



T  
621.47  
A345

ESCUELA SUPERIOR  
POLITECNICA DEL LITORAL



"DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN DESTILADOR SOLAR EN CASCADA CENTRAL"

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de :

INGENIERO MECANICO

Presentada por:

WASHINGTON ALBUJA COELLO

GUAYAQUIL - ECUADOR

## A G R A D E C I M I E N T O

**Al ING. MARCO PAZMIÑO B.**

Director de Tesis, por su ayuda y colaboracibn para la realizaci3n de este trabajo.

**A** la Escuela Superior Politecnica del Litoral y al Instituto Ecuatoriano De Electrificacibn por el Apoyo brindado en la financiacion de este pro-  
Proyecto"

**A** los Srs. Profesores de la Facultad de Ingenieria Mecánica de la ESPOL **por** sus conocimientos impartidos.

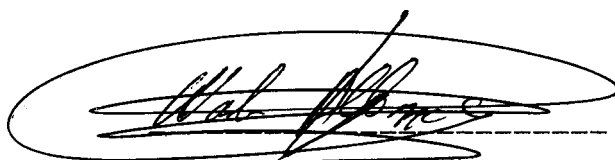
## DEDICATORIA

A mi Madre y a mi difunto Padre a quienes debo sobremanera la culminación de mi carrera como Ingeniero Mecánico.

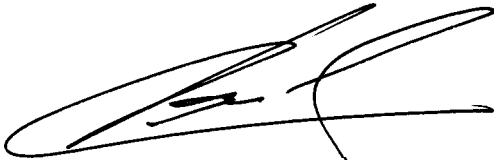
## DECLARACION EXPRESA

" La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestos en esta tesis, me corresponden exclusivamente; y, el patrimonio intelectual de la misma, a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL".

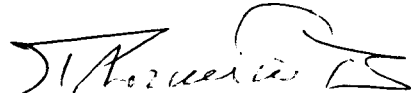
(Reglamento de Exámenes y Títulos profesionales de la ESPOL) .

A handwritten signature in black ink, enclosed within a large, hand-drawn oval. The signature is stylized and appears to read 'Washington Albuja Coello'.

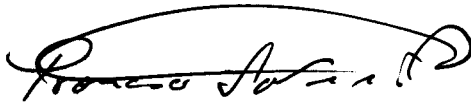
Washington Albuja Coello




Ing. Nelson Cavallos  
DECANO



Ing. Marco Pazmiño B.  
DIRECTOR TESIS



Ing. Francisco Santelli  
MIEMBRO TRIBUNAL



Ing. Francisco Andrade  
MIEMBRO TRIBUNAL

## RESUMEN

El presente trabajo investigativo tiene por objeto la experimentación de un destilador solar **en cascada**, usando como fuente de energía la radiación solar. Para realizar la mencionada experimentación primero se construyó **el** modelo, en el taller de modelaje de la Facultad de Ingeniería Marítima y luego se realizó las pruebas **en** el Laboratorio de **Energía solar de la** ESPOL.

Para la realización de las pruebas se utilizaron tres tipos de agua, **la** potable, la del Río Guayas y la del Estero.

Diariamente se tomó datos, desde las 9H00 hasta las 17H00, **en el** lapso de tiempo comprendido entre Enero y Febrero de 1985.

**Con** los **data5** obtenidos de temperatura y producción, realizamos **los** cálculos de eficiencia, los mismos que **van** desde 37.47% hasta 68.49%, dependiendo de **la** orientación **del** destilador.

## INDICE GENERAL

RESUMEN	
INDICE GENERAL	
INDICE DE TABELAS	
INDICE DE GRAFICOS	
INTRODUCCION	
1.- GENEHALIDADES	
1.1. Objetivo	
1.2. Justificacibn	
1.3. Alcance del proyecto	
2.- EL AGUA Y LA HADIACION	
2.1. Contaminación del Agua	
2.2. Principales Contaminantes en la Costa Ecuatoria- na.	
2.3. Abastecimiento de agua en el Ecuador	
2.4. Abastecimiento de agua de Pozo o Vertiente	
2.5. Abastecimiento de agua de Río o Acequia	
3.- DESTILACION	
3.1. Técnica de destilación de Agua	
3.2. Destilación solar de Agua	
3.3. Metodología de instalación de destiladores sola- res.	
3.4. Planteamiento de las ecuaciones de los intercam- bios térmicos en los destiladores solares	
4.- METODO DE DISEÑO	
4.1. Seleccibn del sistema	
4.2. Características del disefo	



4.2.1. Angulo Optimo de la cascada
4.2.2. Dimensiones del destilador
4.2.3. Nivel del agua en la cascada
4.2.4. Dimensiones de la cascada
4.2.5. Número de cascadas
4.2.6. Distancia de la cascada a la cubierta de vidrio.
4.3. Materiales de construcción del destilador
4.3.1. Resina
4.3.2. Fibra de vidrio
4.3.3. Propiedades de los plásticos reforzados con fibra de vidrio.
4.3.4. Ventajas y desventajas de los plásticos reforzados con fibra de vidrio.
4.4. Procesos de formación
5.- CONSTRUCCION DEL PROTOTIPO
5.1. Recepción de materiales
5.2. Proceso de construcción
5.3. Ensamblaje
5.4. Sellamientos
6.- METODOLOGIA DE PRUEBAS
6.1. Técnica operativa y recopilación de datos
6.2. Análisis de datos experimentales
6.3. Cálculo del balance térmico en la cubierta
7.- ECONOMIA DE LA DESTILACION SOLAR
7.1. Costos de materiales de construcción
7.2. Costo de mano de obra



### 7.3. Economía del proceso

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

APENDICES

BIBLIOGRAFIA

## INDICE DE TABLAS

Tabla 2.4.1. Abastecimiento de agua de pozo o vertiente en las viviendas del Ecuador.
Tabla 2.5.1. Abastecimiento de agua de río o acequia en las viviendas del Ecuador.
Tabla 2.6.1. Abastecimiento de agua por carro repartidor en las viviendas del Ecuador.
Tabla 4.2.1. Valores del índice de refracción.
Tabla 6.2.1. Relaciones entre la temperatura de vidrio externo y temperatura en el Area del vidrio interno, placa interna, aire interno, agua. Orientación Norte-Sur.
Tabla 6.2.2. Relaciones entre la temperatura de vidrio externo y temperatura en el Area del vidrio interno, placa interna, aire interno, agua. Orientación Este-Oeste.
Tabla 6.2.3. Relaciones entre producción y la temperatura en el Area externa del vidrio. Orientación Norte-Sur, Este-Oeste.
Tabla 6.2.4. Relaciones entre producción y la radiación solar para el DSC y DSSE con orientación Norte-Sur, Este-Oeste.
Tabla 6.2.5. Relaciones entre la diferencia de producción del DSC y DSSE con respecto a la radiación solar.
Tabla 7.1.1. Costo de materiales para los moldes.

Tabla 7.1.2. Costo de materiales de PRFV utilizados en el DSC.
Tabla 7.1.3. Costo de materiales de tubería utilizados en el DSC.
Tabla 7.1.4. Costo de materiales utilizados en la cubierta del DSC.
Tabla 7.1.5. Costo de materiales del aislamiento térmico del DSC.
Tabla 7.1.6. Costo de materiales para las estructuras que soportan al DSC y el tanque de agua.
Tabla 7.1.7. Costo de materiales para la instalación de termocuplas en el DSC.
Tabla 7.1.8. Costo total de materiales.
Tabla 7.1.9. Costo real de materiales fundamentales de tubería del DSC.
Tabla 7.1.10. Costo real de materiales fundamentales para la construcción de la estructura que soporta al DSC.
Tabla 7.1.11. Costo real total de materiales fundamentales.
Tabla 7.2.1. Costo de construcción.
Tabla 7.2.2. Costo total del modelo.

## INDICE DE FIGURAS

Fig. 3.1.1.a. Técnica Multiflash
Fig. 3.1.1.b. Técnica Múltiple efecto
Fig. 3.1.2.a. Electrodialisis
Fig. 3.1.2.b. Osmosis
Fig. 3.1.2.c. Osmosis Inversa
Fig. 3.3.1.a. Destilador <b>solar</b> de gran profundidad
<b>Fig. 3.3.1.b.</b> Destilador solar con paños
Fig. 3.1.2.a. Destilador solar esférico <b>con</b> barrido
<b>Fig. 3.3.2.b.</b> Destilador solar de simple efecto
Fig. 3.4.1. Circuito térmico del costado del destilador
Fig. 3.4.2. Circuito térmico de la <b>base</b>
Fig. 4.2.1.1. Angulos de incidencia sobre la cubierta
Fig. 4.2.1.2. Angulos de refracción de interfase
Fig. 4.2.1.3. Transmisividad <b>y</b> absorptividad para algunos vidrios de ventanas
Fig. 4.2.1.4. Geometria del destilador
Fig. 4.2.2.1. Dimensionamiento de la cubierta
Fig. 4.2.4 1. Dimensiones de la estructura externa del destilador
Fig. 4.2.6.1. Geometría de la cascada

## INDICE DE ABREVIATURAS

Aag	Area de la superficie del agua a destilar, $m^2$
Ai	Area Proyectada de la cubierta 1, $m^2$
A2	Area Proyectada de la cubierta 2, $m^2$
Ac	Area de la cascada del destilador, $m^2$
FT	Area Total de la base del destilador, $m^2$
av	Area de la cubierta del vidrio, $m^2$
C <sub>p</sub>	Calor específico del agua, KJ/Kg-°C
D	Ancho de la estructura externa del destilador, m
E	Altura de la extructura externa del destilador, m
Fag-vi	Factor de forma del agua al vidrio
fi	Fracciñn de radiaciñn incidente en la cubierta 1
f2	Fracciñn de radiaciñn incidente en la cubierta 2
Gpc	Fiadiaciñn promedio de la Costa Ecuatoriana, KJ/m <sup>2</sup> h
Gr	Número de Grashof, adimensional
G'	Radiaciñn solar tomada en el pirbmetro, W/m <sup>2</sup>
G	Radiaciñn solar de calibraciñn del pirbmetro, W/m <sup>2</sup>
g	Aceleraciñn de la gravedad, m/seg <sup>2</sup>
h	Altura del agua en la cascada, m
hcc	Conductividad par unidad de superficie exterior en los costados del destilador, W/m <sup>2</sup> -°K
hfg	Calor latente del agua, J/Kg
hva	Coficiente de convecciñn que depende de la veloci <u>d</u> ad del viento, W/m <sup>2</sup>

$hc'$	Coeficiente de transferencia de calor por convección, $W/m^2-^{\circ}C$
$hi$	Conductancia por unidad de superficie interior, $W/m-^{\circ}C$
$k$	Conductividad térmica, $W/m-^{\circ}C$
$k1$	Conductividad térmica del material aislante 1 del destilador, $W/m-^{\circ}K$
$k2$	Conductividad térmica del material aislante 2 del destilador, $W/m-^{\circ}K$
$l$	Distancia de la cascada a la cubierta del vidrio del destilador, m
$mc$	<b>Tasa</b> real de producción de condensado promedio durante el periodo de prueba del DSC, $Kg/m^2-seg$
$md$	<b>Tasa</b> de transferencia de masa, $Kg/m^2-seg$
$m$	Masa de <b>aqua</b> , Kg
$N$	Número del día del año
$n$	Número de cascadas en el destilador
$na$	Índice de refracción del aire
$nv$	Índice de refracción del vidrio
$nag$	Índice de refracción del agua
$n1$	Índice de refracción del medio 1
$n2$	Índice de refracción del medio 2
$Nu$	Número de Nusselt
$n'$	Número de partes iguales que se divide <b>E</b> y <b>D</b>
$Pr$	Número de Prandtl
$Qc$	Capacidad calorífica de la masa de agua en la cascada, J

QT	Energía transmitida al <b>agua</b> en <b>la</b> cascada, $J/m^2$
qc,ag-vi	Calor de convección desde el agua a <b>la</b> cubierta de vidrio, $W/m^2$
qc,ve-a	Calor de convección desde el vidrio al aire, $W/m^2$
qe	Calor de Evaporación-Condensación desde el <b>agua</b> a la cubierta de vidrio, $W/m^2$
qr,ag-vi	Calor de radiación desde el <b>agua a la</b> cubierta de vidrio, $W/m^2$
qr,ve-a	Calor de radiación desde el vidrio al aire, $W/m^2$
qp	Calor perdido por los costados y base del destilador, $W/m^2$
qc	Calor perdido <b>por</b> los costados, $W/m^2$
qb	Calor perdido por las bases, $W/m^2$
Q'	Calor total del agua a la cubierta, $W/m^2$
Q''	Calor total de la cubierta al medio, $W/m^2$
Re	Número de Reynolds
Rnc	Resistencia térmica neta por el costado del destilador, $m^2-^{\circ}C/W$
Rnb	Resistencia térmica neta por la base del destilador, $m^2-^{\circ}C/W$
r1	Reflectividad de <b>la</b> interfase aire-vidrio
r2	Reflectividad de la interfase vidrio-agua
r3	Reflectividad de la interfase agua-dire
T	Temperatura de calibración del termómetro <b>digital</b> , $^{\circ}C$
Ta	Temperatura ambiente, $^{\circ}C$

Tai	Temperatura en el medio interno del destilador, °C
Tag	Temperatura del agua en la cascada, °C
Tb	Temperatura en la parte externa de la base del destilador, °C
Tc	Temperatura en la parte externa del costado del destilador, °C
Tpi	Temperatura en la pared interna del destilador, °C
Tvi	Temperatura del vidrio en el Area interna, °C
Tve	Temperatura del vidrio en el Area externa, °C
Tdig	Temperatura tomada en el termómetro digital, °C
uc	Coefficiente de perdidas por el costado del destilador, $W/m^2-°C$
Ub	Coefficiente de perdidas por la base del destilador, $W/m^2-°C$
v	Velocidad del viento, m/seg
v	Velocidad del fluido, m/seg
vc	Volumen de la cascada del destilador, $m^3$
W	Angula horario, grades
w	Longitud de la cascada del destilador, m
Xmin	Ancho mínimo de la cascada del destilador, m
Xr	Ancho real de la cascada del destilador, m
s1	Espesor del aislamiento térmico 1, m
x2	Espesor del aislamiento térmico 2, m
av	Absortividad para vidrio común de ventana
an-ag	Absortividad neta del aqua



aag	Absortividad de el agua
ap	Absortividad de la placa colectora
$\psi$	Angulo de inclinación de la cubierta, grados
$\theta$	Angulo de latitud en Guayaquil, grados
$\delta$	Angulo de declinacihn de los rayos solares, grados
$\theta_{is}$	Angulo de incidencia del sol sobre el suelo, grados
$\theta_{ic}$	Angulo de incidencia del sol sobre la cubierta, grados
Bai-v	Angulo de refraccibn en la interfase aire-vidrio grados
$\theta_{v-ag}$	Angulo de refraccibn en la interfase vidrio-aqua grados
$\theta_{ag-ai}$	Angulo de refracción en la intorfase aqua-dire, grados
$\sigma$	Constante de Stefan Boltzman
$\delta_{ag}$	Densidad del aqua, Kg/m <sup>3</sup>
$\eta_i$	Eficiencia interna, %
$\eta_o$	Eficiencia global, %
$\eta_{me}$	Eficiencia de mediciones experimentales, %
$\epsilon_{ag}$	Emisividad del aqua
$\epsilon_v$	Emisividad del vidrio
$\tau$	Transmisividad
$\tau_1$	Transmisividad de la cubierta 1
$\tau_2$	Transmisividad de la cubierta 2
$\tau_m$	Transmisividad media de la cubierta

$\tau_v$  Transmisividad del vidrio  
 $\tau_{ag}$  Transmisividad del agua  
 $\nu$  Viscosidad cinética,  $m^2/seg$

## INTRODUCCION

Las necesidades energéticas vienen generalmente en grandes cantidades, el problema en la actualidad se presenta como insuperable, estamos soslayando nuestra realidad y tratamos de convencernos de que el petróleo nunca se acabará y por tanto no hay que preocuparse por ello. La verdad es que debemos seguir aventurándonos en el futuro y parte de este futuro la constituye la energía solar, que se presenta definitivamente como la solución debido a su característica de ser prácticamente inagotable, no contamina el medio ambiente, es totalmente limpia y no representa ninguna sofisticación técnica. De esta manera la destilación solar se presenta como una alternativa para suministrar agua apta, ya sea para el consumo humano u para otras aplicaciones, en el sector rural y en el urbano marginal; donde el abastecimiento de agua potable es prácticamente nulo y las condiciones sanitarias son precarias, el incremento de enfermedades parasitarias afectan a nuestros conciudadanos.

Conscientes de la situación del sector rural de tan variadas condiciones, donde es indispensable concurrir a solucionar en parte el problema de la falta de agua potable, ha motivado el desarrollo de este trabajo. Para lo cual se realizó el diseño, construcción y pruebas de un destilador solar en cascada, que suministrará agua apta para el consumo, usando como energía radiación solar.

Este modelo está formado por pequeñas cascadas, donde el nivel del agua es pequeño y la distancia de ésta a la cubierta es corto, este prototipo es modular y construido en plástico reforzado con fibra de vidrio, utilizando métodos sencillos de formación.

## CAPITULO 1

### GENERALIDADES

#### OEJETIVO

El agua potable tiene tendencia a convertirse en un bien escaso porque no cesa de aumentar el consumo, como consecuencia del crecimiento de la poblacibn y del incremento del nivel de vida.

El abastecimiento de agua potable para Guayaquil es de tal gravedad que no caben mayores dilaciones para conjurarlo y resolverlo, **pués** están en peligro la salubridad y la existencia misma de dos millones, aproximadamente, de habitantes, ya que la insuficiencia del líquido va **extendiendose**.

Cada año en Guayaquil, alrededor de **60.000** habitantes nuevos deberan ser satisfechos en sus necesidades de agua potable, porque la ciudad crece a un ritmo de **4%** anual.

**En** otras palabras, si el déficit de agua en el año 1986 se lo estimaba en 160.000 m<sup>3</sup> diarios, ésta cantidad **no** permanece estática sino que crece con el tiempo; en la actualidad el desabastecimiento de agua **es** de **200.000** m<sup>3</sup> diarios y la produccibn de agua potable para la Ciudad de Guayaquil y las otras poblaciones a la que sirve como Durán, Yaguachi, Salinas, Playas, **es de apenas 340.000** m<sup>3</sup> diarios.

Son más de **500.000** pobladores del sector meridional de Guayaquil que padecen **por** la escasa provisión de

agua potable en unos casos, y por la falta absoluta del líquido, en otros, y ellos afrontan no solo serios peligros para la salud de tan denso sector de Ecuatorianos, sino también una fuente de desesperación que puede conducir a situaciones impredecibles, ya que el suministro de agua potable por tanqueros ha desatado, allí donde falta el abastecimiento por la respectiva cañería, una permanente angustia por la desaforada especulación que se hace con el líquido.

En el sector rural el abastecimiento de agua potable es totalmente nulo, donde las condiciones sanitarias son precarias el incremento de enfermedades parasitarias afecta a nuestros campesinos, los que emigran a los grandes centros de desarrollo, como Guayaquil y Quito.

La obtención de agua potable a partir de agua turbia o salada, utilizando radiación solar, es técnicamente posible y representa la forma más simple y antigua de obtener agua potable.

El objetivo de este proyecto es desarrollar un nuevo equipo de destilación solar que sea modular, fácil de transportar y de gran rendimiento, permitiendo solucionar en parte el desabastecimiento de agua potable.

## 1.2. JUSTIFICACION

Sí el desarrollo del medio campesino se circunscribiera al fomento de la agricultura y la ganadería, ya podríamos afirmar que tan importante tarea está a punto de culminar.

Hasta ahora solo se han preocupado por dar al agricultor valores en crédito para los cultivos, la recolección de cosechas, la comercialización de los frutos, la compra de insumos, lo cual no es suficiente para hablar de un real desarrollo en un escenario tan extenso y de tan variadas condiciones, como el que se halla en explotación en el país.

Si deseamos convertir los campos en surtidas despensas y en escenarios apetecidos por el hombre de trabajo, es indispensable la concurrencia oportuna y eficaz de factores tendientes a sustentar las bases del bienestar de la sociedad campesina, tales como: la atención médica, agua potable y educación.

Las comunidades campesinas de nuestro país ingieren el agua impura de los ríos y los esteros, sin tomar las precauciones de hervirla para acabar con los parásitos que el líquido contiene: De esa manera van acrecentando el número y el tipo de los parásitos alojados en los intestinos agravando las condiciones de salud del hombre del área rural que por falta de agua potable son afectados por la parasitosis

intestinal que cuando no destruye la vida del hombre, debilita sus fuerzas, promueve el cansancio y el desaliento y mengua por consiguiente, el rendimiento del trabajo agrícola.

Por lo expuesto en los párrafos anteriores, quiero señalar la importancia que tiene el agua potable y la incidencia en la salud de nuestro sector rural y urbana marginal. Considero que es más que justificativo dedicar esfuerzo a la obtención de agua utilizando destiladores solares con gran rendimiento y bajo costo, los mismos que pueden llegar al campesino y a sectores urbanos donde no pueden ser abastecidos de agua potable.

### 1.3. ALCANCE DEL PROYECTO

Los destiladores solares están constituidos por una bandeja de evaporación, cubierta transparentemente de condensación y un canalón de recolección del condensado.

En los destiladores solares el agua no potable (salada o turbia) debe evaporarse y condensar. El condensado es agua destilada, que no obstante es apropiada para el consumo, ya que la condensación se realiza en presencia de aire y por lo tanto contiene una cantidad adecuada de oxígeno disuelto.

El principio simple de la destilación solar consiste en una **caja** cerrada con una cubierta transparente



expuesta al sol, en el interior del cual se encuentra un plano de agua turbia o salobre de unos pocos centímetros de espesor. El aire del interior se calienta y se satura de vapor de agua (dulce) que se condensa al entrar en contacto con las paredes de vidrio relativamente frias. Las gotas de agua formadas se recogen al resbalar por los cristales hacia la parte inferior por medio de un canalón.

En esta investigación se pretende diseñar un destilador solar inclinado de dos caras independientes, con pequeños recipientes de agua en cascada, fabricado en fibra de vidrio y colocados a 6 cm debajo de la cubierta del agua en la cascada de 0.8 cm.

Se aprovechará la distancia corta de difusión del vapor entre el agua y la cubierta, la baja profundidad del agua en la cascada, para producir temperaturas altas en el agua y obtener rendimientos elevados.

## CAPITULO II

### EL AGUA Y LA RADIACION

#### 2.1. CONTAMINACION DEL AGUA

El agua se considera contaminada cuando se altera su composición a condicibn, de tal forma que resulta menos apta para todas las funciones y propósitos para los que seria apropiado en su estado natural.

Las causas de la contaminación generalmente se producen por la evacuación sin control de aguas residuales y otros desechos líquidos procedentes de uso doméstico del agua, desechos industriales, derrames de petróleo y/o derivados, productos químicos usados en el suelo para aumentar el rendimiento de los cultivos o su adición al suelo para controlar organismos indeseables.

La eliminación de aguas servidas es uno de los contaminantes más notables en nuestro país. El 33.64% de las viviendas del país tienen un sistema de alcantarillado, el 14.62% utilizan pozo ciego y el 51.74% no tienen ningdn sistema de eliminación de las aguas servidas, observando a lo largo de la Patria podemos ver que las aguas servidas de los centros poblacionales se desalojan directamente a rios adyacentes sin tratamiento alguno. En trece provincias del país más del 50% de viviendas no tienen ningdn tipo de eliminación de aguas servidas. Este tipo de contaminacibn se está acelerando en el

país debido a la gran expansión de la población urbana de los diez últimos años. (18).

Los resultados de las estadísticas nos presentan la situación de las viviendas de las regiones del país. En la Sierra **29.80%** tienen alcantarilla, **6.15%** pozo ciego, **64.05%** ningún sistema de eliminación de aguas servidas. En la Costa **23.61%** tienen alcantarillado, **20.24%** pozo ciego y **55.75%** ningún sistema. En el Oriente **17.69%** tienen alcantarilla, **8.62%** pozo ciego y **64.48%** ninguno. Galápagos **10.12%** tienen alcantarilla, **60.40%** pozo ciego y **20.49%** ningún sistema de eliminacibn. (19).

Las Provincias donde existe mayor porcentaje de viviendas que no tienen ningún sistema de eliminacibn de las aguas servidas son: Napo **82.10%**, Cotopaxi **80.35%**, Cañar **77.46%**, Zamora Chinchipe **77.43%**, Morona Santiago **77.87%**, Bolivar **76.22%**, Loja **71.78%**, Chimborazo **70.62%**, Manabi **69.30%**, LOs Rios **63.22%**, Esmeraldas **63.30%**, Imbabura **61.28%**, Pastaza **57.87%**, Tungurahua **56.20%**, Carchi **54.43%**, El Oro **47.43%**, Guayas **35.41%**, Galapagos **29.49%**, Pichincha **27.33%** y **75.27%** de viviendas en zonas no delimitadas. (19).

El porcentaje de viviendas que utilira pozo ciego para eliminar las aguas servidas es: Galapagos **60.40%**, Guayas **28.60%**, Los Rios **21.50%**, Esmeraldas **18.01%**, El Oro **17.44%**, Manabi **15.64%**, Napo **11.19%**,

Morona Santiago 10.53%, Cañar 9,44%, Tungurahua 8.95%, Pichincha 8.82%, Pastaza 8.35%, Bolivar 6.75%, Imbabura 6.54%, Azuay 5.14%, Cotopaxi 4.97%, Carchi 4.94%, Zamora Chinchipe 4.39%, Chimborazo 3.75%, Loja 2.18%, y 22.72% de viviendas en zona no delimitada. (18).

La mayoría de las viviendas del sector rural no tienen ningún tipo de eliminación de aguas servidas. En el sector urbano utilizan pozos sépticos especialmente en la Costa, en el sector rural de la Costa el sistema de alcantarillado es el que menos dispone las viviendas a nivel del país.

## 2.2. PRINCIPALES CONTAMINANTES EN LA COSTA ECUATORIANA

Podemos clasificarlos en petróleo y/o derivados, contaminantes de afluentes domésticos e industriales.

Contaminación por petróleo y/o derivados:

Los principales focos de contaminación por residuos de petróleo en las costas ecuatorianas son las siguientes (1):

- Zona marítima del Fuerte de Balao
- Presencia de petróleo residual en el puente de Tarqui
- Presencia de petróleo residual en La Libertad y Santa Rosa

- Presencia de petróleo residual en Mar Bravo (Punta Carnero)
- Presencia de petróleo residual en el Puerto Marítimo de Guayaquil
- Presencia de petróleo residual en las zonas de cuarentena a 6 millas del Puerto Marítimo de Guayaquil
- Presencia de petróleo residual en el Terminal de recepción de combustible de CEPE-GUAYAQUIL
- Presencia de petróleo residual en los varaderos de desagüe de buques localizados al sur de la parroquia Eloy Alfaro (Durán)
- Presencia de petróleo residual en el Estero Guayla (Puerto Bolívar)

#### Contaminación por afluentes domésticos:

En las viviendas de la Costa Ecuatoriana no existen plantas de tratamientos para los afluentes domésticos industriales utilizando, 20.24% de viviendas solamente pozos sépticos (siendo el 13.84% del sector urbano y 6.40% del sector rural); el 14.25% de las viviendas del sector urbano y el 41.52% del sector rural de la Costa no tienen ningún tipo de eliminación de las aguas servidas.

#### Esmeraldas:

Mantiene descarga directa del alcantarillado hacia el río del mismo nombre, y de allí los contaminantes

son arrastrados hacia el Puerto marítimo para luego ir al mar.

El más alto porcentaje de viviendas que no tienen ningún tipo de eliminación de aguas se producen en el sector rural, donde prácticamente el sistema de alcantarillado no existe.

### **El Oro**

En Machala las aguas servidas que son eliminadas a la alcantarilla son recoleccionados y eliminados al mar a través de tres canales abiertos sin ningún tratamiento y contaminando los esteros que sirven de aprovisionamiento de agua a las camaroneras en la zona. Puerto Bolívar no dispone de alcantarilla utilizándose el sistema de pozos sépticos domiciliarios.

Un alto porcentaje de viviendas en el sector urbano no tienen ningún sistema de eliminación de aguas. En el sector prácticamente las viviendas no tienen ningún sistema de eliminación de aguas de alcantarilla utilizando un porcentaje mínimo del pozo ciego.

### **Los Rios**

Un alto porcentaje de viviendas en esta provincia carecen de eliminación de aguas servidas, ocupando

la segunda posición después de Manabi dentro de la Costa. Afecta la salud de los habitantes el hecho que el 52% de las viviendas carezcan de servicio higiénico o letrina.

#### Guayas

En Guayaquil la contaminación aguda y localizada en el Río Guayas y Estero Salado es provocada fundamentalmente por los desperdicios de las aguas servidas domésticas, así como por los desechos químicos eliminados por las industrias.

La Libertad, Salinas y Santa Elena no disponen de canalización, utilizando pozos sépticos individuales.

En las viviendas del sector rural la disponibilidad es minima, utilizando un pequeño porcentaje de viviendas pozo ciego, y el mayor porcentaje de viviendas no tienen ningún sistema de eliminación de aguas servidas. En el sector urbano existe 14.05% de viviendas que no disponen de alcantarilla o pozo séptico, siendo esto un aspecto crítico para la salud de los habitantes. El 21.83% de viviendas no posee servicio higiénico o letrina.

Contaminación por afluentes industriales:

#### Esmeraldas

La refinería de petróleo, dispone de laguna de

oxidación y residuos aceitosos, descargando posteriormente en el río Teone, el que se encuentra contaminado, desapareciendo casi por completo la fauna del río, la presencia de fenoles ha permitido determinar el grado tóxico, los mismos que a través del río Esmeraldas son eliminados al mar.

### Guayas

Los desechos químicos eliminados por las industrias, en especial aquellos tóxicos no desagradables y los fertilizantes, plaguicidas e insecticidas aplicados en los suelos de cultivo, tienen un destino final las aguas del Golfo de Guayaquil, contaminando las mismas.

Los desperdicios industriales que se arrojan indiscriminadamente al Río Guayas y al Estero Salado, están causando graves problemas en estos cuerpos receptores, pues se evidencia el deterioro de los cauces de las aguas y en consecuencia, las áreas afectadas por la contaminación además del mal aspecto que presenta, constituyen un atentado para la salud de la población.

La ciudad de Guayaquil tiene tres fuentes de agua potable (14). La planta La Toma, la misma que capta agua del río Daule, la planta Lolita, que aprovecha agua de la Sierra; y pozos que proveen agua.

El análisis comparativo del agua tratada y cruda de



estas tres fuentes se presenta en el apéndice A, tabla A-1. Se puede observar que la turbidez de agua cruda en La Toma es un poco alta pero con el tratamiento se baja (14).

Las investigaciones realizadas por CEDEGE en tres sitios de cada uno de los ríos Daule, Vinces y Babahoyo es presentada como promedios de los resultados de las muestras en el apéndice A tabla, A.2. En esta tabla varios parámetros físicos-químicos son indicaciones del grado de contaminación del agua. Un parámetro importante es el oxígeno disuelto (OD), los promedios de este parámetro son muy altos y el índice de saturación (IS) varía entre 88 y 98%. Otro parámetro muy importante es la demanda bio-química de oxígeno (DBO), que es muy bajo en los tramos del estudio de los tres ríos, el DBO es un índice de la carga orgánica que existe en el agua.

El índice de coliformes es un parámetro importante desde el punto de vista de salud. Este índice da el grado de contaminación bacteriológico que es relativamente alta en los ríos. Cuando el valor de este índice es más de 5000 complica y encarece el tratamiento para agua potable.

Los ríos Daule y Vinces tienen un promedio de 4600 coliformes, número más probable por 100 ml (NMP/100 ml), pero el río Babahoyo tiene el doble de este

valor.

Un informe publicado por el Instituto Nacional de Pesca nos proporciona los resultados de un programa de muestreo. Algunos parámetros para los ingenios Luz Maria, San Carlos y la Fábrica de Papel, están presentados en la tabla A.3 del apéndice A. Los ingenios descargan aguas usadas con una alta cantidad de fosfatos y cero de oxígeno disuelto (14).

En la zona comprendida entre Ualdivia y la Península de Santa Elena encontramos grandes fábricas de elaborados de pescado cuya descarga con alto contenido proteínico fácilmente se descompone en el menor descuido de retención en los canales con descarga al mar, afectando a las playas recreacionales contiguas.

Las plantas de tratamiento de estas fábricas son muy rudimentarias, constituyendo la planta solamente diferentes sistemas de retención de grasas y aceites por decantación y la retención de sólidos por el sistema de cribados.

#### Manabí

En la ciudad de Manta, encontramos fábricas de conservas que descargan sus aguas hacia el mar sin ningún tratamiento, como ejemplo encontramos, la Industria de extracción y elaboración de mantecas y

grasas vegetales: "Ale y Gastor", cuyas descargas se presentan con altas variaciones del FH que imposibilita la descomposición biológica bacteriana de los residuos desagradables dando origen a descargas sépticas al mar.

### 2.3. ABASTECIMIENTO DE AGUA EN EL ECUADOR

El sistema de abastecimiento de agua a los habitantes del Ecuador tanto en el sector rural como urbano es el siguiente: 50.2% utilizan agua de la red pública y 49.8% de otras fuentes de suministro de agua como pozo o vertiente, río o acequia, carros repartidores, etc. En el sector urbano se abastecen 38.6% de agua de la red pública y 10.5% de otras fuentes de abastecimiento. En el sector rural 11.6% de personas utilizan agua de la red pública y 39.3% de otras fuentes de abastecimiento.

La forma como se obtiene el agua para el consumo es: 31.7% de personas se abastecen de agua dentro de sus viviendas provenientes de la red pública, 21.0% de agua de pozo o vertiente, 14.7% de agua de río o acequia, 11.8% obtienen agua de la red pública fuera de la vivienda pero dentro del edificio que habitan, 11.3% lo obtienen de los carros repartidores, 6.7% se suministran de agua de la red pública fuera del edificio que habitan, 2.8% de habitantes se abastecen de dos o más formas anteriores.

**Las** provincias donde las viviendas se abastecen en mayor cantidad de agua de la red pública **son:** Galápagos 77.79%, Pichincha 75.21%, Carchi 64.07%, Imbabura 63.91%, El Oro 61.01%, Tungurahua 53.36%, Guayas 52.73%, Loja 51.54%, en las doce provincias restantes se abastecen de la red pública menos del 50% de sus viviendas, como Napo 14.70%, Cañar 30.33%, Morona Santiago 31.34%, Cotopaxi 32.25%.

**Las** provincias donde sus viviendas se abastecen más de otras fuentes de agua como pozo o vertiente, río o acequia, carros repartidores, son doce:

Napo 85.30%, Cañar 69.17%, Morona Santiago 68.66%, Cotopaxi 67.75%, Bolívar 76.24%. Los Ríos 66.44%, Manabí 63.26%, Esmeraldas 62.51%, Zamora Chinchipe 54.41%, Pastaza 52.50%, Azuay 52.12%, Chimborazo 50.33%.

#### SECTOR URBANO

Analizando solamente a los habitantes del sector urbano podemos darnos cuenta que el 56.5 % de las personas **que** habitan en el sector urbano **se** abastecen **de** agua de la red pública dentro de la vivienda, 16.4% lo hacen de la red pública fuera de la vivienda pero en el edificio y el 15% de personas utilizan agua del carro repartidor, 5.7% de la red pública fuera del edificio, 2.8% agua **de** pozo o vertiente, 1% de agua de río o acequia, 2.2%

utilizando **agua de dos o más** sistemas de abastecimiento anteriores.

#### SECTOR RURAL

En el sector rural **38.6%** de personas que habitan en este sector utilizando agua de pozo a vertiente, **27.8%** utilizan **agua de río o acequia**, **7.8%** agua de la red pública dentro de su vivienda, **7.4%** agua de **carro repartidor**, **7.3%** agua de la red pública que se encuentra fuera de la vivienda pero en el edificio que habitan y **3.3%** de personas se abastecen de dos o más formas anteriores de suministro de **agua**.

#### 2.4 ABASTECIMIENTO DE AGUA DE POZO O VERTIENTE.

El mayor abastecimiento de este tipo de agua en el sector urbano le corresponde al Oriente con **2.17%** de viviendas, continuando la Costa con **2.56%** en tercer lugar, la Sierra **2.83%**, finalmente Galápagos **0.40%**. En el sector rural, la región que se abastece más con agua de pozo o vertiente es la Sierra con **26.67%** continuando el Oriente **26.06%**, la Costa en tercer lugar con **20.14%** y Galápagos con **2.06%**.

##### a) A NIVEL DE VIVIENDA DE PROVINCIA.

Analizando las estadísticas, la provincia de Cañar con **50.71%** de viviendas es la que se abastece más de **agua** de pozo o vertiente continuando la provincia de Bolívar con **45.81%**,

en tercer lugar **Los Rios 40.21%** y en cuarto lugar la provincia Oriental de Morona Santiago **36.82%**. Las provincias que menos se abastecen de este tipo de agua son: Galápagos 2.45%, Guayas 8.97% y Pichincha 9.04%.

Las viviendas del sector urbano de la provincia de **Los Rios** tienen el más alto porcentaje de abastecimiento de **este** tipo de agua.

**b) A NIVEL DE VIVIENDA TOTAL DEL ECUADOR.**

La provincia que **más se** abastece de este tipo de agua son: Manabí con 15.34% continuando Guayaquil **10.66%** en tercer lugar **Los Rios 10.19%** y cuarto lugar Azuay 8.69%, Pichincha **8.08%** en quinto lugar.

Las provincias que menos se abastecen de este tipo de agua es Galápagos 0.01%, Pastaza 0.24% y Carchi 1.11%.

Ver tabla 2.4.1.

**2.5. ABASTECIMIENTO DE AGUA DE RIO O ACEQUIA.**

En el sector urbano del país, (19) la región que **más se** abastece de este **tipo** de agua es el Oriente con 0.80% viviendas; continuando la Costa con 0.69%, en **tercer lugar** la sierra **0.29%**.

En el sector rural: **Las** viviendas del Oriente **con** 28.35% **son** las que **más se** abastecen de **este tipo** de

agua en orden descendente, le sigue la sierra 18.01%, la Costa 16.95% y Galapagos 0.24%.

TABLA 2.4.1

ABASTECIMIENTO DE AGUA DE POZO O VERTIENTE EN LAS VIVIENDAS DEL ECUADOR

PROVINCIA	% URBANO	% RURAL
CARCHI	0.41	13.85
IMBABURA	0.64	12.73
PICHINCHA	2.56	6.48
COTOPAXI	0.47	31.14
TUNGURAHUA	0.15	10.23
BOLIVAR	0.91	44.90
CHIMBORAZO	0.23	36.13
CAÑAR	1.67	49.04
AZUAY	0.75	28.85
LOJA	0.54	33.37
ESMERALDAS	0.84	11.67
MANABI	0.73	33.64
LOS RIOS	4.46	35.75
GUAYAS	0.68	8.29
EL ORO	0.61	11.34
NAPO	3.28	31.64
PASTAZA	0.74	12.33
MORONA SANTIAGO	2.50	33.32
ZAMORA CHINCHIPE	1.14	26.94
GALAPAGOS	0.40	2.06
NO DELIMITADOS	----	56.21

FUENTE: INEC, III CENSO DE VIVIENDA, 1982.

a) A NIVEL DE VIVIENDA POR PROVINCIA.

La provincia de Esmeraldas 37.35% es la región que más se abastece, continuando Napo 37.14%, Cotopaxi 31.12%, un tercer lugar y en cuarto lugar la provincia de Tungurahua con 30.85%.

Galapagos 0.24%, Guayas 7.27%, Pichincha 8.01% son las provincias que menos utilizan este

sistema de abastecimiento. Como se presenta en la tabla 2.5.1.

TABLA 2.5.1

ABASTECIMIENTO DE AGUA DE RIO O ACEQUIA EN LAS VIVIENDAS DEL ECUADOR

PROVINCIA	% URBANO	% RURAL
CARCHI	0.14	20.02
IMBABURA	0.59	18.52
PICHINCHA	0.52	7.49
COTOPAXI	0.03	31.04
TUNGURAHUA	0.58	30.27
BOLIVAR	0.02	19.47
CHIMBORAZO	0.04	9.84
CAÑAR	0.13	13.66
AZUAY	0.61	18.59
LOJA	0.17	11.21
ESMERALDAS	1.49	35.85
MANABI	0.13	10.87
LOS RIOS	0.97	22.63
GUAYAS	0.59	6.98
EL ORO	0.26	8.40
NAPO	1.79	35.35
PASTAZA	0.40	27.93
MORONA SANTIAGO	0.54	25.89
ZAMORA CHINCHIPE	0.45	24.22
GALAPAGOS	----	0.24
NO DELIMITADOS	----	28.77

FUENTE: INEC, III CENSO DE VIVIENDA, 1982.

SISTEMCI DE AHASTECIMIENU DE AGUA POR CARRO REPARTI-DOR.

En el sector urbano (19): La región de la Costa con 9.60% de viviendas es la que más se abastece de este tipo de agua, las viviendas de la Sierra 0.52%, el Oriente 0.32% y Galápagos 0.08%. El sector rural: La Costa con 3.45% de vivienda es la región que más



utiliza este tipo de agua continuando en orden descendente, la Sierra 0.74%, Galápagos 1.19% y el Oriente 0.04%.

a) A NIVEL DE VIVIENDA POR PROVINCIA.

Las viviendas de la provincia del Guayas con 29.08% son las que más se abastecen de agua utilizando carros repartidores. continuando El Oro con 15,81%, en tercer lugar Manabi 13.25% y en cuarto lugar Esmeraldas 6.41%. Las provincias que menos se abastecen con este sistema son: Las provincias de Bolivar 0.01%, Zamora Chinchipe 0.02%, Carchi 0.02% y Morona Santiago 0.04%.

b) A NIVEL TOTAL DEL ECUADOR

Guayas con 7.09% es la principal provincia en abastecerse de este tipo de agua, le sigue en orden descendente Manabi 1.21%, Fichincha 1.02%, El Oro 0.64%, Esmeraldas 0.18%.

Bolivar y Morona Santiago son las que menos utilizan este sistema de abastecimiento, tabla (2.6.1.) .

## 2.6. RADIACION SOLAR

**Toda** la energía que utiliza, independientemente de la fisiología que actúa directamente sobre los seres animados, proviene del sol.

El sol es una esfera de 109 veces el diámetro de la tierra, que irradia una cantidad enorme de energía originada por las reacciones nucleares en cadena.

Gran parte de la energía que produce sirve para mantener su propia temperatura, y el resto la envía hacia el espacio.

TABLA 2.5.2

AEASTECIMIENTO DE AGUA POR CARRO REPARTIDOR EN LAS VIVIENDAS DEL ECUADOR

PROVINCIA	% URBANO	% RURAL
CARCHI	0.001	0.02
IMBABURA	0.42	0.57
PICHINCHA	3.72	1.86
COTOPAXI	0.01	0.50
TUNGURAHUA	0.11	1.60
EOLIVAR	0.003	0.003
CHIMEORAZO	0.71	0.46
CAÑAR	0.11	1.64
AZUAY	0.03	0.37
LOJA	0.13	0.33
ESMERALDAS	6.23	0.36
MANABI	5.47	7.76
LOS RIOS	0.32	0.33
GUAYAS	20.94	8.14
EL ORO	15.03	0.78
NAPO	1.21	0.05
PASTAZA	0.13	0.03
MORONA SANTIAGO	----	0.04
ZAMORA CHINCHIPE	----	0.02
GALAPAGOS	0.08	1.19
NÚ DELIMITADOS	----	0.38

FUENTE: INEC, III CENSO DE VIVIENDA, 1982.

La energía luminosa emitida por El Sol, cuya emisión tiene lugar a través del fenómeno físico denominado radiación, se propaga en todas las direcciones del espacio sin soporte material.

Una pequeña parte de esta radiación ( $1353 \text{ W/m}^2$ ) llega a la superficie terrestre: pero no llega como ordinariamente se cree, en forma térmica, sino bajo

la forma de ondas electromagnéticas. La radiación cumple la función de transportar energía de una forma parecida a como lo hacen las ondas de radio, televisión o la propia luz. Todas ellas son ondas electromagnéticas, aunque las del sol son de longitudes de onda más cortas.

Las ondas electromagnéticas emitidas por los rayos solares, se clasifican en tres grupos principales: rayos infrarrojos, luz visible, rayos ultravioletas. En un haz de rayos solares;, los que integran la luz blanca son perceptibles por el ojo humano (luz visible) y van del rojo al violeta pasando por el anaranjado, amarillo, verde, azul y añil-violeta; pero por debajo del rojo existen otros denominados infrarrojos, y por encima del violeta los llamados ultravioletas, ambos invisibles para el ojo humano. Estos últimos son actínicos;, es decir que no producen calor, sino cambios químicos.

La intensidad de la radiación solar antes de entrar en la atmósfera, al llegar a los límites más altos de esta, muestra algunas variaciones, pero el valor medio es de  $1353 \text{ w/m}^2$ . En realidad no se trata de un valor rigurosamente constante, pues existe una variación de aproximadamente el 3.3% debido a la excentricidad de la órbita terrestre respecto al Sol (-3.27% en el afelio,  $\pm 3.42\%$  en el perihelio). A esta variación se le debe agregar otra menos

regular, equivalente al 1% aproximadamente, y esta relacionado con el ciclo de las manchas solares, que se produce cada 11 años.

#### Radiación solar fuera de la atmósfera

El espectro de la radiación electromagnética, emitida por la superficie solar se extiende (5) desde  $0.2 \mu\text{m}$  hasta  $3 \mu\text{m}$ .

De la energía total transmitida por los rayos solares (5), resulta que el 7% de la energía emitida cae en la zona "ultravioleta" del espectro, es decir desde  $0.2 \mu\text{m}$  hasta  $0.4 \mu\text{m}$ ; el 42% está comprendido en la zona "visible", es decir entre  $0.4 \mu\text{m}$  (violeta) y  $0.8 \mu\text{m}$  (rojo). Mientras que el 51% restante se halla en la zona infrarroja, entre  $0.8 \mu\text{m}$  y  $3 \mu\text{m}$ .

#### Variación de la radiación solar a través de la atmósfera.

La atmósfera que es bastante menos transparente de lo que pudiera parecer a simple vista modifica la calidad y la cantidad de la radiación solar que llega a la superficie terrestre, como consecuencia de la suma de varios factores, la radiación solar sufre distintos fenómenos de reflexión y absorción acompañada de re-irradiación y difusión; que podemos esquematizar del siguiente modo (5):

- a. Una parte de la radiación es absorbida en modo selectivo y re-irradiada en todas las direcciones, y por consiguiente, con una pérdida efectiva en intensidad, de la radiación incidente. Responsable de este fenómeno son las moléculas de ozono  $O_3$  a las que se debe la fuerte absorción provocada en el campo ultravioleta; y las moléculas de  $O_2$ ,  $H_2O$ ,  $CO_2$ ,  $CH_4$  presentes en la estratosfera (hasta 10 Km de altura), que causan fuertes absorciones en el campo infrarrojo.
- b. Una parte de la radiación se propaga en todas las direcciones a causa del choque con las moléculas de gas y con las partículas de polvo, presente en la atmósfera. El choque con las moléculas de los distintos gases, produce una difusión proporcional a  $\lambda^{-4}$ , mientras que la colisión con el polvo, da lugar a una difusión proporcional a  $\lambda^{-1}$ .
- c. Una parte de la radiación resulta reflejada por las nubes hacia el espacio.
- d. La parte restante llega directamente a la superficie terrestre y constituye la radiación directa al cruzar la atmósfera.

La mayor o menor transparencia de la atmósfera depende también de las condiciones atmosféricas (5) como la presencia de nubes y humedad, provocando

atenuaciones mucho más drásticas, ya sea selectivamente o sobre el valor de la constante solar que a nivel del mar y con el sol en el cenit, puede reducirse a valores de orden de  $0.3 \text{ Kw/m}^2$ .

Es de importancia distinguir que además de la radiación directa, procedente del sol sin haber sufrido ningún cambio de dirección, llega también al suelo parte de la radiación re-irradiada por las moléculas y de la difusa por los gases y los polvillos, que en conjunto constituyen la radiación difusa.

Esta última se encuentra siempre presente: en un porcentaje del 20% cuando los días son completamente despejados; mientras que en los días de cielo cubierto, es la única presente.

La cantidad de la radiación directa que llega al suelo depende de distintos factores (5), los cuales determinan una diferente atenuación:

- a. La masa de aire atravesando m, es decir el recorrido que efectúa la radiación en la atmósfera.
- b. Las condiciones atmosféricas; éstas son determinantes dado que la radiación en el suelo se reduce sensiblemente cuando se encuentre presente en la atmósfera una fuerte concentración de humedad .

Además, la presencia de nubes modifica notablemente la distribución espectral de la

radiación solar que llega al suelo.

- c. El ángulo de latitud ( $\theta$ ) del lugar de observación  
 Con el aumento de la latitud, desplazándose desde el Ecuador al Polo Norte, el sol resulta cada vez más bajo sobre el horizonte, por consiguiente aumenta la masa de aire (A.M.).

**Variación de la radiación solar en relación con los movimientos terrestres.**

Las mayores variaciones de la radiación solar en el suelo de la tierra se deben a los movimientos de la tierra, es decir, al movimiento anual de revolución alrededor del sol y al movimiento diario de rotación. Esto se debe (5) a las siguientes causas:

- a. Variación del ángulo de declinación

Entre  $+23^{\circ}, 44\text{min}$  y  $-23^{\circ}, 44\text{min}$  de inclinación del eje terrestre respecto al plano de la órbita, producido por la órbita plano-elíptica que describe la tierra alrededor del sol, generando una excentricidad de la órbita de 0.017%.

- b. La latitud del lugar a observar la variación de flujo de la energía solar produce fundamentalmente la alternancia de las estaciones, y en segundo orden condiciona la evolución climática de las distintas regiones terrestres a causa del movimiento de rotación alrededor de su propio eje.

Consideraciones sobre el balance energético en el suelo:

El intercambio de energía entre la tierra y el espacio exterior se produce fundamentalmente entre dos componentes principales:

- a. La energía proveniente del sol y absorbida por la superficie terrestre
- b. La energía que la tierra re-irradia al espacio externo

La mayor parte de la energía solar que llega al suelo, es utilizada en procesos naturales tales como:

- a. La evaporación de las aguas de las superficies de las mares y lagos
- b. La síntesis clorofilica
- c. La determinación de las corrientes marinas

Es importante que la fracción de energía no utilizada, sea restituida al espacio exterior, permitiendo de esta forma obtener un balance térmico de equilibrio sobre la tierra. La radiación irradiada por la tierra se produce en el espectro infrarrojo, principalmente entre 8 y 12  $\mu\text{m}$ .

Con la intención de aprovechar la energía solar, se puede verificar que una de las dificultades es el bajo valor de la densidad de potencia de radiación incidente.



Esto explica el porque de la necesidad de obtener sistemas de captación y de conversión de la energía solar, los más precisos y refinados posibles.

**Métodos** utilizados en el **proceso** de conversión de la energía **solar** en energía **térmica**

Fundamentalmente son dos y se basa en el empleo de dos diferentes tipos de colectores de energía solar, los de concentración y los planos.

**Colectores de concentración**

Estos colectores están constituidos por un elemento reflectante cuya misión es la de focalizar la radiación solar sobre una superficie de absorción limitada. La relación entre el Área del concentrador de un sistema óptico y el Área del receptor o absorbente de la radiación constituye la relación de concentración.

La función del elemento de concentración es la de obtener una alta densidad de potencia incidente en el receptor, con el fin de producir calor con una temperatura mayor de **100°C**.

**Ventajas**

- a. Utiliza una mayor densidad de potencia en el receptor lo que implica un Área inferior del mismo.
- b. Las pérdidas térmicas son pequeñas.
- c. Se obtienen temperaturas elevadas de trabajo.

### Desventajas

- a. Utilizan estos concentradores solamente radiación directa.
- b. El funcionamiento con la radiación directa, trae consigo el empleo de dispositivos para la orientación continua o la semi-orientación continua. Estos dispositivos inciden gravemente en el costo total de la instalación solar.
- c. Adquiere gran importancia las pérdidas ocasionadas por imperfecciones ópticas.

Trabajar a altas temperaturas significa aumentar el factor de concentración y esto puede hacerse solamente aumentando la precisión de los dispositivos ópticos de focalización, o sea aumentando los costos de la instalación.

En base a las características ópticas constructivas del concentrador, dichos dispositivos pueden clasificarse (7) en:

- a. Colectores de Reflexión: Emplea superficies especulares
- b. Colectores de Refracción: Emplea elementos transparentes
- c. Colectores lineales: Se desarrollan en una dimensión
- d. Colectores puntiformes: Se desarrollan en dos dimensiones

e. Colectores de estructura continua

f. Colectores de estructura discontinua

**Equipos para el estudio y la experimentación sobre los colectores con concentración en un punto único**

#### Espejo esférico

Este equipo está constituido (7), de un espejo esférico en vidrio, tratado para obtener la reflectividad máxima, está equipado con protección posterior antihumedad.

#### **Colector Espejo parabólico**

Está constituido (7) por un espejo parabólico de vidrio tratado para obtener la reflectividad máxima con protección antihumedad.

#### **Lente de Fresnel**

El colector está constituido (7), por un lente de Fresnel de forma cuadrada de 270 mm por lado; longitud focal de 290 mm, elaboración de 50 líneas/pulg.

#### **Colector semicilíndrico**

El colector está constituido (8) por un reflector semicilíndrico de aluminio brillante y por un elemento absorbedor compuesto de un tubo de aluminio

anodizado negro opaco, encerrado dentro de un tubo de vidrio pyrex.

#### Colector Axición

Está constituido (8) por un cono en aluminio brillantado para obtener la reflectividad máxima.

#### Colector con lente plano-cilindrico

El colector está constituido (8) por un lente plano cilíndrico rectangular.

#### Per-seguidor Solar

El perseguidor solar (12) es un equipo electrónico, que tiene como finalidad asegurar el perfecto seguimiento solar.

Puede ser utilizada con todos los concentradores acoplándose con facilidad con:

- El espejo esférico
- El espejo parabólico
- Lentes de Fresnel
- Colector semicilíndrico
- Colector axición
- Colector con lente plano-cilíndrico

#### Colector plano

Los colectores solares planos son colectores sin concentración que efectúan la transformación de la

energía solar en energía térmica a baja temperatura, capaces de aprovechar la radiación directa con la difusa, no necesariamente orientadas. Pueden ser utilizados en diferentes aplicaciones (11) como:

- a. Suministro de energía en los edificios (agua caliente, sanitaria, calefacción y acondicionamiento).
- b. Climatización de piscinas.
- c. Producción de calor para aplicar en procesos de elaboración agrícola como secador de productos agrícolas.
- d. Producción de calor para procesos industriales.

Un colector plano está compuesto básicamente (11) por una superficie absorbente de radiación, cubierta por una placa transparente, la parte inferior de la superficie absorbente debe estar aislada para reducir las pérdidas de calor hacia abajo. Para retirar el calor absorbido se hace circular por el receptor de aire, agua u otro fluido.

Según (3), la máxima temperatura que puede alcanzarse con un colector plano se logra cuando no se le extrae ningún calor útil a través del medio portador de calor, está es la temperatura de funcionamiento vacío, Según la concepción y la calidad del colector solar, y la intensidad de la radiación incidente se obtiene distintas cifras.

Con una radiación incidente de  $930.4 \text{ w/m}^2$ , un colector dotado de un solo vidrio puede alcanzar una temperatura de funcionamiento en vacío de unos  $100^\circ\text{C}$ , mientras que si lleva triple vidrio podrá llegar a unos  $120^\circ\text{C}$ . El número de vidrios aumenta la cantidad de energía captada, pero con más de tres capas de vidrio, la pérdida de reflexión y absorción son demasiado grandes para que resulte económico.

En los colectores solares planos con medio líquido, el medio transportador del calor es agua o cualquier otro líquido. El líquido en circulación refrigera constantemente la superficie absorbidora y, a través de un sistema de tuberías, lleva el calor captado, directamente al aparato consumidor o a un acumulador.

Los colectores de aire funcionan también de la misma forma que los colectores de líquido, pero en lugar de agua en el colector se calienta aire que se lleva a un acumulador, los colectores de aire suelen utilizarse para la calefacción y refrigeración de locales.

## CAPITULO III

### DESTILACION

#### 3.1. TECNICA DE DESTILACION DE AGUA

La idea de obtener agua dulce no solo a partir de agua salada sino también a partir del agua contaminada o turbia no es nuevo:

En la antigüedad conocían ya, que cuando el agua de mar se evapora, se convierte en agua dulce y su sabor, una vez condensada no es salado. En este principio se han basado todos los sistemas de destilación de agua.

La investigación clásica utilizado por navios, consistía en un recipiente que contiene en su parte interior el agua de mar que hay que destilar, ésta masa de agua recibe calor por medio de una llama o una resistencia eléctrica, el vapor de agua recibido se eleva y se condensa en las partes altas sobre su condensador, por el que circula agua de mar, el destilado se recoge bajo el condensador.

#### MULTIFLASH

Esta técnica de destilación para desalinizar agua de mar consiste en varias decenas de niveles parecidos a los de la figura 3.1.1.3 los niveles están dispuestos en serie y cada uno funciona a temperatura y presión ligeramente similares a las del precedente. El agua de mar sufre primero un pre-

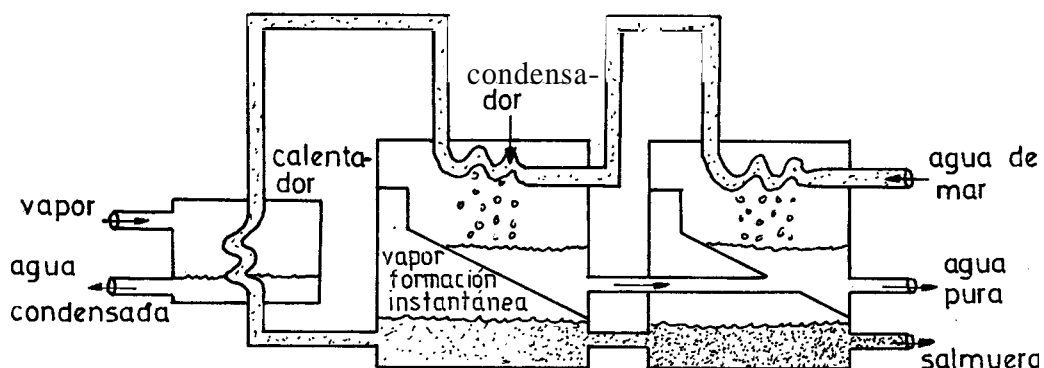


FIG. 31.1.a TECNICA MULTIFLASH

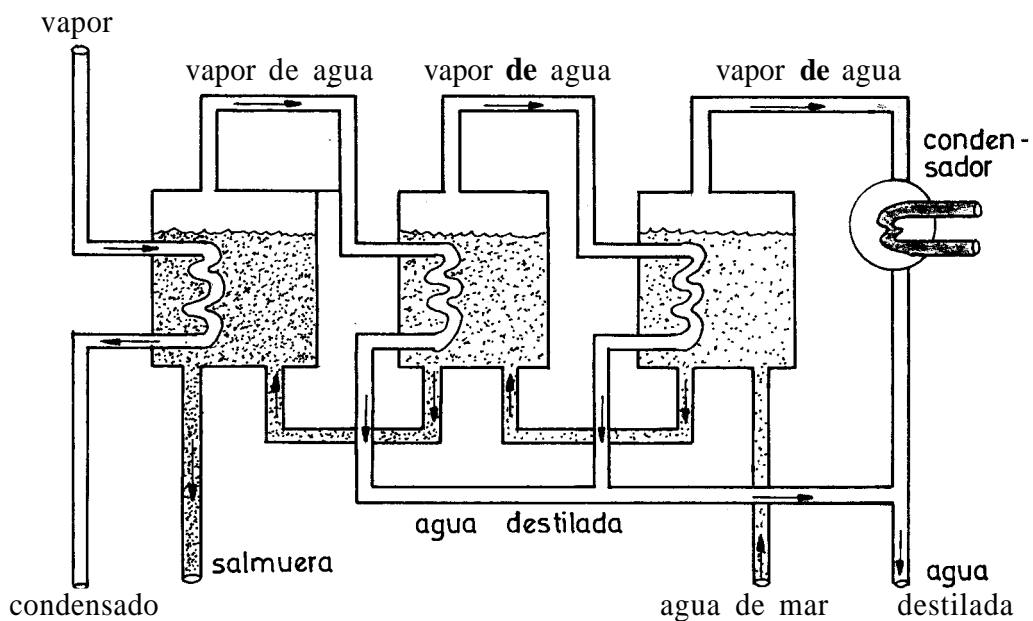


FIG. 3.1.1. b TECNICA MULTIPLE EFECTO



calentamiento al pasar por los condensadores de los distintos niveles, luego se calienta hasta los 90-100°C con una caldera de vapor, seguidamente penetra en una serie de cámaras de destilación; siendo más baja la presión en el interior, parte del agua se evapora instantáneamente. El agua no evaporada pasa a las cámaras siguientes, dejando en cada una de ellas, un poco de vapor siguiendo el mismo mecanismo. El vapor formado en cada planta es condensado en forma de agua dulce.

Esta técnica permite reducir los problemas de incrustaciones de la superficie de intercambio.

#### 'MULTIPLE EFECTO

Esta técnica de destilación está formada por varios evaporadores puestos en serie y que funcionan a presiones decrecientes, desde el primero que es el más caliente al último que es el más frío.

Solo el primero recibe el vapor directamente de la caldera y el condensado vuelve a ella. El vapor producido en este primer evaporador sirve para calentar el siguiente y el condensado es su producción de agua dulce. El proceso se repite de evaporador a evaporador hasta el último, cuyo vapor se condensa en el condensador final.

La producción total es la suma del condensado de cada evaporador.

### COMPRESION DE VAPOR

En esta técnica, el agua de mar es llevada a ebullición en una cámara de evaporación aislada térmicamente. El vapor de agua producido es comprimido, sea con un compresor mecánico, sea con un eyector de vapor, la que tiene por efecto el aumento de su temperatura en algunas grados (3 a 5 °C por ejemplo). El vapor comprimido se condensa para obtener el agua destilada. Esta condensación a temperatura superior a la del agua de mar permite recuperar el calor latente y mantener la ebullición del agua de mar. Este procedimiento está limitado actualmente a capacidades bastante pequeñas (de 50 a 500 m<sup>3</sup>/día) por razones técnicas (dimensiones de los compresores).

Otras técnicas para extraer agua dulce en la que no se lleva a evaporación el agua se ha desarrollado como la separación del agua y las sales disueltas por medio de membranas.

### ELECTRODIALISIS

Este procedimiento de membrana consiste en eliminar las sales, disueltas en el agua salobre por migración a través de una membrana selectiva bajo la acción de un campo eléctrico.

Las membranas que se utilizan son de dos tipos:

Las membranas aniónicas, que tienen la propiedad de

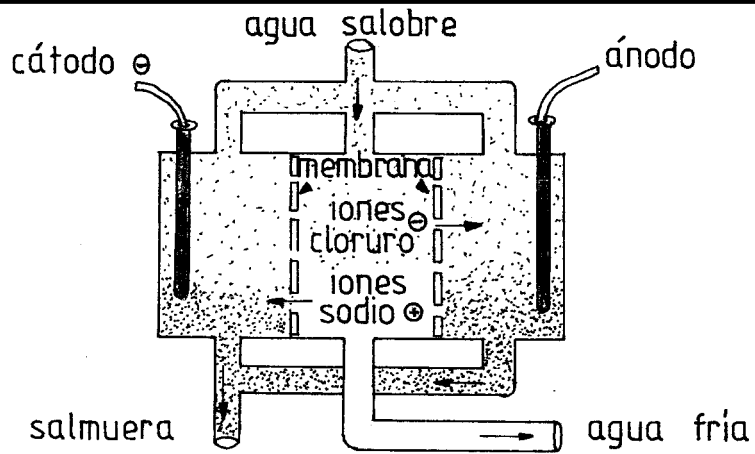


FIG. 3.1.2.a Electrodiálisis

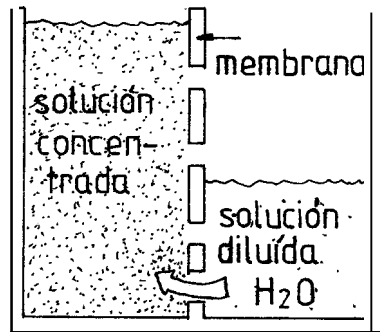


FIG. 3.1.2 b. Osmosis

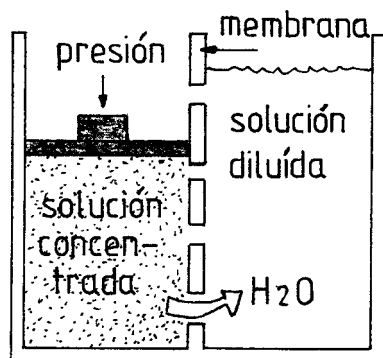


FIG. 3.1.2.c. Osmosis inversa

ser permeables únicamente a los cationes ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^+$ ). Tales membranas están constituidas por polímeros orgánicos del tipo poliestireno-divinyl-benceno sobre los cuales se han fijado grupos funcionales, sean sulfónicos ( $\text{SO}_3^-$ ) para las membranas catiónicas, sea amonio cuaternario ( $-\text{NR}_3^+$ ) para las membranas aniónicas. La selectividad de estas membranas pueden explicarse como sigue:

En el caso de una membrana catiónica, el grupo funcional  $-\text{SO}_3^-$  está retenido en la cadena molecular por un lazo muy fuerte, al enlace covalente. Por el contrario un catión como el  $\text{Na}^+$  no está ligado más que por un enlace iónico; este enlace, infinitamente más débil que el covalente le confiere una gran movilidad. Así, los cationes provenientes de un medio exterior podrán penetrar en la membrana y tomar el lugar de los iones  $\text{Na}^+$ . Por el contrario los aniones no pueden reemplazar los grupos  $\text{SO}_3^-$ , muy bien ligados y por lo tanto, no penetran en la membrana. Tales membranas se presentan en forma de láminas de un espesor comprendido entre 0.2 y 0.8 mm.

#### OSMOSIS INVERSA

Este proceso se asemeja a una filtración a escala molecular por medio de una membrana que presenta la propiedad particular de detener las moléculas de sal

y dejar pasar las moléculas de agua.

Esta técnica consiste en un recipiente dividido en dos compartimientos mediante una membrana semipermeable. En un compartimiento hay agua pura y en el otro agua salada. Se observa un flujo de agua pura hacia el compartimiento con agua salada, éste es el fenómeno de la ósmosis, pero si se intenta impedir este flujo de agua practicando una presión sobre la solución más concentrada, disminuye la cantidad de agua que traspasará por ósmosis.

Llega un momento, al aumentar dicha presión que el flujo de agua para. Esta presión de equilibrio es la denominada presión osmótica. Si, al contrario, se ejerce una presión superior a la presión osmótica, se obtiene un flujo inverso del agua salada al agua pura. Esta agua es dulce puesto que las sales no pueden atravesar las membranas. Esto es la ósmosis inversa.

#### CONGELACION

Esta técnica consiste en enfriar el agua de mar hasta un punto de congelación ( $-2^{\circ}\text{C}$ ), en donde se obtiene cristales de agua pura, mientras que el resto de la solución se enriquece en sales disueltas separando los cristales de hielo, provocando su función se obtiene agua dulce.

Esto se basa en que la solubilidad de las sales en

un líquido disminuye con la temperatura y se convierte en casi nula en el hielo.

#### TRANSPORTE DE ICEBERG

Consiste en remolcar icebergs de las regiones polares a lugares muy alejados para utilizarlos como fuente de agua dulce. Ya entre 1890 y 1900 pequeños icebergs fueron arrastrados por barcos y navegaron entre Laguna y San Rafael en Chile hasta Valparaíso e incluso hasta El Callao, en el Perú, cubriendo una distancia de 3900 Km.

#### AGUA DE LA ATMÓSFERA

En los lugares donde no existe agua salina y no se puede obtener agua dulce de los ríos, lagos o el subsuelo, existe la posibilidad de obtenerla a partir del aire, bien como agua líquida en forma de niebla, bien como rocío depositado durante las noches frías o como vapor de agua extraído del aire húmedo.

La mayoría de estas instalaciones presentan muchas desventajas para su utilización como en los casos de Multiflash y Múltiple Efecto, pues son grandes consumidores de energía de origen fósil, además del funcionamiento a altas temperaturas de estos procedimientos plantean frecuentemente problemas de corrosión.

En cuanto a los procedimientos como la separación por membranas y en particular la ósmosis inversa, es una técnica que necesita un sofisticado acondicionamiento preliminar de agua de mar, que comprende (a) Inyección en el agua a tratar, de cantidades pequeñas del orden de algunas ppm, de productos anti-incrustantes. (b) Adición de ácido fuerte al agua a tratar, para descomponer los bicarbonatos que son causantes de la precipitación como carbonatos de calcio ( $\text{Ca CO}_3$ ) (c) Precipitación preliminar de los elementos que provocan las incrustaciones (Calcio, Magnesio), antes de enviar el agua a la unidad de desalación.

Esta técnica requiere de membranas de alta permeabilidad, para que puedan trabajar a baja presión, de lo contrario aumenta el consumo de energía. La obstrucción engendra un aumento de la resistencia al traspaso y una disminución de la capacidad de producción de la instalación, la que requiere un permanente mantenimiento.

En estas instalaciones uno de los factores que más pesan hoy en día es el consumo de energía ya que se tiene que tomar en cuenta el aumento constante de los precios de la energía que sumados al costo de las instalaciones auxiliares, especialmente para bombeo que son indispensables para el funcionamiento de estas unidades, elevan el costo de el agua dulce.

La posibilidad de transportar iceberg, es un sistema de abastecimiento en el que existen muchos problemas tecnológicos por resolver: La desintegración de iceberg durante el transporte; la poca profundidad del oceano en ciertos sectores, la distribución del agua a la llegada, son algunos de los factores que no permiten un uso adecuado de esta técnica.

### 3.2. DESTILACION SOLAR DEL AGUA

La destilación del agua salobre o turbia por medio de la radiación solar, representa la forma más simple y antigua de aprovechamiento de dicha forma de energía.

La mayor parte de los destiladores solares están constituidos por una batea que contiene agua turbia o salobre cubierta por un **techo** transparente inclinado que termina sobre un canal.

Los rayos del sol que pasan a través del techo transparente son absorbidos por un fondo ennegrecido de la batea; ésta se calienta y cede calor al agua salina que contiene. Mientras el agua se calienta, crece la presión del vapor; por lo tanto, el interior del destilador se llena con una mezcla de **aire** y vapor.

Las condiciones de equilibrio térmico durante el funcionamiento, son tales, que la superficie de la lmina transparente se encuentra a una temperatura



más baja que la de la mezcla vapor-aire.

Esto trae como consecuencia la condensación del vapor de agua sobre la pared interna del techo transparente, que luego se escurre a lo largo de las paredes inclinadas, llegando hasta el canal que lo transporta hasta un depósito para el agua destilada, producto final de este proceso.

El destilador actúa como una trampa de calor (como un invernáculo), ya que el techo es transparente a la luz solar que llega, pero opaco a la radiación infrarroja emitida por el agua caliente y por el fondo caliente ennegrecido de la batea.

El techo mantiene encerrado todo el vapor, evitando eventuales fugas, y al mismo tiempo impide que el viento pueda entrar en contacto con el agua salina para enfriarla.

El ritmo de difusión del líquido, desde la cubeta hasta la cubierta, a través de las películas del agua inmóvil, es mayor cuanto mayor sea la diferencia de presión entre el agua salina y el agua que se condensa debajo del techo transparente, más frío.

Esto significa que el volumen de agua destilada depende fundamentalmente de la diferencia de temperatura existente entre la superficie del líquido y la cubierta transparente, que a su vez está determinada, por la intensidad de la radiación

solar y por la disposicibn constructiva del destilador.

En la relacidn entre la temperatura y la presidn de vapor de agua se puede verificar que a temperaturas progresivamente superiores a la del ambiente, una pequeña diferencia de temperatura genera un notable aumento de presidn de vapor en la curva de evaporacidn.

Además del valor de la radiacidn y de las caracterfsticas constructivas del destilador como cubierta transparente, material y aislamiento, etc, otros elementos que influyen en el rendimiento total son: la temperatura ambiente, el nivel del agua salina generalmente de 1 a 100 cm, según las dimensiones de la instalacibn, la velocidad y la direccin del viento.

Con respecto a la velocidad del viento, si se aumenta la misma hasta un valor máximo de 50 m/seg, aumenta el rendimiento del destilador, ya que se eleva la cantidad de calor eliminado por la cubierta incrementando la velocidad de condensacidn sobre esta última, y con esto se acelera el proceso de evaporacibn y se mejora el rendimiento del destilador, que puede incluso llegar al 25%.

Si posteriormente aumenta la velocidad del viento, se producirá una disminucibn de la temperatura del agua salina, disminuyendo la velocidad de

evaporación y el rendimiento del destilador. La dirección más favorable del viento, sería la paralela a las superficies de condensación con respecto a la naturaleza de las superficies transparentes que se utilizan en los destiladores solares, las cubiertas de plástico comparadas con las de vidria presentan la ventaja de un costo menor, de ser menos frágiles, de poder transportarse con mayor facilidad debido a su menor peso, y de poder instalarse y desmontarse con menos dificultad, pero tienen la desventaja de durar menos, y de que el agua se condensa en forma de gotas, en vez de hacerlo como una película homogénea y continua. Estas pequeñas gotas se dispersan, reflejan parte de la luz solar que llega, y dan al techo un aspecto plateado, además algunas de estas gotas caen dentro de la batea de **agua** salina antes de poder deslizarse hasta los canales de recolección. Este fenómeno se acentúa notablemente cuando el techo de plástico **no** es del tipo rígido, y por lo tanto, puede ser fácilmente sacudido por el viento. Otra de las desventajas está representada por el hecho de que los revestimientos de plásticos, debido a **sus** propiedades electrostáticas, atraen el polvo. Las instalaciones de destilación provistas con este tipo de cubiertas, deberían por este motivo someterse a lavados periódicos con el fin de obtener

un rendimiento satisfactorio.

La calidad del material plástico juega un papel muy importante respecto a la utilización práctica. Es muy importante que la superficie del plástico utilizado permita una adherencia homogénea del líquido, pues en caso contrario, el agua se condensa en forma de pequeñas gotas que disipan la luz y que tienden a caer nuevamente dentro de la cubeta de agua salina. Además una película de agua en el techo, clara y continua, disminuirá las pérdidas energéticas debidas a la reirradiación infrarroja.

### 3.3. METODOLOGIAS DE INSTALACION DE DESTILADORES SOLARES.

La producción de agua destilada que luego puede remineralizarse para la alimentación, mediante el empleo de sales minerales de origen vegetal, polvos, minerales, etc; se realizan fundamentalmente utilizando:

- a. Solamente la energía solar;
- b. La energía solar combinada con sistemas de precalentamiento para favorecer la condensación; y sucesivamente condensado, como agua blanda.

Entre los destiladores que adoptan principalmente la metodología podemos citar:

### Destilador solar de gran profundidad

Estos destiladores se colocan directamente sobre el suelo arenoso sin aislamiento interpuesto. El terreno seco es mal conductor del calor, y la superficie del destilador permite únicamente una pérdida relativamente pequeña de calor por los bordes. Los 30 cm de agua y el terreno seco debajo, mantienen el calor durante la noche. La destilación continua a un ritmo constante durante las 24 horas del día.

Para construir uno de estos destiladores se nivela y prepara el terreno para recibir una capa de asfalto negro en el fondo y los lados, que son ligeramente redondeados. Sobre ésta se coloca directamente soportes fabricados con bloques de hormigón armado sobre los que descansan las laminas de vidrio sencillo colocados sobre una superficie inclinada con la horizontal. Los canalones de acero inoxidable transportan el agua condensada.

### Destilador solar con paños

Son fabricados de madera, sostenidos con estructura de hierro y formando un ángulo mayor de 10° con la horizontal.

En el fondo aislante se coloca una hoja de plástico impermeable sobre el que se coloca un paño negro y sobre el una cubierta de plástico o vidrio. El agua

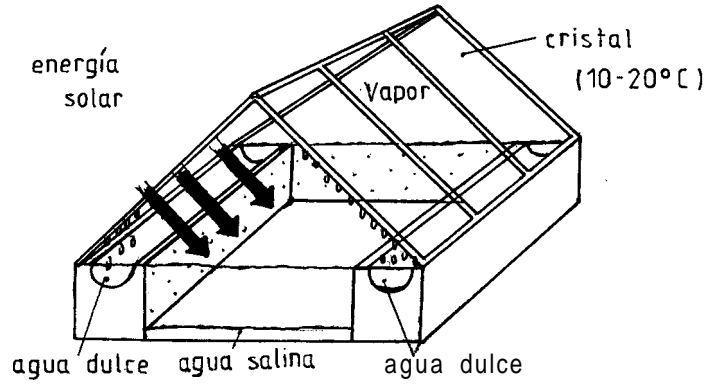


FIG. 3.3.1.a DESTILADOR SOLAR DE GRAN PROFUNDIDAD

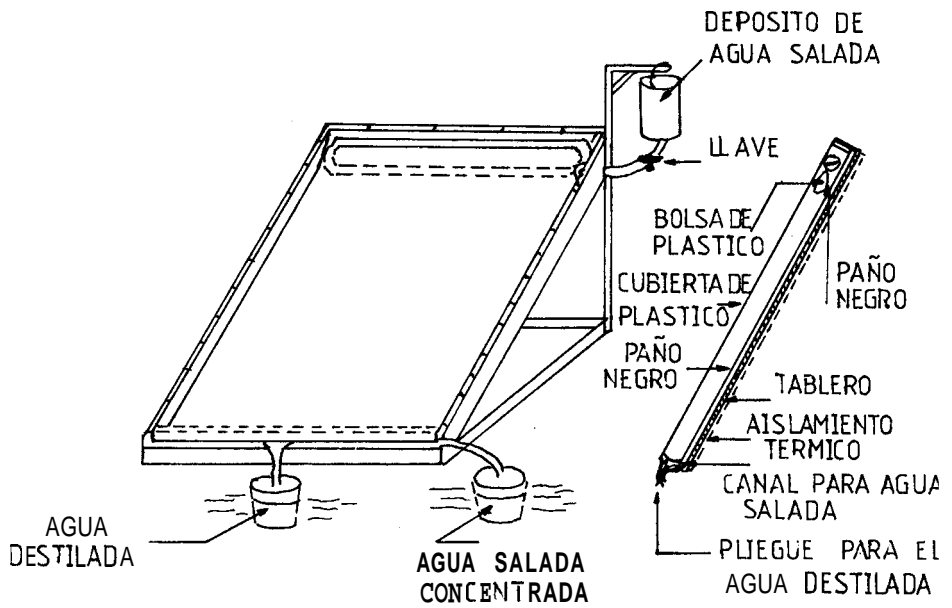


FIG. 3.3.1.b DESTILADOR SOLAR CON PAÑOS

fluye lentamente desde la parte superior del paño y parte de ella se evapora y condensa en el interior de la cubierta.

El resto baja hacia la parte inferior en donde se concentra hasta que deposita las sales, reflectantes y de color blanco.

#### Destilador esférico de barrido

El destilador esférico de barrido está formado por una semiesfera de plexiglass u otro material plástico transparente que descansa sobre unos soportes.

En su parte media está situada la cubeta, aislada por su parte inferior donde contiene el agua a destilar; que puede ser agua de mar, agua contaminada o turbida; esta cubeta descansa sobre tres apoyos de materia plástica situadas en la esfera, dispone de un sistema mecánico de recuperación del agua destilada por medio de un limpia parabrisa movido por un motor eléctrico. La condensación se efectúa sobre la semiesfera superior y el condensado se recoge en la base de la semiesfera inferior.

#### Destilador solar de simple efecto

Está formado por una bandeja con el agua contaminada o turbida, tiene una sola cara expuesta al sol que

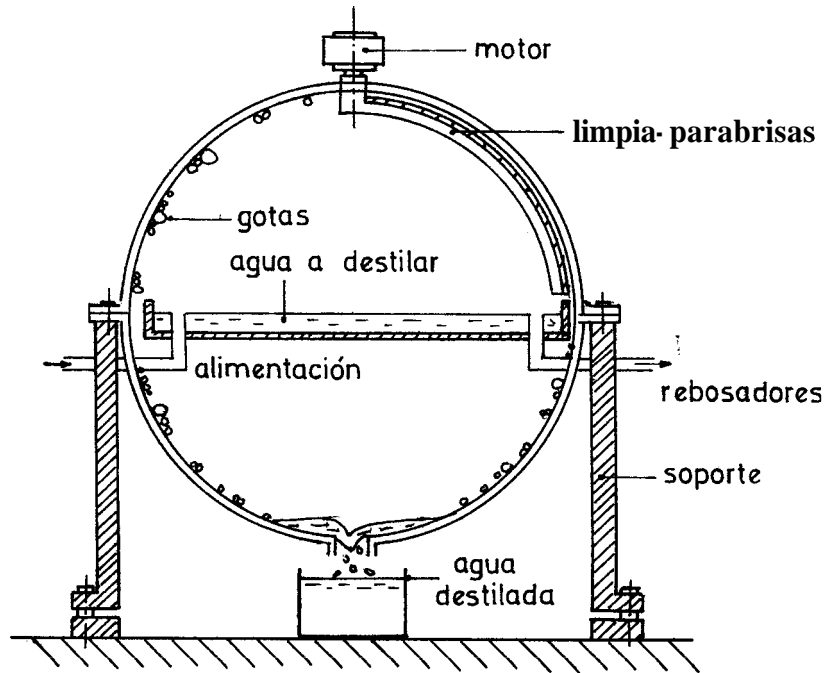


Fig.3.32.a: Destilador solar esférico con barrido

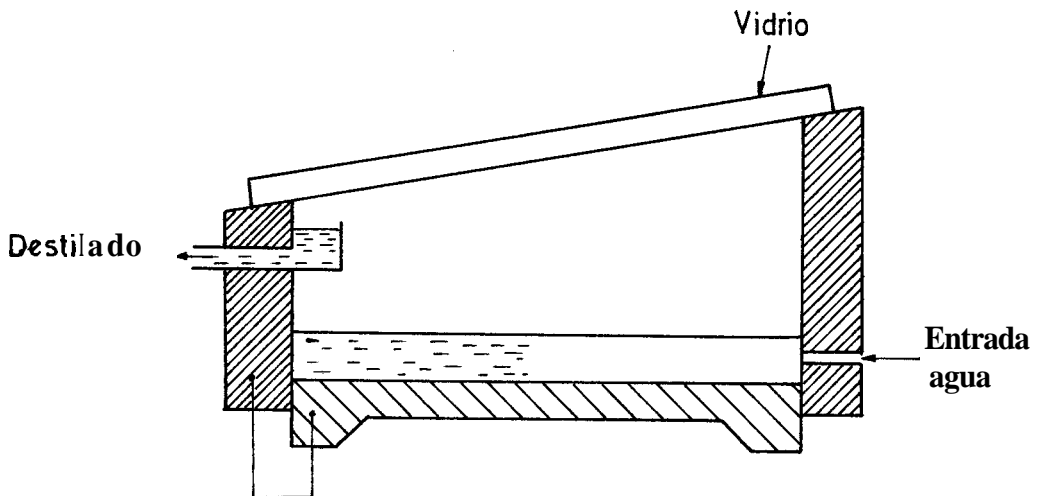


Fig.3.32.b Destilador solar de simple efecto



está cubierta con un vidrio o plástico.

En estos equipos la energía de entrada es exactamente igual al calor de vaporización del agua, siendo inutilizable la pérdida de calor por condensación respecto al sistema excepto para mantener la temperatura del agua caliente.

#### **Destilador solar en cascada**

Es un destilador solar inclinado de dos caras, con pequeñas bandejas con agua en cascada, colocados a una corta distancia de la cubierta de vidrio. La profundidad media efectiva del agua es pequeña. Este equipo es modular y puede ser separada la una cara de la otra porque es completamente independiente.

Una pequeña masa de agua se calienta más rápido que una gran masa de agua sometida a las mismas condiciones. Como la temperatura de la capa superficial del agua determina la presión del vapor de agua, su temperatura debe ser tan alta como sea posible, estas características son consecuencia de la distancia corta entre la cubierta de vidrio y la capa de agua contaminada o turbia.

### **3.4. PLANTEAMIENTO DE LAS ECUACIONES DE LOS INTERCAMBIOS TÉRMICOS EN LOS DESTILADORES SOLARES.**

La radiación solar incidente sobre la cubierta de un destilador está sujeta a la reflexión y absorción

de la cubierta y por lo tanto de la superficie del agua.

La radiación solar en el agua a destilar, es transferida a la cubierta por medio de un mecanismo simultáneo de evaporación, radiación y convección. Parte del calor también se pierde por conducción por los lados y base.

Según (3), analiza las ecuaciones de transferencia de calor de los destiladores solares asumiendo que el sellamiento del destilador es perfecto, considerando que tanto el aire húmedo interno como el agua salada no pueden salir del destilador.

Balance térmico de la masa de agua a destilar:

$$q_{r,ag-v1} + q_{c,ag-v1} + q_e + q_p + (mc_p)_{ag} \frac{dT_{ag}}{dt} = G\alpha_{n,ag} \quad (3.4.1)$$

Donde:

$q_{r,ag-v1}$  = Calor de radiación desde el agua a la cubierta de vidrio,  $W/m^2$

$q_{c,ag-v1}$  = Calor convección desde el agua a la cubierta de vidrio,  $W/m^2$

$q_e$  = Calor de evaporación-condensación desde el agua a la cub. de vidrio,  $W/m^2$

$q_p$  = Calor perdido por los costados y base del destilador,  $W/m^2$

$(mc_p)_{ag} \frac{dT_{ag}}{dt}$  = Calor ganado por el agua del dest. en un tiempo determinado,  $W/m^2$

$G$  = Radiación incidente total,  $W/m^2$

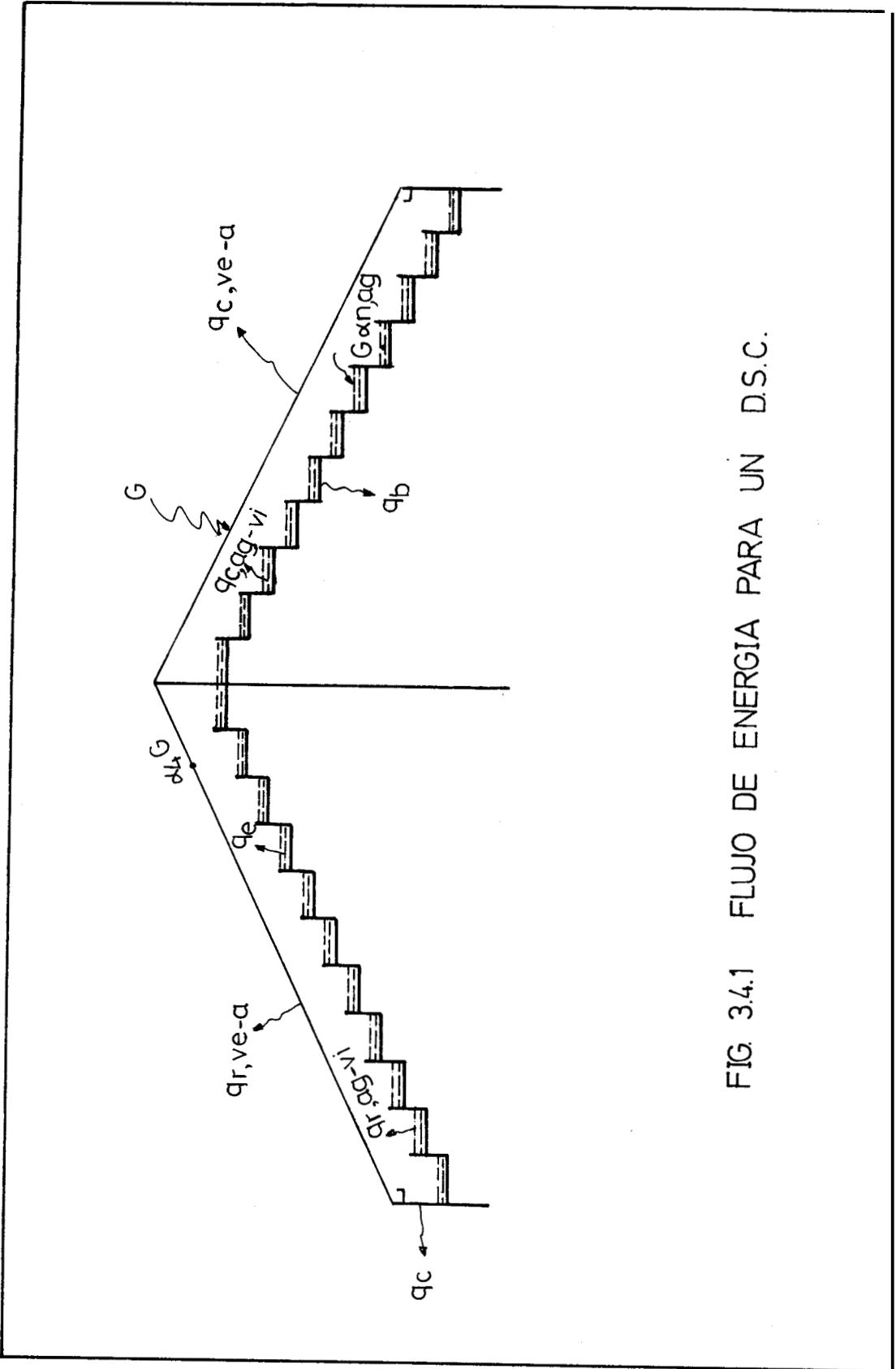


FIG 3.4.1 FLUJO DE ENERGIA PARA UN D.S.C.

$\epsilon_v$  = Emisividad del vidrio

$A_{ag}$  = Area de superficie de agua a destilar,  $m^2$

$A_v$  = Area del vidrio,  $m^2$

En el destilador solar en cascada el área del vidrio y del agua es paralela. Se encuentra a una distancia pequeña el vidrio de el agua, por lo tanto (3) explica que para la radiación entre dos placas paralelas separadas por una distancia finita tenemos que:

$$A_v = A_{ag} \quad (3.4.4)$$

$$F_{ag-v1} = 1 \quad (3.4.5)$$

Reemplazando (3.4.4) y (3.4.5) en (3.4.3) obtenemos:

$$q_{r,ag-v1} = \frac{(T_{ag}^4 - T_{v1}^4)}{\frac{1}{\epsilon_{ag}} + \frac{1}{\epsilon_v} - 1} \quad (3.4.6)$$

Para espesores mayores a 0.1 mm en (24) encontramos

$$\epsilon_{ag} = 0.957 \text{ y } \epsilon_v = 0.94.$$

Heemplaiando las emisividades de vidrio, agua y la constante de Stefan-Boltzmann en (3.4.6), obtenemos:

$$q_{r,ag-v1} = 5.1084 \times 10^{-8} (T_{ag}^4 - T_{v1}^4) \quad (3.4.7)$$

**Calor de Convección desde el agua hasta la cubierta:**

$$(q_{c,ag-v1}), (W/m^2)$$

En definiciones realizadas por (25) expresa que el número clave que hay que buscar para determinar un sistema es el número de Nusselt, debido a que las

pérdidas térmicas están determinadas por la ecuación de Newton.

$$Q/A = h_e' \Delta T \quad (3.4.8)$$

En donde:

$h_e'$  = Coeficiente de transferencia de calor por convección,  $W/m^2-^{\circ}C$

$\Delta T$  = Diferencial de temperatura entre el agua y el vidrio,  $^{\circ}C$

Por definiciones de transferencia de calor en (25), los grupos adimensionales normales utilizados en los estudios de convección son:

Número de Nusselt (Nu).

Este Número representa físicamente el coeficiente de transferencia térmica adimensional.

$$Nu = h_e' (L/k) \quad (3.4.9)$$

donde:

$k$  = conductividad térmica,  $W/m-^{\circ}C$

$L$  = dimensión, m

Número de Reynolds (Re).

Físicamente representa la relación entre las fuerzas de inercia y las viscosas, utilizando la descripción de la convección forzada, donde el fluido tiene una velocidad inicial respecto a la superficie caliente.

$$Re = \delta v L/\mu \quad (3.4.10)$$

donde:

$\delta$  = densidad del fluido,  $\text{Kg/m}^3$

$v$  = velocidad del fluido,  $\text{m/seg}$

$\mu$  = viscosidad dinámica,  $\text{Kg/m-seg}$

Número de Prandtl (Pr).

Representa físicamente la relación entre las difusividades moleculares de cantidad de movimiento respecto al calor.

$$\text{Pr} = \mu \text{ Cp/k} \quad (3.4.11)$$

donde:

Cp = calor específico,  $\text{KJ/Kg-}^\circ\text{C}$

!

Número de **Grasshot** (Gr).

Físicamente representa la relación entre las fuerzas de flotación y las viscosas; substituye a Re en el caso de la convección natural.

$$\text{Gr} = L^3 \delta^2 g \beta' \frac{\Delta T}{\mu^2} \quad (3.4.12)$$

donde:

$g$  = aceleración de la gravedad,  $\text{m/seg}^2$

$\beta'$  = dilatación volumétrica del **gas**

Número de Rayleigh (Ra).

Representa la relación entre las fuerzas de flotación térmica y la inercia viscosa.

En (25) explica que al utilizar números adimensionales buscamos una ecuación que relacione lo que buscamos, el valor del número de Nusselt, en

función del número de variables; en el caso de convección natural tenemos:

$$Nu = f(Gr), g(Pr) \quad (3.4.13)$$

Reemplazando en (3.4.11) y (3.4.12) en (3.4.13) y esta en la ecuación (3.4.9), obtenemos:

$$\frac{hc'L}{k} = \frac{(L^3 \delta^2 g \beta' \Delta T)}{\mu^2} \frac{(Cp \mu)}{k} \quad (3.4.14)$$

Por definición en (3), tenemos que:

$$Pr = \frac{\mu Cp}{k} = \frac{\nu}{\alpha} \quad (3.4.15)$$

donde:

$\nu$  = Viscosidad cinemática,  $m^2/seg$

$\alpha$  = Difusividad térmica,  $m^2/seg$

Reemplazando (3.4.15) en (3.4.14) obtenemos:

$$\frac{hc'L}{k} = \frac{(L^3 \delta^2 g \beta' \Delta T)}{\alpha} \frac{\nu}{\alpha} \quad (3.4.16)$$

arreglando (3.4.16), obtenemos:

$$\frac{hc'L}{k} = \frac{(L^3 g \beta' \Delta T)}{\alpha} \frac{\nu \delta^2}{\mu^2} \quad (3.4.17)$$

reemplazando (3.4.15) en (3.4.17) obtenemos:

$$\frac{hc'L}{k} = \frac{(L^3 \delta^2 g \beta' \Delta T)}{\alpha} \frac{\nu}{z} \quad (3.4.18)$$

Simplificando (3.4.18) obtenemos:

$$\frac{hc'L}{k} = \frac{(L^3 g \beta' \Delta T)}{\alpha} \quad (3.4.19)$$

de (3), se define el número de Reynolds de la

siguiente forma:

$$Re = \frac{L^3 g \beta' \Delta T}{a} \quad (3.4.20)$$

Reemplazando (3.4.20) en (3.4.19) tenemos:

$$\frac{hc' L}{k} = Fie \quad (3.4.21)$$

Por la definicidn del número de Grasshot (Gr), en el caso de la convección natural, reemplaza el número de Fie.

En (24), para cavidades horizontales con aire Jacob ha relacionado los datos de Mully Rainer, para cavidad con aire forzado por dos placas horizontales paralelas, cuando el flujo de calor es ascendente. Para nbneros de Grasshot menores a  $10^8$  la conduccibn controla la transferencia y  $hc' = k/\lambda$ . Para un intervalo limitado de los nbmeros de Grasshot, los datos son correlacionados por la ecuacibn de la forma:

$$Y' = CX^n \quad (3.4.22)$$

Por lo tanto comparando la ecuacidn (3.4.22) con la ecuacibn (3.4.21), obtenemos:

$$\frac{hc' L}{k} = C(Re)^n \quad (3.4.23)$$

de (24) conocemos que de las correlaciones realizadas por Jacob, para números de Gr entre  $3.2 \times 10^6$  a  $10^7$  tenemos:

$C = 0.075$ ,  $n = 1/3$ ; reemplazando estos valores en



(3.4.23):

$$\frac{hc' L}{k} = 0.75(Re)^{1/3} \quad (3.4.24)$$

Para la ecuación (3.4.24) de (24), desaparece  $L$  y la ecuación (3.4.24) se reduce a la ecuación de placas calientes únicas dando la cara superior al aire.

$$\frac{hc'}{k} = 0.75(\Delta T)^{1/3} \quad (3.4.25)$$

Despejando  $hc'$  y reemplazando  $k$  en la ecuación 3.4.25, obtenemos:

$$hc' = 0.884 (\Delta T)^{4/3} \quad (3.4.26)$$

Las máximas temperaturas que puede alcanzar el agua en el periodo de un destilador llegan a temperaturas menores que  $130^{\circ}\text{C}$ .

Por lo tanto las diferencias de temperatura entre el agua ( $T_{\text{ag}}$ ) y temperatura de vidrio ( $T_{\text{v1}}$ ), se encuentran restringidas a un valor máximo de temperatura y presión correspondientes.

$$T_{\text{ag}} = 130^{\circ}\text{C} \quad P_1 = 2016 \text{ mm Hg}$$

De tal manera que (3) recomienda la siguiente diferencia de temperatura:

$$\Delta T = T_{\text{ag}} \frac{2016 - P_{\text{v1}}}{2016 - P_{\text{ag}}} - T_{\text{v1}} \quad (3.4.27)$$

Reemplazando la ecuación (3.4.27) en la ecuación (3.4.26) obtenemos:

$$h'c = 0.884 \left[ T_{\text{ag}} \frac{2016 - P_{\text{v1}}}{2016 - P_{\text{ag}}} - T_{\text{v1}} \right]^{4/3} \quad (3.4.28)$$

donde:

$P_{v1}$  = Presión parcial del agua en el vidrio interno,  
mm Hg

$P_{v2}$  = Presión parcial del agua en la cascada del destilador, mm Hg

En (22) recomienda las siguientes fórmulas para el cálculo de presiones parciales.

$$\log \frac{P_c}{P} = \frac{X}{T} \frac{a' + b'x + c'x^3}{1 + d'x} \quad (3.4.29)$$

Util para 10 a 150 °C.

Donde:

$P$  = Presión del vapor en (atms)

$P_c$  = Presión crítica = 218.167 atm

$T$  = t°C + 273.16, °K

$T_c$  = Temperatura crítica = 647.27 °K

$X = T_c - T$

$a^* = 3.2437814$

$b' = 5.86826 \times 10^{-3}$

$c' = 1.1702379 \times 10^{-8}$

$d' = 2.1878462 \times 10^{-3}$

Resolviendo la ecuación 3.4.29 obtenemos:

$$P = 218.167 \times 10 \left[ \frac{X}{T} * \frac{a' + b'x + c'x^3}{1 + d'x} \right] \quad (3.4.30)$$

La transferencia de calor desde el agua a la cubierta se encuentra reemplazando la ecuación 3.4.28 en la ecuación 3.4.8, obtenemos:

$$q_{c, aq-v1} = 0.884 \left[ T_{aq} \frac{2016 - P_{v1}}{2016 - P_{aq}} - T_{v1} \right]^{1/3} (T_{aq} - T_{v1}) \quad (3.4.31)$$

Arreglando los términos de la ecuación 3.4.31, obtenemos:

$$q_{c, aq-v1} = 0.884 \left[ (T_{aq} - T_{v1}) - \frac{P_{aq} - P_{v1}}{2016 - P_{aq}} T_{aq} \right]^{1/3} (T_{aq} - T_{v1}) \quad (3.4.32)$$

Calor por evaporación-condensación ( $q_e$ ),  $W/m^2$ .

De (3), recomienda la siguiente ecuación:

$$q_e = 9.15 \times 10^{-7} hc' (P_{aq} - P_{v1}) h_{fg} \quad (3.4.33)$$

Reemplazando la ecuación 3.4.28 en la ecuación 3.4.33, tenemos:

$$q_e = 8.089 \times 10^{-7} \left[ T_{aq} \frac{2016 - P_{v1}}{2016 - P_{aq}} - T_{v1} \right]^{1/3} (P_{aq} - P_{v1}) h_{fg} \quad (3.4.34)$$

Donde:

$h_{fg}$  = calor latente del agua, J/Kg

De (2), realizando la conversión de unidades adecuadas obtenemos:

$$h_{fg} = 3159057.951 - 2045.7950 (T_{aq}) \quad (3.4.35)$$

$T$  = Temperatura del agua en la bandeja ( $^{\circ}K$ )

Calor por convección desde la cubierta del vidrio al aire, ( $q_{c, ve-a}$ ), ( $W/m^2$ ).

De (3) recomienda la siguiente ecuación:

$$q_{c, ve-a} = h_{va} (T_{ve} - \bar{T}_a) \quad (3.4.36)$$

Donde

$h$  = coeficiente de convección que depende de la velocidad del viento ( $W/m^2$ )

De (3) recomienda la siguiente ecuación para el coeficiente de convección que depende de la velocidad de viento:

$$h = 5.7 + 3.8 v \quad (3.4.37)$$

Donde:

$v$  = velocidad de viento, m/seg

Reemplazando la ecuación (3.4.37) en la ecuación (3.4.35) obtenemos:

$$q_{c,v-a} = (5.7 + 3.8 v)(T_{v-e} - T_a) \quad (3.4.38)$$

Calor por radiación desde la cubierta del vidrio al aire ( $q_{r,v-a}$ ),  $W/m^2$ .

De (2) recomienda la siguiente ecuación:

$$q_{r,v-a} = \epsilon_v \sigma (T_{v-e}^4 - T_c^4) \quad (3.4.39)$$

donde:

$\epsilon_v$  = emisividad del vidrio = 0.85

$\sigma$  = constante de Stefan-Boltzmann

$T_{v-e}$  = Temperatura del vidrio en el área externa, °K

$T_c$  = Temperatura aparente del cielo, °K

Para la temperatura aparente del cielo (3) recomienda la siguiente ecuación:

$$T_c = 0.0552 T_a^{1.5} \quad (3.4.40)$$

donde:

$T_a$  = Temperatura del aire, °K

Reemplazando la emisividad del vidrio, la constante

de Stefan boltzmann y la ecuación 3.4.40 en 3.4.39, obtenemos:

$$q_{r, v-a} = 4.819 \times 10^{-8} (T_{v-a}^4 - 9,284 \times 10^{-6} T_{a-e}) \quad (3.4.41)$$

Tasa de transferencia de masa,  $m_d$ , Kg/m<sup>2</sup>-seg.

La tasa de transferencia de masa se obtiene a partir de la ecuación 3.4.33, dividiendo por el calor latente de vaporización del agua. Esto es:

$$m_d = q_w / h_{r-g} \quad (3.4.42)$$

Reemplazando la ecuación 3.4.34 en la ecuación 3.4.42, obtenemos

$$m_d = 9.15 \times 10^{-7} h_c' (P_{a-g} - P_{v-a}) \quad (3.4.43)$$

Eficiencia

Eficiencia de mediciones experimentales,  $\eta_{me}$

$$\eta_{me} = \frac{h_{r-g} \int mc dt}{G} \quad (3.4.44)$$

donde:

$h_{r-g}$  = calor latente de vaporización del agua promedio durante el período de prueba, J/Kg

$mc$  = Tasa real de producción de condensado promedio durante el período de pruebas, Kg/m<sup>2</sup>

$G$  = Intensidad de radiación solar, W/m<sup>2</sup>

Eficiencia global ( $\eta_0$ )

La define (30) como la relación de la transferencia

de calor en el destilador por evaporación-condensación a la radiación solar global incidente sobre el destilador. Esta eficiencia es integrada para un período extenso (día o mes).

$$\eta_o = q_e / G \quad (3.4.45)$$

donde:

$q_e$  = calor por evaporación-condensación,  $W/m^2$

Eficiencia Interna ( $\eta_i$ )

Se define como la relación entre la energía aprovechada por el agua en la evaporación a la **energía** tomada por esta (26).

$$\eta_i = q_e / a_{n-aq} G \quad (3.4.46)$$

donde:

$a_{n-aq}$  = absorptividad neta del agua

$$q_e = mc(h_{fg}) \quad (3.4.47)$$

$$a_{n-aq} = \tau_v a_{aq} + \tau_v \tau_{aq} a_p$$

$$a_{n-aq} = \tau_v (a_{aq} + \tau_{aq} a_p) \quad (3.4.48)$$

donde:

$\tau_v$  = transmisividad del vidrio

$a_{aq}$  = absorptividad del agua

$\tau_{aq}$  = transmisividad del **agua**

$a_p$  = absorptividad de la placa colectora

$$\tau_v = \tau_1 f_1 + \tau_2 f_2 \quad (3.4.49)$$

donde:

$\tau_1$  = Transmisividad de la cubierta 1

$\tau_2$  = Transmisividad de la cubierta 2

$f_1$  = Fracción de la radiación que pasa a través de la cubierta 1.

$f_2$  = Fracción de la radiación que pasa a través de la cubierta 2.

Reemplazando la ecuación 3.4.49 en la ecuación 3.4.48 tenemos:

$$\alpha_{n-eg} = (\tau_1 f_1 + \tau_2 f_2) (\alpha_{eg} + \tau_{eg} \alpha_p) \quad (3.4.50)$$

Reemplazando la ecuación 3.4.47 en la ecuación 3.4.46 tenemos:

$$n_1 = \frac{mc h_{fg}}{\alpha_{n-eg} G}$$

$$n_1 = \frac{n_{me}}{\alpha_{n-eg}} \quad (3.4.51)$$

## PERDIDAS DE CALOR POR LOS COSTADOS Y BASE DEL DESTILADOR

### Pérdidas de calor por los costados ( $q_c$ )

El destilador tiene aislamiento en los costados y base, el circuito térmico de la figura 3.4.2, nos permite determinar la resistencia térmica que se presenta a través de una serie de paredes planas que atraviezan el flujo de calor.

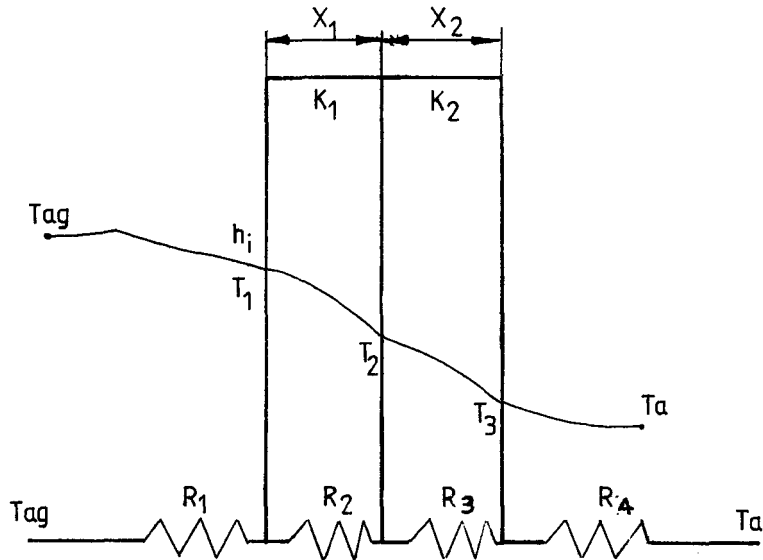


Fig- 3.4.1.- Circuito térmico del costado del destilador.

El flujo de calor a través de las placas de aislamiento térmico es el mismo para cualquier sección, tenemos:

$$\begin{aligned}
 q_c &= h_i A_1 (T_{ag} - T_1) = (k_1 A_1 / L_1) (T_1 - T_2) = \\
 &= (k_2 A_1 / L_2) (T_2 - T_3) = h_{ce} A_1 (T_3 - T_a)
 \end{aligned}$$

(3.4.52)

donde:

$h_i$  = conductancia por unidad de superficie interior,  
W/m<sup>2</sup>-°C

$k_1$  = conductividad térmica del material 1, W/m-°C

$h_{ce}$  = conductancia por unidad de superficie exterior,  
W/m<sup>2</sup>-°C

$k_2$  = conductividad térmica del material 2, W/m-°C



$X_1$  = espesor del aislamiento térmico 1, m

$X_2$  = espesor del aislamiento térmico 2, m

$T_1$  = Temperatura del agua, °C

$T_4$  = Temperatura del ambiente, °C

Arreglando la ecuación 3.4.52 en términos de resistencia tenemos:

$$R_1 = 1/h_1$$

$$R_2 = X_1/k_1$$

$$R_3 = X_2/k_2$$

$$R_4 = 1/h_{ce} \quad (3.4.53)$$

Reemplazando la ecuación 3.4.53 en la ecuación 3.4.52, obtenemos:

$$q_c = \frac{T_{ag} - T_1}{R_1} = \frac{T_1 - T_2}{R_2} = \frac{T_2 - T_3}{R_3} = \frac{T_3 - T_4}{R_4} \quad (3.4.54)$$

Resolviendo la ecuación 3.4.54, obtenemos:

$$T_{ag} - T_1 = q_c R_1$$

$$T_1 - T_2 = q_c R_2$$

$$T_2 - T_3 = q_c R_3$$

$$T_3 - T_4 = q_c R_4 \quad (3.4.55)$$

Sumando las ecuaciones 3.4.55, miembro a miembro, obtenemos:

$$T_{ag} - T_a = q_c (R_1 + R_2 + R_3 + R_4)$$

$$q_c = (T_{ag} - T_a) / (R_1 + R_2 + R_3 + R_4) \quad (3.4.56)$$

$$q_c = (T_{ag} - T_a) / \sum R_{nc} \quad (3.4.57)$$

donde:

$R_{nc}$  = Resist. térmica neta por el costado,  $m^2\text{-}^\circ\text{C}/W$

El coeficiente de pérdidas por el costado,  $U_c$ .

$$U_c = 1/\Sigma R_{nc} \quad (3.4.58)$$

Reemplazando la ecuación 3.4.53 en la 3.4.58, obtenemos:

$$U_c = 1/(1/h_1 + x_1/k_1 + x_2/k_2 + 1/h_{ce}) \quad (3.4.59)$$

Reemplazando la ecuación 3.4.58 en la ecuación 3.4.57, tenemos:

$$q_c = U_c (T_{ag} - T_m) \quad (3.4.60)$$

Pérdidas de calor por la base,  $q_b$ .

$$q_b = U_b (T_{ag} - T_m) \quad (3.4.61)$$

donde:

$U_b$  = coeficiente de pérdidas por la base,  $W/m^2-^{\circ}C$ .

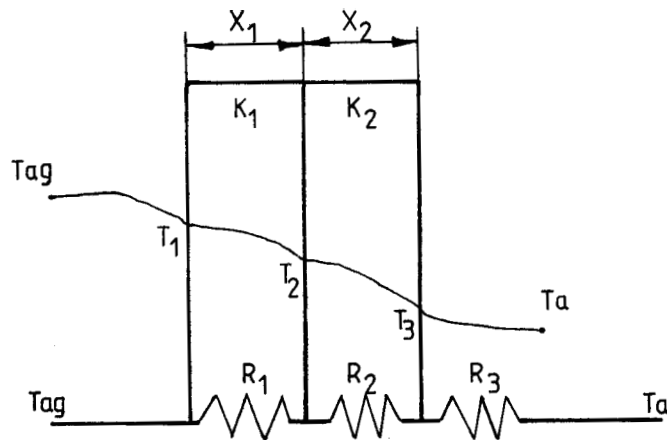


Fig. 3.4.2.- Circuito térmico de la base

Las resistencias térmicas:

$$R_1 = X_1/k_1$$

$$R_2 = X_2/k_2$$

$$R_s = 1/h_{cb} \quad (3.4.62)$$

donde:

$h_{cb}$  = coeficiente de convección externo por la base,  
 $W/m^2-^{\circ}C$

El coeficiente de pérdidas por la base,  $U_b$ .

$$U_b = 1/\Sigma R_{nb} \quad (3.4.63)$$

donde:

$R_{nb}$  = resistencia térmica neta por la base,  $m^2-^{\circ}C/W$

Heemplazando la ecuación 3.4.62 en la 3.4.63,  
 obtenemos:

$$U_b = 1/(x_1/k_1 + x_2/k_2 + 1/h_{cb}) \quad (3.4.64)$$

Pérdidas total del calor por la base y costado  $q_p$ .

$$q_p = q_c + q_b \quad (3.4.65)$$

## CAPITULO IV

### METODO DE DISEÑO

#### 4.1. SELECCION DEL SISTEMA

En la selección del sistema se ha revisado los datos de otros diseños de destiladores construidos, resultados y conclusiones de los mismos son tomados en consideración para obtener el mejor rendimiento posible en esta investigación.

Se realizan cambios en el diseño del equipo, con la finalidad de elevar su rendimiento y producción de condensado.

Algunas otras variables que afectan en la producción del destilador son la velocidad del viento, temperatura ambiente, radiación solar, nubosidad; las mismas que influyen fuertemente en las ecuaciones que se emplean para hallar el balance térmico del sistema y la información de estos es necesaria para su cálculo.

Para obtener mejor rendimiento, se ha seleccionada un destilador de cascada de dos caras, cada una de estas tendrá pequeñas bandejas que contendrán el agua a destilar y será alimentado por etapas.

#### 4.2. CARACTERISTICAS DEL DISEÑO

El destilador solar en cascada, cuyo elemento de trabajo es el agua turbia tomada de ríos, acequias y esteros estará ocupando un volumen en las cascadas

que se encontraran en cada cara del destilador.

Las características básicas que tienen de ser tomadas en consideración en el diseño son:

#### 4.2.1. ANGULO OPTIMO DE LA CASCADA

El ángulo óptimo de la cubierta del destilador se determina considerando la configuración que tendrá el equipo.

El destilador tendrá dos pendientes y se tiene que analizar la transmisividad global de la cubierta para tres horas específicas que representen la radiación mínima, media y máxima. Para este análisis se ha tomado como referencia las siguientes horas, de 9H00 a 10H00, de 10H00 a 11H00 y de 11H00 a 12H00. En estas horas se requiere conocer el ángulo de incidencia ( $\theta$ ) de los rayos solares con respecto a la tierra, este ángulo se determina a partir de la siguiente ecuación:

$$\cos \theta = \cos \delta \cos \varnothing \cos W + \sin \delta \sin \varnothing \quad (4.2.1)$$

donde:

$\varnothing$  = ángulo de latitud en Guayaquil =  $-2.2^\circ$

$\delta$  = ángulo de declinación de los rayos solares,  $^\circ$

$W$  = ángulo horario,  $^\circ$

$$\delta = 23.45 \text{ sen } [360(284+n/365)] \quad (4.2.2)$$

N = día del año desde el 1<sup>er</sup> de Enero

$$W = 15 * \text{hora} - 180^\circ \quad (4.2.3)$$

Para cada día de todos los meses del año, se determina el ángulo de incidencia de los rayos solares desde las 9H00 hasta las 15H00, con estos valores se calcula el ángulo de incidencia promedio para todos los meses en las horas determinadas anteriormente. Estos ángulos se encuentran en el apéndice C.

#### CALCULO DEL ANGULO DE INCIDENCIA SOBRE LA CUBIERTA DEL DESTILADOR ( $\theta_{ic}$ )

Con los cálculos de los ángulos de incidencia promedio de los rayos solares para todos los meses del año desde las 9H00 hasta las 16H00 que están en el apéndice C, calculamos el ángulo de incidencia de los rayos solares sobre la cubierta del destilador.

Para cada hora variamos el ángulo de inclinación de la cubierta desde  $\psi = 10^\circ$  hasta  $\psi = 30^\circ$  con un intervalo de variación de un grado durante los 12 meses del año.

Estos cálculos se encuentran en el apéndice C

tablas C.4.2.1.1 a C.4.2.1.22 para las 9H00 a 10H00; tablas C.4.2.2.1 a C.4.2.2.22 Para las 10H00 a 11H00 y tablas C.4.2.3.1 a C.4.2.3.22 para las 11H00 a 12H00.

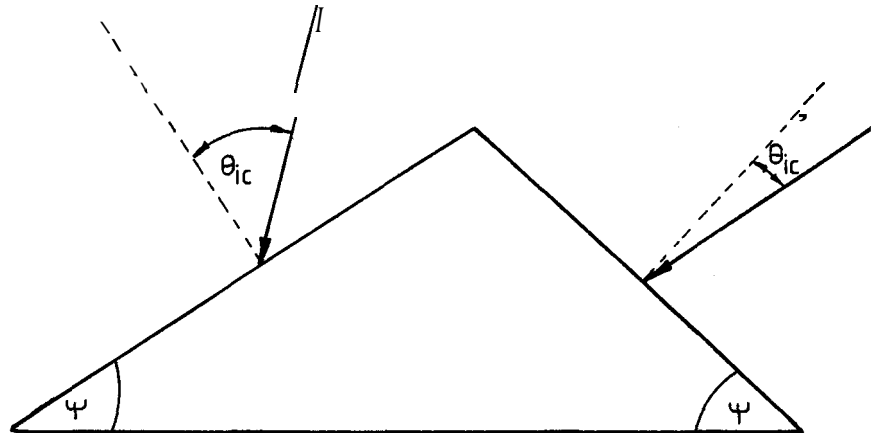


Fig. 4.2.1.1. Angulos de incidencia sobre la cubierta

$$\text{Lado 1} \quad \theta_{ic} = \theta_{is} + \psi \quad (4.2.4)$$

$$\text{Lado 2} \quad \theta_{ic} = \theta_{is} - \psi \quad (4.2.5)$$

CALCULOS DE ANGULOS DE REFRACCION EN LOS DIVERSOS MEDIOS QUE ATRAVIEZAN LOS RAYOS SOLARES

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{\text{sen } \theta_2}{\text{sen } \theta_1} \quad (4.2.6)$$

donde:

$n_1$  = Índice de refracción del medio 1

$n_2$  = Índice de refracción del medio 2

$\theta_1$  = Angulo de incidencia del medio 1

$\theta_2$  = Angulo de incidencia del medio 2

MEDIO	n
Flexividrio	1.480
Tedlar (plástico)	1.450
Agua	1.330
aire	1.000

TABLA 4.2.1.- VALORES DEL INDICE DE REFRACCION n.

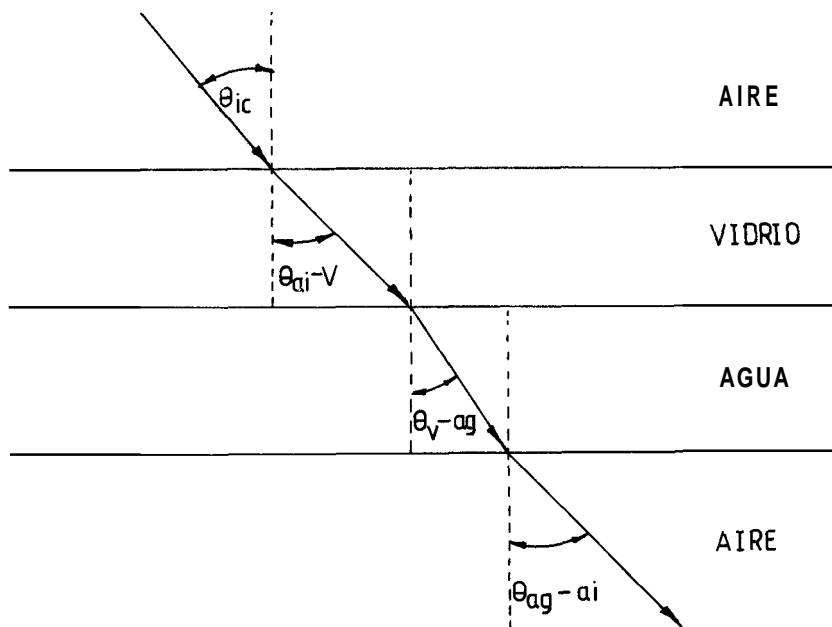


Figura 4.2.1.2.- Angulos de refracción de interfase



ANGULO DE REFRACCION EN LA INTERFASE AIRE-  
VIDRIO ( $\theta_{ai-v}$ ).

De la ecuación 4.2.6, se determina las relaciones para esta interfase:

$$\frac{n_a \sin \theta_{ai-v}}{n_v} = \frac{\sin \theta_{ic}}{n_v}$$

$$\sin \theta_{ai-v} = \frac{n_a}{n_v} \sin \theta_{ic}$$

$$\theta_{ai-v} = \sin^{-1} [(1/1.526) \sin \theta_{ic}] \quad (4.2.7)$$

Reemplazando el ángulo de incidencia ( $\theta_{ic}$ ) que se obtendrá de la ecuación 4.2.4 y 4.2.5. Estos valores están en el apéndice C, tabla C.4.2.1.1 a C.4.2.1.22 para las 9H00 a 10H00, tablas C.4.2.2.1 a C.4.2.2.22 para las 10H00 a 11H00 y tablas C.4.2.3.1 a C.4.2.3.22 para las 11H00 a 12H00.

ANGULO DE REFRACCION EN LA INTERFASE VIDRIO  
AGUA ( $\theta_{v-ag}$ ).

De la ecuación 4.2.6, se determinan las ecuaciones para esta interfase.

$$\frac{n_v \sin \theta_{v-ag}}{n_{ag}} = \frac{\sin \theta_{ai-v}}{n_{ag}}$$

$$\sin \theta_{v-ag} = \frac{n_v}{n_{ag}} \sin \theta_{ai-v}$$

$$\theta_{v-ag} = \text{sen}^{-1} [(1.526/1.33)\text{sen } \theta_{ai-v}] \quad (4.2.8)$$

ANGULO DE REFRACCION DE LA INTERFASE AGUA-AIRE, ( $\theta_{ag-ai}$ ).

De la ecuación 4.2.6, se determinan las ecuaciones para esta interfase.

$$\frac{n_{ag}}{n_a} = \frac{\text{sen } \theta_{ag-ai}}{\text{sen } \theta_{v-ag}}$$

$$\text{Sen } \theta_{ag-ai} = \frac{n_{ag}}{n_a} \text{sen } \theta_{v-ag}$$

$$\theta_{ag-ai} = \text{sen}^{-1} [(1.33/1)\text{sen } \theta_{v-ag}] \quad (4.2.9)$$

CALCULO DE LA REFLECTIVIDAD EN CADA INTERFASE (r).

La reflectividad de la radiación a través de medios parcialmente transparentes se puede determinar a partir de las relaciones de Fresnel. Puede suponerse que la luz natural o no polarizada tiene dos componentes vibratorias, una vibrando en un plano normal al del vidrio y la otra vibrando en un plano paralelo al mismo.

Si las componentes tienen igual intensidad tenemos:

$$r = \frac{1}{2} \left[ \frac{\text{Sen}^2(\theta_1 - \theta_2)}{\text{Sen}^2(\theta_1 + \theta_2)} + \frac{\text{tg}^2(\theta_1 - \theta_2)}{\text{tg}^2(\theta_1 + \theta_2)} \right]$$

donde:

$\theta_1$  = ángulo de incidencia del rayo solar en el medio 1

$\theta_2$  = ángulo de refracción del rayo incidente

#### REFLECTIVIDAD DE LA INTERFACIA AIRE-VIDRIO

(r1)

A partir de la ecuación 4.2.10, se determina la reflectividad para esta interfase.

$$r_1 = \frac{1}{2} \left[ \frac{\text{Sen}^2(\theta_{ic} - \theta_{ai-v})}{\text{Sen}^2(\theta_{ic} + \theta_{ai-v})} + \frac{\text{tg}^2(\theta_{ic} - \theta_{ai-v})}{\text{tg}^2(\theta_{ic} + \theta_{ai-v})} \right] \quad (4.2.11)$$

donde:

$\theta_{ic}$  = ángulo incidencia sobre la cubierta del destilador, °.

$\theta_{ai-v}$  = ángulo de refracción en la interfase aire-vidrio, °.

#### REFLECTIVIDAD DE LA INTERFASE VIDRIO-AGUA

(r2)

A partir de la ecuación 4.2.10, se determina la reflectividad para esta interfase.

$$r_2 = \frac{1}{2} \left[ \frac{\text{Sen}^2(\theta_{ai-v} - \theta_{v-ag})}{\text{Sen}^2(\theta_{ai-v} + \theta_{v-ag})} + \frac{\text{tg}^2(\theta_{ai-v} - \theta_{v-ag})}{\text{tg}^2(\theta_{ai-v} + \theta_{v-ag})} \right] \quad (4.2.12)$$

donde:

$\theta_{ai-v}$  = ángulo de refracción en la interfase aire-vidrio, °.

$\theta_{v-ag}$  = ángulo de refracción en la interfase vidrio-aqua, °.

#### REFLECTIVIDAD DE LA INTERFASE AGUA-AIRE ( $r_3$ )

A partir de la ecuación 4.2.10, se determina la reflectividad para esta interfase.

$$r_3 = \frac{1}{2} \left[ \frac{\text{Sen}^2(\theta_{v-ag} - \theta_{ag-ai})}{\text{Sen}^2(\theta_{v-ag} + \theta_{ag-ai})} + \frac{\text{tg}^2(\theta_{v-ag} - \theta_{ag-ai})}{\text{tg}^2(\theta_{v-ag} + \theta_{ag-ai})} \right] \quad (4.2.13)$$

donde:

$\theta_{v-aq}$  = ángulo de refracción en la interfase vidrio-aqua, °.

$\theta_{ag-ai}$  = ángulo de refracción en la interfase agua-aire, °.

#### COMPOSICIÓN DEL VIDRIO ( $\alpha$ )

De (23), los estudios realizados por Parmelee han establecido que la composición de 105 vidrios de ventanas permanecen usualmente dentro de los siguientes porcentajes.

$\text{SiO}_2$  ---- 70-73

$\text{Na}_2\text{O}$  ---- 12-15

$\text{CaO}$  ---- 9-14

$\text{MgO}$  ---- 0- 3

$\text{Al}_2\text{O}_3$  --- 0- 1.5

$\text{Fe}_2\text{O}_3$  --- 0- 0.15

El porcentaje de óxido ferroso es de particular importancia, puesto que el hierro

es la causa de la mayor parte de la absorción en el vidrio.

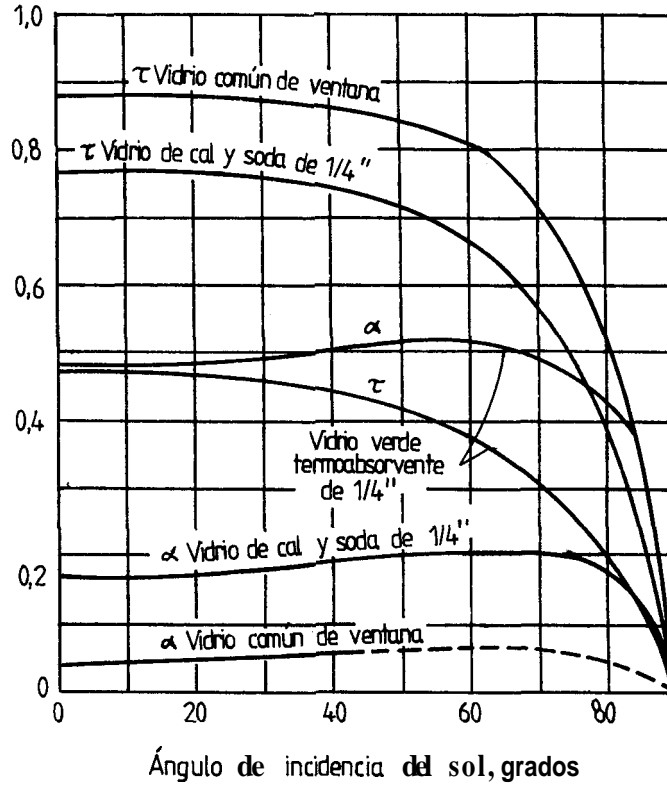


Fig. 4.2.1.3.- Transmisividad y absorptividad algunos vidrios de ventanas(1)

En la figura 4.2.1.3, se puede notar que la absorptividad del vidrio común de ventana en un rango entre 0 y 60 del ángulo de incidencia, la curva se comporta como una recta para la cual se ha podido obtener la

siguiente ecuación:

$$\tau = 0.03514 + 0.00045 \theta_{ic} \quad (4.2.14)$$

donde:

$\theta_{ic}$  = ángulo de incidencia sobre la cubierta del destilador, °.

#### TRANSMISIVIDAD DE LA CUBIERTA DEL DESTILADOR ( $\tau$ ).

La cubierta del destilador tiene 3 medios que son: la parte externa del aire, luego el vidrio, y en la parte interior la película de condensado. Considerando que la película de condensado en la parte interna del destilador es pequeña se considera que no absorbe radiación solar,

Las relaciones de energía en la cubierta de un destilador se determinan en (2), (27) y (30), donde se obtiene la ecuación de transmisividad de la cubierta del destilador.

$$\tau = \frac{(1-r_1)(1-r_2)(1-r_3)(1-a)}{\{(1-r_3r_2)[1-r_1r_2(1-a)^2]-r_1r_3(1-r_2)^2(1-a)^2\}} \quad (4.2.15)$$

donde:

$r_1$  = reflectividad de la interfase aire-vidrio

$r_2$  = reflectividad de la interfase vidrio-agua

$r_3$  = reflectividad de la interfase agua-aire

$\alpha$  = absorptividad del vidrio

FRACCION DE RADIACION INCIDENTE,  $f_1$  y  $f_2$

De (2) obtenemos:

$f_1$  = fraccibn de radiacibn incidente en la cubierta 1.

$f_2$  = fracción de radiación incidente en la cubierta 2.

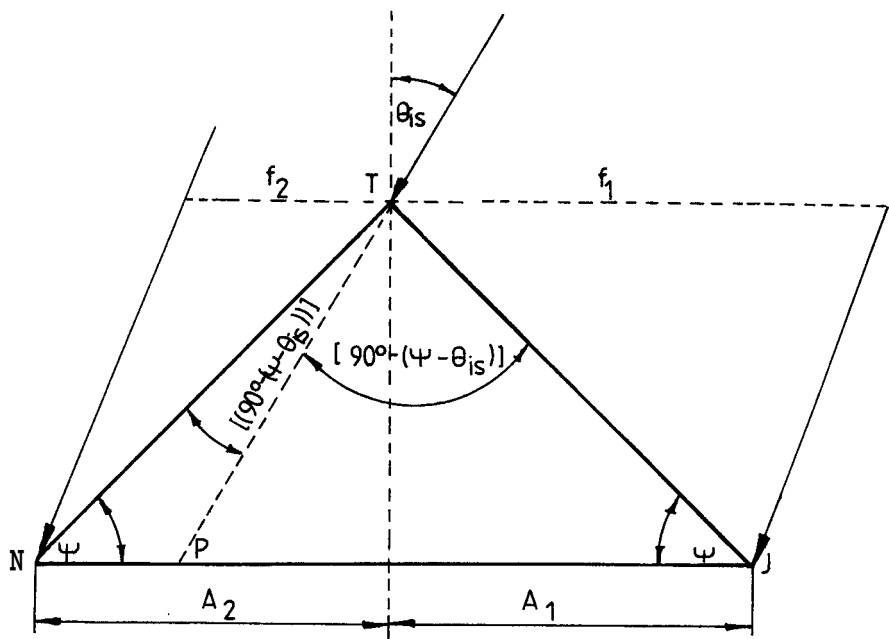


Figura 4.2.1.4.- Geometría del destilador

Fraccibn incidente,  $f_1$

$$f_1 = PJ/NJ \quad (4.2.16)$$

Fraccibn incidente,  $f_2$

$$f_2 = NP/NJ \quad (4.2.17)$$

Analizando el triángulo NTF:

Aplicando la ley del seno tenemos:

$$\frac{\text{Sen } \psi}{PT} = \frac{\text{Sen}[90-(\psi+\theta_{is})]}{NP}$$

$$NP = PT \frac{\text{Sen}[90-(\psi+\theta_{is})]}{\text{Sen } \psi}$$

$$NP = PT \frac{\text{Cos}(\psi+\theta_{is})}{\text{Sen } \psi} \quad (4.2.18)$$

Analizando el triángulo PTJ:

Aplicando la ley del seno tenemos:

$$\frac{\text{Sen } \psi}{PT} = \frac{\text{Sen}[90-(\psi-\theta_{is})]}{PJ}$$

$$PJ = PT \frac{\text{Sen}[90-(\psi-\theta_{is})]}{\text{Sen } \psi}$$

$$PJ = PT \frac{\text{Cos}(\psi-\theta_{is})}{\text{Sen } \psi} \quad (4.2.19)$$

De la figura 4.2.1.4, se obtiene:

$$NJ = NP + PJ \quad (4.2.20)$$

Dividiendo la ecuación 4.2.20 para NJ, se obtiene:

$$1 = \frac{NP}{NJ} + \frac{PJ}{NJ} \quad (4.2.21)$$

Reemplazando las ecuaciones 4.2.16 y 4.2.17 en la ecuación 4.2.21, se obtiene:

$$1 = f_2 + f_1 \quad (4.2.22)$$



Reemplazando las ecuaciones 4.2.18 y 4.2.19 en la ecuación 4.2.20, se obtiene:

$$NJ = PT \frac{\cos(\psi + \theta_{is})}{\text{Sen } \psi} + PT \frac{\cos(\psi - \theta_{is})}{\text{Sen } \psi}$$

$$NJ = \frac{PT}{\text{Sen } \psi} \left[ \cos(\psi + \theta_{is}) + \cos(\psi - \theta_{is}) \right] \quad (4.2.23)$$

Reemplazando las ecuaciones 4.2.19 y 4.2.23 en la ecuación 4.2.16, se obtiene:

$$f1 = \frac{PT \frac{\cos(\psi - \theta_{is})}{\text{Sen } \psi}}{\frac{PT}{\text{Sen } \psi} \left[ \cos(\psi + \theta_{is}) + \cos(\psi - \theta_{is}) \right]}$$

$$f1 = \frac{\cos \psi \cos \theta_{is} + \text{Sen } \psi \text{ Sen } \theta_{is}}{(\cos \psi \cos \theta_{is}) - (\text{Sen } \psi \text{ Sen } \theta_{is}) + (\cos \psi \cos \theta_{is}) + (\text{Sen } \psi \text{ Sen } \theta_{is})}$$

$$f1 = \frac{\cos \psi \cos \theta_{is} + \text{Sen } \psi \text{ Sen } \theta_{is}}{2 \cos \psi \cos \theta_{is}}$$

$$f1 = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \text{tg } \psi \text{ tg } \theta_{is}$$

$$f1 = \frac{1}{2} \left[ 1 + \text{tg } \psi \text{ tg } \theta_{is} \right] \quad (4.2.24)$$

Reemplazando la ecuación 4.2.24 en la ecuación 4.2.22 se obtiene:

$$f2 = \frac{1}{2} \left[ 1 - \text{tg } \psi \text{ tg } \theta_{is} \right] \quad (4.2.25)$$

ENERGIA TOTAL TRANSMITIDA (q).

$$\text{Energía total incidente} = G(A_1+A_2)$$

$$\text{Fracción incidente en 1} = f_1 G(A_1+A_2)$$

$$\text{Fracción incidente en 2} = f_2 G(A_1+A_2)$$

$$\text{Cantidad transmitida por 1} = \tau_1 f_1 G (A_1+A_2) \quad (4.2.26)$$

$$\text{Cantidad transmitida por 2} = \tau_2 f_2 G (A_1+A_2) \quad (4.2.27)$$

La cantidad total transmitida, q se obtiene sumando la ecuación 4.2.26 y 4.2.27.

$$q = \tau_1 f_1 G (A_1+A_2) + \tau_2 f_2 G (A_1+A_2)$$

$$q = G (A_1+A_2)[\tau_1 f_1 + \tau_2 f_2] \quad (4.2.28)$$

De la figura 4.2.1.4, observamos que:

$$A_t = A_1 + A_2 \quad (4.2.29)$$

donde:

$A_t$  = Area total de la base del destilador en cascada,  $m^2$

$A_1$  = Area de la base del lado 1 del destilador solar en cascada,  $m^2$

$A_2$  = Area de la base del lado 2 del destilador solar en cascada,  $m^2$

Reemplazando la ecuación 4.2.29 y la ecuación 4.2.28 obtenemos:

$$q = G A_t (\tau_1 f_1 + \tau_2 f_2) \quad (4.2.30)$$

donde:

G = Radiación solar, Watt/ $m^2$

$A_t$  = Area total del destilador solar en casca-

da, m<sup>2</sup>

$\tau_1$  = transmisividad de la cubierta 1.

$\tau_2$  = transmisividad de la cubierta 2.

$f_1$  = fracción de radiación incidente en la cubierta 1.

$f_2$  = fracción de radiación incidente en la cubierta 2.

ENERGIA TOTAL MINIMA TRANSMITIDA ( $q_{min}$ )

**Se** determina utilizando la radiación mínima en el día, para lo cual se toma la radiación solar entre 9H00 a 10H00. La ecuación utilizada es:

$$q_{min} = G_{min} A_t (\tau_1 f_1 + \tau_2 f_2) \quad (4.2.31)$$

El cálculo de la transmisividad total mínima para ángulos de inclinación de la cubierta del destilador solar desde 10° hasta 30° con variación de un grado. se encuentra en el apéndice C, tablas C.4.2.1.1 a C.4.2.1.22, para las 9H00 a 10H00.

ENERGIA TOTAL MEDIA TRANSMITIDA ( $q_{med}$ ).

**Se** determina utilizando la radiación media en el día, para lo cual se toma la radiación solar entre 10H00 a 11H00. La ecuación utilizada es:

$$q_{med} = G_{med} A_t (\tau_1 f_1 + \tau_2 f_2) \quad (4.2.32)$$

El cálculo de la transmisividad total media para Angulos de inclinacdn de la cubierta del destilador solar desde 10° hasta 30° con variacibn de un grado. se encuentra en el apéndice C, tablas C.4.2.2.1 a C.4.2.2.22, para las 10H00 a 11H00.

ENERGIA TOTAL MAXIMA THANSMITIDA ( $q_{max}$ ).

Se determina utilizando la radiacdn maxima en el día, para lo cual se toma la radiacdn solar entre 11H00 a 12H00. La ecuación utilizada es:

$$q_{max} = G_{max} A_t (\tau_1 f_1 + \tau_2 f_2) \quad (4.2.33)$$

El cálculo de la transmisividad total máxima para ángulos de inclinacdn de la cubierta del destilador solar desde 10° hasta 30° con variacibn de un grado. se encuentra en el apéndice C, tablas C.4.2.3.1 a C.4.2.3.22, para las 11H00 a 12H00.

En las tablas C.4.2.4.1 a las C.4.2.4.3 del apéndice C se presentan los valores de radiacdn total transmitida por la cubierta del destilador solar en cascada para 9H00-10H00, 10H00-11H00 y 11H00-12H00. Estas tablas son obtenidas reemplazando los valores de radiacdn cuando  $\psi = \theta_{is}$ , que se encuentran en las tablas C.4.2.1.22,

c.4.2.2.22 y C.4.2.3.22.

En la tabla C.4.2.5 del apéndice C encontramos la suma de radiación transmitida por la cubierta del D.S.C. para cada mes desde las 9H00 a 10H00, de 10H00 a 11H00 y de 11H00 a 12H00 para varios ángulos de inclinación del D.S.C.

En la tabla C.4.2.6 del apéndice C encontramos la radiación total transmitida por la cubierta del D.S.C. en un año, en las horas comprendidas de 9H00 a 12H00, para ángulos de inclinación de la cubierta del D.S.C de  $10^\circ$  a  $30^\circ$ .

Utilizando los datos de la tabla C.4.2.5, se realiza el gráfico G.4.1 a C.4.3, apéndice C. Utilizando los datos de la tabla C.4.2.6, se realiza el gráfico C.4.4, apéndice C.

Analizando estos dos gráficos, observamos en el gráfico C.4.4, que tiene como abscisa el ángulo de inclinación de la cubierta y como ordenada la suma de la radiación transmitida en los doce meses para cada ángulo de inclinación, existen cuatro ángulos de inclinación de la cubierta para los cuales la ganancia de calor tiene su máximo. Estos ángulos son  $15^\circ$ ,  $19^\circ$  y  $23^\circ$ .

En los gráficos C.4.1 a C.4.3, observamos que

con un ángulo de  $15^\circ$ , la mayor ganancia de calor se obtiene en los meses de Febrero-Abril, que son meses de media-alta intensidad de radiación.

Con un Angulo de  $19^\circ$ , la mayor ganancia de calor se obtiene en el mes de Agosto, que es un mes de media-baja intensidad de radiación.

Con un Angulo de  $23^\circ$ , la ganancia de calor aumenta en los meses de Marzo, Septiembre, Mayo, Diciembre, que son meses de máxima radiación, media-alta intensidad de radiación, media intensidad de radiación, media baja intensidad de radiación en su orden respectivo.

El Angulo seleccionado como óptimo para la cubierta del destilador es de  $23^\circ$ , tomando en cuenta que la mayor ganancia de calor se obtiene para este ángulo en cuatro meses de mucha importancia en radiación que representa una buena captación de radiación durante todo el año.

#### 4.2.2. DIMENSIONES DEL DESTILADOR

Con el ángulo de  $23^\circ$  seleccionado para la cubierta y considerando que las dos cubiertas tienen  $1 \text{ m}^2$ , por su condición de ser un equipo de tipo experimental, se determina que

cada cubierta tendrá  $1 \times 0.5 \text{ m}^2$ .

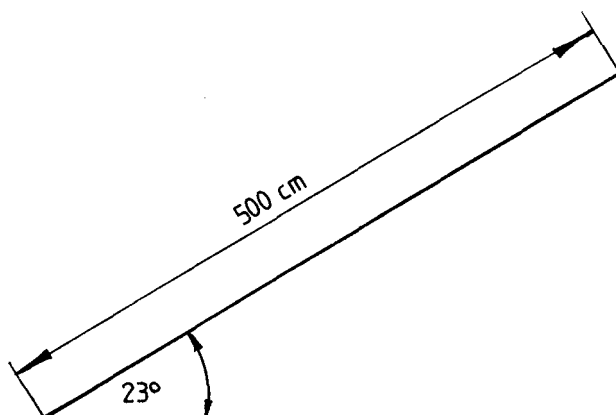


Fig. 4.2.2.1.- Dimensionamiento de la cubierta.

#### 4.2.3. NIVEL DEL AGUA EN LA CASCADA

La capacidad calorífica ( $Q_c$ ) de la masa de agua en la cascada está determinado por la siguiente ecuación:

$$Q_c = C_p m \Delta T \quad (4.2.34)$$

donde:

$C_p$  = calor específico,  $\text{KJ/Kg-}^\circ\text{C}$

$\Delta T$  = diferencial de temperatura,  $^\circ\text{C}$

$m$  = masa de agua

$$\rho_{ag} = m/V_c \quad (4.2.35)$$

$$m = \rho_{ag} V_c \quad (4.2.36)$$

donde:

$\rho_{ag}$  = densidad del **agua**,  $\text{Kg/m}^3$

$V_c$  = Volumen de la cascada,  $\text{m}^3$

$$V_c = A_c h \quad (4.2.37)$$

donde:

$A_c$  = área de la cascada,  $m^2$

$h$  = altura del agua en la cascada,  $m$

Reemplazando la ecuación 4.2.37 en 4.2.36 se obtiene:

$$m = A_c h \delta_{ag} \quad (4.2.38)$$

Reemplazando la ecuación 4.2.38 en 4.2.34 se obtiene:

$$Q_c = C_p \delta_{ag} h \Delta T \quad (4.2.39)$$

De (16) el diferencial de temperatura que se llega a tener en los destiladores solares en cascada es de  $58^\circ K$ .

donde:

$$\Delta T = 58^\circ K$$

$$C_p = 0.999 \text{ Cal/gr } ^\circ K$$

$$\delta_{ag} = 0.98335 \text{ gr/cm}^3$$

Reemplazando los valores anteriores en la ecuación 4.2.39, se obtiene:

$$Q_c = 238563811.5 A_c h \text{ (J/m}^3\text{)} \quad (4.2.40)$$

ENERGIA TRANSMITIDA AL AGUA EN LA CASCADA  
( $Q_T$ )

$$Q_T = \tau_m G_{pc} A_c \quad (4.2.41)$$

De (28) la radiación promedio para la costa Ecuatoriana es de  $200 \text{ BTU/hr-ft}^2$ .

donde:

$$\tau_m = \text{máxima transmisividad media} = 0,8902$$



$G_{pe}$  - radiación promedio para la costa ecuatoriana = 200 BTU/hr-ft<sup>2</sup>

$A_c$  = área de la cascada, m<sup>2</sup>

Reemplazando los valores de la ecuación 4.2.4.1, obtenemos:

$$Q_T = 2021875.135 A_c \text{ (J/m}^2\text{)} \quad (4.2.42)$$

Igualando la ecuación 4.2.40 en 4.2.42, se obtiene:

$$238563811.5 A_c h \text{ (J/m}^2\text{)} = 2021875.135 A_c \text{ (J/m}^2\text{)}$$

$$h = 0.0084 \text{ m}$$

$$h = 8.4 \text{ mm}$$

Con un nivel de agua de 8 mm en la cascada (16) se obtendrá temperaturas elevadas en el agua y una inercia térmica baja. La razón es que al ser pequeño el nivel del agua, se disminuyen los efectos de acumulación térmica y se logra elevar la temperatura y como la evaporación del agua varía en forma directa y exponencialmente con su temperatura, se obtendrá una mayor producción de agua destilada.

#### 4.2.4. DIMENSIONES DE LA CASCADA

El destilador que se diseña es del tipo experimental.

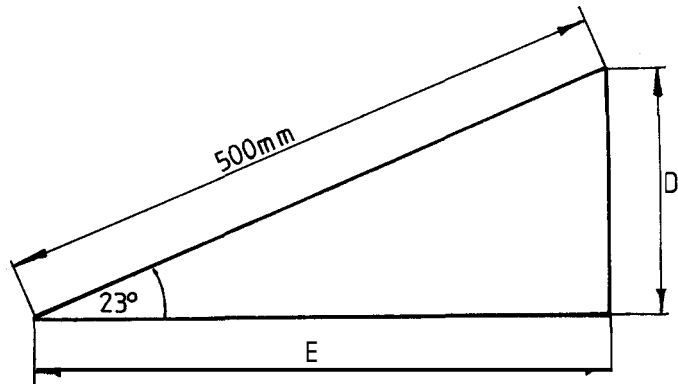


Fig. 4.2.4.1. Dimensiones de la estructura externa del destilador.

$$\text{Sen } 23^\circ = D/500 \quad \text{Cos } 23^\circ = E/500$$

$$D = 195.37 \text{ mm} \quad E = 460.25 \text{ mm}$$

Si dividimos tanto D como E en un número n de partes iguales, se obtiene:

$$D = n'Y + 2(n'-1) \quad (4.2.43)$$

$$E = n'X \quad (4.2.44)$$

Donde:

n' = número de divisiones

Y = longitud de una divisibn del lado D, m.

X = longitud de una divisibn del lado E, m.

$2(n'-1)$  = espesor total de las divisiones de las cascadas donde cada divisibn tiene 2 mm de espesor.

De la ecuación 4.2.43, despejando Y y

reemplazando valores, obtenemos:

$$Y = [195.3655 - 2(n'-1)]/n' \quad (4.2.45)$$

De la ecuación 4.2.44, despejando  $X$  y reemplazando valores obtenemos:

$$X = 460.25/n' \quad (4.2.46)$$

Analizando la ecuación 4.2.45, obtenemos que el valor máximo de  $n'$  es 98 para obtener un valor positivo de  $Y$ .

$$n'_{\max} = 98$$

Analizando la ecuación 4.2.46, obtenemos que el valor máximo de  $n'$  es 460.

$$n'_{\max} = 460$$

El número de partes en que se divide  $E$ , tiene que ser igual al número de partes de  $D$ , por lo tanto tomamos  $n'_{\max} = 98$  como referencia para los dos lados.

Reemplazando  $n' = 98$  en 4.2.46, tenemos que:

$$X_{\min} = 4.69645 \text{ mm}$$

Para una cascada el Area es:

$$A_c = X w \quad (4.2.47)$$

Reemplazando 4.2.47 en 4.2.37, obtenemos:

$$V_c = X w h \quad (4.2.48)$$

donde:

$X = X_{\min} =$  ancho mínimo de la cascada del destilador = 0.469645 m

$w =$  longitud de la cascada = 100 cm

$h =$  altura del agua en la cascada = 0.8 cm

Reemplazando valores en 4.2.48 se obtiene:

$$V_c = 37.5716 \text{ cm}^3$$

Reemplazando valores en 4.2.39, se obtiene:

$$R_c = 8962.164876 \text{ J.}$$

Reemplazando valores en 4.2.47, se obtiene:

$$A_c = 46.9645 \text{ cm}^2$$

Reemplazando valores en 4.2.41, se obtiene:

$$Q_T = 75962.59805 \text{ J}$$

Dividiendo la energía transmitida al agua en la cascada ( $Q_T$ ) en 8 horas para la capacidad calorífica ( $Q_c$ ) de la masa de agua de la cascada, obtenemos:

$$Q_T/Q_c = 8.4746$$

El valor real del ancho de la cascada es:

$$X_r = X_{min}(Q_T/Q_c) \quad (4.2.49)$$

donde:

$$X_{min} = 4.69645 \text{ mm}$$

$$Q_t/Q_c = 8.4746$$

Reemplazando valores en 4.2.49 se obtiene:

$$X_r = 39.80 \text{ mm} \approx 40 \text{ mm}$$

Donde:

$$X_r = \text{Ancho real de la cascada, mm.}$$

Las dimensiones de la cascada son:

$$\text{Ancho} = X_r = 40 \text{ mm}$$

$$\text{Nivel de agua} = h = 8 \text{ mm}$$

#### 4.2.5. NUMERO DE CASCADAS

De la figura 4.2.4.1, conocemos que:

$$E = 460.25 \text{ mm}$$

$$\text{Ancho de la cascada} = X = 40 \text{ mm}$$

Reemplazando valores en 4.2.44, se obtiene:

$$n = 11.5 \approx 11$$

$$n = 11 \text{ cascadas}$$

#### 4.2.6. DISTANCIA DE LA CASCADA A LA CUBIERTA DE VIDRIO.

La distancia desde la cascada a la cubierta del vidrio se la determina de ~~(16)~~<sup>(15)</sup>, donde encontramos valores de espaciamento entre la cascada y la cubierta de vidrio en función del número de cascadas.

12 cascadas ..... 2.5 cm

9 cascadas ..... 3.2 cm

Por lo tanto para 11 cascadas tenemos que el espaciamento entre la cascada y la cubierta de vidrio es de 2.733 cm, a este valor sumamos el valor de la altura del nivel del agua en la cascada.

$$11 = 2.733 \text{ cm} + 0.84 \text{ cm}$$

$$11 = 3.573 \text{ cm} \approx 3.6 \text{ cm}$$

El valor de  $l_1$  corresponde al extremo de la cascada, considerando la geometría de la cascada de la figura 4.2.6.1.

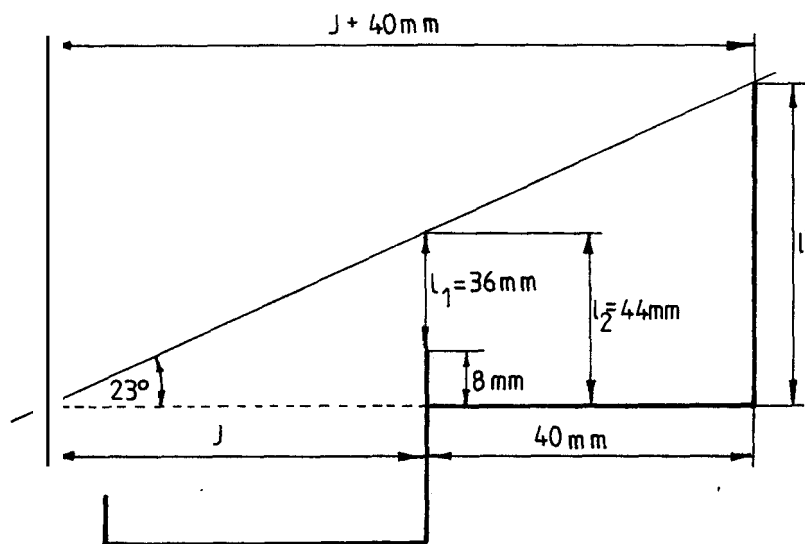


Fig. 4.2.6.1.- Geometría de la cascada.

De la figura 4.2.6.1, obtenemos:

$$\operatorname{tg} 23^\circ = 44/J$$

$$J = 103.6575 \text{ mm}$$

$$\operatorname{tg} 23^\circ = l' / (J+40)$$

$$l' = 60.9790 \text{ mm}$$

A esto le agregamos 4 mm de radio de curvatura interna en la parte de contacto con el vidrio y el Area de contacto. De tal manera que:

$$l = l' + 4$$

$$l = 65 \text{ mm}$$

#### 4.3. MATERIALES DE CONSTRUCCION DEL DESTILADOR

Siendo los materiales a emplearse en el destilador de gran importancia, y debiendo usarse en el diseño del destilador-, aquellos que permitan operar satisfactoriamente bajo las **más** duras condiciones que podrian esperarse en la instalación particular para el lugar.

Se utilizará materiales cuyo costo justifique su rendimiento **y** tenga un bajo coeficiente de conductividad térmica.

**Los** materiales que se utilizaran en la construcción son plásticos reforzados con fibra de vidrio. De (15) las razones por las que utilizaremos estos materiales son:

- a. Que los elementos terminados poseen una muy buena resistencia química, estabilidad térmica, **resistencia** a la intemperie, excelentes propiedades físicas, mecánicas **y** eléctricas, no están sujetos a la corrosión electrolytica.
- b. Que las resinas termo endurecentes que se presentan **en** forma líquida permiten impregnar perfectamente la fibra **y** endurecen bajo ligera presión o sin ella.
- c. Que el vidrio textil es uno de los materiales que por su naturaleza no está sujeto a degradaciones con el transcurso del tiempo **y que** es uno de los materiales más fuertes que existen.

Los plásticos reforzados con fibra de vidrio son un conjunto de materiales de características muy variables que básicamente consisten en una combinación de un sistema resinoso y un sistema fibroso que generalmente es el vidrio.

#### 4.3.1. RESINA

El sistema resinoso está compuesto de resinas, promotores, endurecedores, cargas, flexibilizantes, pigmentos, etc.

Del sistema resinoso depende en gran parte la resistencia química, estabilidad térmica, resistencia a la intemperie, propiedades eléctricas, aspecto de la superficie.

Las resinas naturales tienen apariencia vítrea, duras o más o menos pegajosas, los productos sintéticos están en un estado intermedio entre cristalino y amorfo y de apariencia de resinas naturales, de (15) los tipos de resinas son:

- a. Resinas termoplásticas que están en estado sólido en forma de polvos, granulos y perdigones, se funden con el calor y pueden moldearse bajo presión, dando formas nuevas al enfriarse.
- b. Resinas termoendurecentes o termoestables, se presentan en forma de



líquidos con un cierto grado de viscosidad, por acción de un agente especial iniciador producen una reacción de polimerización, provocando endurecimiento de las resinas de manera irreversible.

Las resinas usadas en los plásticos reforzados con fibra de vidrio son las que pertenecen al grupo de resinas termoendurecible, con más frecuencia se está usando en la actualidad las resinas poliésteres, las epóxicas, las fenolíticas y las furánicas.

Las características más importantes de estas resinas se lo expone en el apéndice D, tabla D.4.4.6.

#### 4.3.2. FIBRA DE VIDRIO

El vidrio es un producto inorgánico de fusión, enfriándose al estado sólido sin presentar cristalización; físicamente es un líquido sub-enfriado por presentar la estructura amorfa de los líquidos.

El vidrio es muy frágil en su estado común y no posee características mecánicas extraordinarias, pero si es estirado en hilos delgados, sus propiedades cambian; de acuerdo

al diámetro de las fibras disminuye. El vidrio es flexible y su resistencia aumenta con gran rapidez.

De (15), los vidrios más usados en los plásticos reforzados con fibra de vidrio, corresponden a la clase de los borosilicatos, conocidos como vidrios "E" y "C".

#### Características del vidrio "E"

- Porcentaje de álcalis inferior al 1%
- Fórmula aproximada

$\text{SiO}_2$	54.0
$\text{B}_2\text{O}_3$	9.0
$\text{Al}_2\text{O}_3, \text{CaO}, \text{MgO}$	36.2
$\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$	0.8

#### Características del vidrio "C"

- Las fibras del vidrio "C" tienen mayor resistencia a la corrosión.

Un refuerzo fibroso de vidrio que se presenta en distintas formas es la que determina en gran parte la resistencia y comportamiento mecánico del conjunto.

De (15), las formas de las mallas o tejidos de los hilados de fibra de vidrio utilizados en los plásticos reforzados con fibra de

vidrio son:

- Mats (fieltros)
- Rovings (mechas continuas)
- Chopped Strands (fibra cortada)
- Algunos hilados retorcidos
- Tejidos (esteras) y Cinta Rovings
- Productos especiales o combinados

Las características de los tejidos o mallas de fibra de vidrio se presentan en el apéndice (D).

#### 4.3.3. PROPIEDADES DE LOS PLASTICOS REFORZADOS CON FIBRA DE VIDRIO.

##### Condiciones térmicas

- a. El tipo de resina, su formulación y el tipo de curado determinan la resistencia a la temperatura de los plásticos reforzados con fibra de vidrio.
- b. Las resinas poliésteres más comunes para usos generales admiten temperaturas del orden de los 100°C.
- c. Preparando otros tipos de resinas pueden resistir a temperaturas continuas de unos 160°C.
- d. Las resinas de silicona y algunas fenólicas, especialmente modificadas, son las que pueden soportar en servicio

continuo hasta 250°C y 500°C en periodos cortos.

- e. **La** familia de las poliamidas, dotadas de estabilidad térmica muy elevada han permitido superar a los 300°C en servicio permanente.
- f. Tiene un bajo coeficiente de conductibilidad térmica comparando con otros materiales estructurales, 200 a 800 veces menor aproximadamente al del acero y aluminio.

#### Resistencia a la intemperie

- a. **Los** plásticos reforzados con fibra de vidrio tienen óptima resistencia a la intemperie, a las variaciones atmosféricas y al agua en general.
- b. soportan la acción destructora **de** mohos, microorganismos y de distintas especies de crustáceos marinos Y de moluscos perforadores.

#### Conservación y envejecimiento

- a. **Las** fibras de vidrio están casi exentas de fenómenos de fatiga o de formación permanente.
- b. Se mantienen inalterables a través del

tiempo con sus propiedades mecánicas, en el caso de ser sometidas a **esfuerzos** considerables.

#### Resistencia química

- a. La totalidad de los plásticos reforzados de fibra de vidrio están exentos de cualquier **tipo** de corrosión electrolítica.
- b. Ofrecen excelente resistencia a diversidad de agentes químicos.
- c. El ácido fluorhídrico es **prácticamente**, el único agente que dirige su ataque al vidrio y no a la resina.
- d. **Se** pueden fabricar elementos de plásticos reforzados con fibras de vidrios resistentes al ácido fluorhídrico preparando superficies de contacto ricas en resinas donde el vidrio no puede aflorar, reforzando con gasas o tejidos de **nylon**.

#### Estabilidad dimensional

- a. Las fibras de vidrio textiles tienen muy **bajo** coeficiente de dilatación térmica, no se dilatan ni se contraen por variación de humedad.
- b. Son suficientemente fuertes como para

resistir los esfuerzos de dilatación y contracción de **las** resinas.

#### Resistencia direccional

- a. **Los** plásticos reforzados con fibra de vidrio tienen como característica de poder orientar el refuerzo según la dirección mecánica más solicitada.
- b. **La** disposición de la fibra tiene gran importancia en las propiedades mecánicas, así el material se caracteriza por su resistencia multidireccional, el roving por su resistencia netamente direccional y los tejidos por su resistencia variable en distintas direcciones.
- c. Para **un** correcto aprovechamiento del esfuerzo, este deberá seleccionarse en función de la resistencia mecánica requerida y de como se manifiesta el esfuerzo principal,

#### Resistencia específica

- a. **Los** valores excepcionales de resistencia a la tracción de la fibra y la posibilidad de orientar el esfuerzo según la dirección del mayor esfuerzo permitiendo alcanzar relaciones resistencia/peso más favorables

que muchos metales.

#### Resistencia al choque

- a. Los plásticos reforzados con fibra de vidrio poseen una extraordinaria capacidad de absorción de la energía especialmente los laminados fabricados a partir de tejidos y con alta proporción de vidrio.
- b. La resistencia al choque de los plásticos reforzados con fibra de vidrio supera a la mayoría de los metales.
- c. Dentro de los límites de rotura, los plásticos reforzados con fibra de vidrio se comportan como materiales perfectamente elásticos, sin presentar ningún tipo de deformación permanente: o sea que obedecen en forma prácticamente absoluta la Ley de Hooke.
- d. La resistencia al choque es función de la proporción de vidrio-resina presente en el laminado, de la clase de resina, de la disposición y características del esfuerzo del método de deformación.

#### 4.3.4. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS PLÁSTICOS REFORZADOS CON FIBRA DE VIDRIO.

##### VENTAJAS:

- a. Elevada resistencia química y a la

interperie, intocables por los mohos y microorganismos en general.

- b. Excelentes propiedades eléctricas valorizadas por una buena estabilidad dimensional, baja absorción del agua y elevada resistencia a las temperaturas, baja conductividad térmica.
- c. Grandes posibilidades de diseño y formación que permiten diversidad de formas.
- d. Resistencia específica superior a la de casi todos los metales y demás materiales de construcción.
- e. Características mecánicas excepcionales, fácil y ampliamente adaptables a las necesidades.
- f. Posibilidad de obtener productos translúcidos o con color directamente incorporados a su masa.

#### DESVENTAJAS

- a. Baja producción, si se emplean métodos semiautomáticos.
- b. Tiene módulo de elasticidad relativamente alto imposibilita volver a usar elementos desechados dándoles otra forma.
- c. Costo relativamente alto de resina y de



fibra de vidrio, la que se compensa con el empleo de equipo sencillo y en algunos casos ninguna mano de obra especializada.

#### 4.4. PROCESOS DE FORMACION

Los procesos de fabricacion de los plásticos reforzadas con fibra de vidrio dependen de:

- a. La forma del elemento a construirse
- b. La terminacion superficial del elemento a construirse
- c. Las características mecánicas de el elemento a construirse.
- d. Del programa de fabricacion
- e. Del ritmo de trabajo previsto

El proceso de formacion de los plásticos reforzados con fibra de vidrio consiste en impregnar el elemento reforzante por medio de una resina líquida previamente preparada y mantenerla en el molde del que se reproducira la forma hasta su endurecimiento.

Los métodos de produccion de las plásticos reforzados con fibra de vidrio, de (15), se clasifican de la siguiente forma:

- a. Formacion de mano, por contacto sobre un solo molde
- b. Con saco elástico, en vacio o bajo presión
- c. Molde con pistón flexible

- d. Fabricación con molde sin presión y por inyección
- e. Fabricación con matrices metálicas acopladas bajo presión
- f. Formación por enrollamiento (winding)
- g. Fabricaciones especiales.

En el apéndice D, tabla D.4.4.1 se explica cada una de las ventajas de 10 métodos de fabricación de los plásticos reforzados con fibra de vidrio.

De (15) obtenemos los métodos de fabricación de los plásticos reforzados con fibra de vidrio.

El diseño y construcción del destilador solar en cascada usando plásticos reforzados con fibra de vidrio es lo más adecuado por sus ventajas y propiedades que presentan los mismos, como se expone en 4.3.

**SELECCION DEL METODO MAS ADECUADO DE CONSTRUCCION DEL DESTILADOR SOLAR EN CASCADA (D.S.C), UTILIZANDO PLASTICOS REFORZADOS CON FIBRA DE VIDRIO (PRFV).**

Para esta selección tomaremos en cuenta los siguientes parámetros:

**a.- Dimensiones**

El D.S.C. diseñado es de tipo experimental, por lo tanto tiene 1 m<sup>2</sup> de Area, que está compuesto de dos areas de 0.5 m<sup>2</sup> c/u, con una cubierta que tiene 23° de inclinación, cada área tiene 11 cascadas, como se

explica en 4.2.1, 4.2.2 y 4.2.5.

Las cascadas **son** pequeñas bandejas que tienen 40 mm de ancho, 1000 mm de largo y 8 mm de altura, como se explica en 4.2.3 y 4.2.4.

b.- Forma

La forma del D.S.C. es simple. Estará compuesto de dos estructuras conteniendo 11 pequeñas bandejas en cada estructura.

c.- Terminación superficial

Únicamente la parte externa del D.S.C., esto es en las cascadas, la base y parte reflectante de la cascada.

d.- Características mecánicas

Resistencia específica : **escasa**

Resistencia al choque: **escasa**

e.- Condiciones térmicas

Que el D.S.C. admita hasta temperaturas del orden de 100°C .

f.- Resistencia química

Buena resistencia a diversidad de agentes químicos y que este exento de cualquier tipo de corrosión.

g.- Recursos económicos

Que sean los **más** bajos posibles

Con estos parámetros vamos al apéndice D, tablas D.4.4.1 y D.4.4.2.

De estas tablas observamos que el método de

formación escogido es el a mano por contacto, por su costo sumamente reducido del equipo y de los moldes, amplias formas y de diseño, acabado superficial óptimo y prácticamente no existe ninguna limitación en cuanto a las dimensiones de los productos que se consti-uyen con este método.

#### SELECCION DEL MATERIAL PARA LA CONSTRUCCION DEL MOLDE

Para la selección del material del molde a utilizar, recurrimos al apéndice D, tabla D.4.4.3.

Tomando en cuenta que se producirá un solo D.S.C. observando los materiales y comparando su facilidad de construcción, tiempo en que se puede construir el molde y costo de material; y analizando estos parámetros, se selecciona a la madera para la construcción del mismo.

El límite de producción con un molde de madera es de 1:50 unidades.

#### SELECCION DEL TIPO DE FIBRA A UTILIZAR

La selección del tipo de fibra a emplearse en la construcción del D.S.C., no solo depende de los requerimientos técnicos del mismo, sino también del proceso de construcción que se ha escogido.

Seleccionando el proceso de construcción del DSC el proceso es a mano por contacto, con este dato vamos

al apéndice D, tabla D.4.4.4, y observamos que el fieltro o mat tiene bajas propiedades mecánicas que son las que se requieren porque el DSC no requiere grandes resistencias al choque y a la tracción. El costo de el material es el más bajo con respecto a las otras fibras.

Entonces, la fibra que se utilizará como refuerzo en la construcción del DSC es el MAT.

**Las características técnicas de la fibra MAT son:**

Proporción de fibra de vidrio: 20-30%

Resistencia a tracción: 6-9 Kg/mm<sup>2</sup>

Resistencia a flexión : 10-15 Kg/mm<sup>2</sup>

Resistencia a compresión: 8-12 Kg/mm<sup>2</sup>

Resistencia al choque: 7-10 Kg/mm<sup>2</sup>

Módulo de Young: 500-700 Kg/mm<sup>2</sup>

#### SELECCION DEL TIPO DE RESINA A UTILIZAR

Los pasos que tenemos que seguir para determinar la resina que se va a emplear en la construcción del DSC, son los siguientes:

- Determinar el proceso de construcción del DSC
- Determinar el tipo de fibra a utilizar en la construcción del DSC
- Determinar las propiedades químicas que debe poseer el plástico reforzado con fibra de vidrio PRFV de acuerdo al tipo de agua que va a utilizar en el proceso de destilación el DSC.

Una vez que se ha seleccionado el proceso de construcción, el mismo que es el de formación a mano por contacto, que el refuerzo a utilizarse es el MAT y que el PRFV no debe ser atacado por el agua y resistir los diversos tipos de agua que se encuentran en el medio a ser utilizado, nos valemos de las tablas D.4.4.5, D.4.4.6 y D.4.4.7, del apéndice D, las tablas A.1, A.2, A.3 del apéndice A y el análisis de 2.2, 2.3 del capítulo 2.

Del análisis de las tablas señaladas en el párrafo anterior observamos que la resina poliéster es la apropiada para nuestro caso, tanto por el costo como por su aplicación en la construcción del DSC.

La resina poliéster es la más versátil de las resinas termoendurecibles, dotadas de buenas propiedades eléctricas, buenas características mecánicas y buena resistencia química (especialmente a los ácidos).

Por lo tanto, la resina que vamos a utilizar en la construcción del DSC, es la resina poliéster isophtálica, formulada especialmente para usar en formación a mano por contacto, además de utilizarse en aplicaciones que necesiten resistencia a la corrosión.

## ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL DISEÑO Y CONSTRUCCION

El DSC diseñado es un modelo experimental que producirá agua destilada utilizando como fuente energética la radiación solar.

En el apéndice E se encuentran detallados los planos de construcción del DSC, las características técnicas del diseño son las siguientes:

- 1.- El modelo es experimental por lo que se ha seleccionado un DSC de un metro cuadrado de área.
- 2.- El destilador está compuesto por dos estructuras independientes, cada estructura tiene una cubierta de vidrio con una pendiente. La unión de las dos estructuras forman el DSC, con el objeto de que la cubierta de una estructura sea orientada hacia el norte y la otra hacia el sur, debido a la variación de la declinación del sol a lo largo del año y la latitud ecuatorial en la que nos encontramos.
- 3.- El Angulo óptimo de las cubiertas del DSC, se calcula con el objeto de obtener la mayor transmisividad de la radiación solar y obtener la mayor producción de condensado, siendo  $23^\circ$  el ángulo óptimo de la cubierta para Guayaquil.
- 4.- Dimensiones de la cascada. El diseño del destilador solar de dos caras con cubierta inclinada está compuesto de pequeñas bandejas en cascada que tiene como objetivo mantener un pequeño

volumen de agua en las mismas, alcanzando altas temperaturas; las dimensiones son 40 mm de ancho, 8 mm de alto y 1000 mm de longitud.

- 5.- Nivel de **agua** en la cascada. Tiene que ser el suficiente para asegurar la producción necesaria para un día de máxima radiación, antes de que aparezcan superficies secas en la superficie de la cascada. El valor calculado es 8 mm. Este nivel de **agua** nos permite disminuir los efectos de acumulación térmica y lograr elevar su temperatura en menor tiempo, el proceso de evaporación del agua, varía en forma directa y exponencial con la temperatura **como** también se obtendrá una mayor producción de condensado.
- 6.- Distancia de la cascada a la cubierta de vidrio. Esta distancia tiene que ser pequeña para obtener inercia térmica baja y alcanzar altas temperaturas del **agua** en la cascada, obteniendo una mayor producción. **La** distancia calculada es 65 mm.
- 7.- **La** capacidad máxima de **las** 22 cascadas (11 en cada cara) del DSC es de 7.0398 lt. Todas las **mañanas** se ingresará agua al DSC.
- 8.- **El** diseño del DSC, consta de un sistema de alimentación que permite ingresar el agua a destilar en forma independiente a cada cara, siendo controlado por llaves de paso en cada



cara.

- 9.- El DSC posee un canal de recolección en la parte inferior de cada cubierta, las mismas están conectadas a una manguera plástica que se conecta a un recipiente de recolección.
10. El DSC dispone de un sistema de control de contaminación entre el agua de la última cascada y el canal de recolección, para lo cual se ha colocado una tubería en la última cascada de cada cara. Esta tubería sirve también como drenaje en la limpieza.
11. El agua que contendrá las cascadas del DSC tiene diversos tipos de contaminantes, además el agua salobre es altamente corrosiva, por lo que analizando experiencias anteriores en la ESPOL y las características de diversos materiales se ha seleccionado construir el DSC de plástico reforzado con fibra de vidrio.
12. El método más adecuado para la construcción del DSC, utilizando plásticos reforzados con fibra de vidrio es a mano por contacto como lo analizamos en 4.4.
13. El material seleccionado para la construcción del molde del DSC es la madera, analizado en 4.4.
14. El tipo de fibra que se utilizará en la construcción del DSC es MAT, analizado en 4.4.

15. El tipo de resina que se utilizará en la construcción del DSC es epóxica isopntálica, analizado en 4.4.
16. El aislamiento térmico en el DSC será en las bases y costado.
17. El modelo será construido en el taller modelaje de la Facultad de Ingenieria Naval y en el Laboratorio de Energia Solar de la Facultad de Ingenieria Mecánica de la ESPOL.

## CFIPITULO V

### CONSTRUCCION DEL PROTOTIPO

#### 5.1. RECEPCION DE MATERIALES

La selección de materiales para la construcción del DSC se determinó en 4.4, tomando en cuenta las propiedades, costo y disponibilidad de los materiales escogidos para la construcción del prototipo.

Los materiales seleccionados serán utilizados en la construcción de las siguientes partes:

- a. Moldes de madera
- b. Construcción de la estructura externa y cascadas del DSC
- c. Instalación de tuberías
- d. Instalación de aislamiento térmico
- e. Instalación de las cubiertas
- f. Construcción de las estructuras que soportan al tanque de agua a destilar y al DSC

##### 5.1.1. MOLDES DE MADERA

Los moldes que se construirán son para las cascadas y la estructura externa del DSC:

- Una plancha de plywood de 4 mm de espesor
- 1/2 litro de laca de madera
- 2 pliegos de lija fina
- 1/2 libra de clavos sin cabeza de 3/4"

### 5.1.2. CONSTRUCCION DE LA ESTRUCTURA EXTERNA Y CAS- CADA DEL DSC.

La construcción del DSC se la hizo utilizando plásticos reforzados con fibra de vidrio, como se determinó en 4.4, los materiales seleccionados son:

- 14 litros de resina
- 5 m<sup>2</sup> de fibra MAT
- 1 libra de cabosil
- 1/4 lt de desmoldante
- 1/2 lt de cera
- 250 gr de acelerante
- 1 rollo de cinta maskit de 3/4"
- 1 brocha pequeña

### 5.1.3. INSTALACION DE TUBERIA

Los materiales que se utilizaron para la instalación de la tubería de acceso y drenaje de agua al DSC serán adquiridos tomando en cuenta que el equipo es experimental y que permita las facilidades de experimentación.

- 3 válvulas de compuerta de 1/2"
- 6 codos de 1/2"
- 1 Tee de 1/2"
- 3 tapones hembra de 1/2"
- 3 nudos universal roscable 1/2"
- 1 1/2 m de tubo PVC 1/2"

- 4 conectores **con** contratuerca de 1/2"x3"
- 2 conectores **con** contratuerca de 1/2"x2"
- 2 neplos de 1/2"x5"
- 2 neplos de 1/2"x3"
- 3 neplos de 1/2"x2"
- 2 neplos **pérdidos** de 1/2"x1"
- 2.10 m de perfil de aluminio **en U**
- 1 m de manguera de caucho de 1/2"
- 1 **tanque** de eternit de 50 lts
- 1 rollo de teflón
- 1 tubo de epóxico

#### **5.1.4. INSTALACION DE AISLAMIENTO TERMICO**

- **Una** plancha de plumafón de 2x1000x50 mm
- 1 lt de blancola

#### **5.1.5. INSTALACION DE LA CUBIERTA**

**Se** seleccionb para la cubierta def DSC vidrio **en** vez de plástico, porque **el** condensado se distribuye como película homogénea sobre el Area del vidrio, **en** cambio **en** las cubiertas de plástico el condensado se forma **en** gotas que reflejan y dispersan parte de la radiación incidente y proporciona al techo un aspecto plateado.

- 2 vidrios de 550x1030x3 mm
- 1 tubo de silicdn transparente

#### 5.1.6. CONSTRUCCION DE LAS ESTRUCTURAS QUE SOPORTAN AL TANQUE DE AGUA A DESTILAR Y AL DSC

- 4 ángulos en L de Fe de 26.25x0.125x6000 mm
- 3 libras de soldadura E-6011
- Un litro de pintura anticorrosiva negra
- 1 bracha

#### 5.2. PROCESO DE CONSTRUCCION

El prototipo se construyó en el taller de modelaje de la Facultad de Ingeniería Marítima y en el Lab. de Energía Solar de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la ESPOL. De acuerdo al plano del ap. E. En 4.4 se seleccionó el método adecuado de construcción del DSC, utilizando plásticos reforzados con fibra de vidrio, sieida a mano por contacto. El material seleccionado para el molde es la madera. Los pasos para la construcción del DSC son:

- a. Construccibn del molde de madera para la estructura externa del DSC
- b. Construcción del molde de madera para la estructura de las cascadas
- c. Construccibn de la estructura externa del DSC utilizando PRFV
- d. Construcción de las **bases** de la cascada del DSC
- e. Construccibn de las **Areas** reflectantes de las cascadas

- f. Construcción de los costados que soportan a la base de la cascada
- g. formacibn de las cascadas
- h. Acoplamiento de la estructura de la cascada en la estructura externa del DSC
- i. Instalación de tuberías

#### **5.2.1. CONSTRUCCION DEL MOLDE DE MADERA PARA LA ESTRUCTURA EXTERIOR DEL DSC.**

En 4.4 seleccionamos el material del molde para la construcción, utilice la figura **E.5.2.1** y seguí el siguiente orden:

- Trace en la pfancha de plywood de 4 mm de espesor, las dimensiones de las partes del molde y corte los pedazos.
- Uni los pedazos de madera utilizando clavos sin cabeza de 3/4" y forme la estructura del molde y dí el acabada utilizando lija fina, luego coloque laca en la parte interna del molde, dejando una superficie completamente lisa. Fig. **E.5.2.2.**

#### **5.2.2. CONSTRUCCION DEL MOLDE DE MADERA PARA LA ESTRUCTURA DE LAS CASCADAS**

Para esta construcción utilicé la figura **E.5.2.2** y seguí el siguiente descrito en **5.2.1.**

Es necesario acotar que el molde de madera para la construcción de la estructura de las cascadas no necesita un acabado completo. Figura E.5.2.4.

### 5.2.3. CONSTRUCCION DE LA ESTRUCTUHA EXTERNA DEL DSC UTILIZANDO PHFV

En 4.4, seleccionamos el método de formación a mano por contacto para la construcción, como también fa resina poliéster y la fibra MAT.

En este proceso de formación utilice un molde hembra de madera, porque requiero tener fa superficie externa del DSC bien acabada.

Con los datos de la figura E.5.2.1, procedí en el orden siguiente:

- Corte la fibra MAT y limpie el molde de madera, cubriendo con una capa delgada de cera la parte interna del mismo.
- Coloque desmoldante en fa parte interna del molde y expuse el mismo al media ambiente con el objeto de secarlo.
- Prepare la mezcla de resina, cabosil, pintura blanca en polvo y acelerante en una proporción de un litro de resina para 3 onzas de cabosil y 7 gotas de acelerante.
- Con una brocha coloque la mercla anterior en la parte del molde, coloque luego los



pedazos de fibra **MAT** cortados, sobre la mezcla de resina.

- Prepare una mezcla similar a la anterior y utilizando una brocha cubri toda la fibra **MAT**, y expuse el molde al medio ambiente con el objeto de secar la resina y la fibra.

- Finalmente, saqué el molde de la estructura externa del DSC.

#### 5.2.4. CONSTRUCCION DE LAS BASES DE LAS CASCADAS DEL DSC

La dimensión de la **cascada** se analizó en 4.2.4, con esos datos y los de la figura E.5.2.6, construí las bases de la cascada del destilador en el siguiente orden:

- Marqué en la fibra **MAT** las dimensiones de la base de la cascada y **corté** la fibra **MAT** utilizando una tijera.

- Seleccioné una mesa con formica lisa y tracé las dimensiones **de la base** de la cascada, **coloqué** cinta maskit **por** las líneas marcadas.

- Cubri con una capa delgada de cera la superficie marcada y coloqué desmoldante, luego expuse la superficie al medio ambiente con la finalidad que seque el desmoldante.

- Preparé la mezcla de resina, cabosil,

pintura en polvo negra, en una proporción de un litro de resina **para** 3 onzas de cabosil y 7 gotas de acelerante.

- Con una brocha coloqué la mezcla en la superficie y coloqué los pedazos de fibra **MAT** cortados, sobre la superficie.

- Preparé una mezcla similar a la anterior y con una brocha cubrí la fibra **MAT**, luego expuse la superficie al medio ambiente con el objeto de secar la resina y la fibra.

- Finalmente, retiré las **bases** de la cascada de la superficie donde fue moldeada.

#### 5.2.5. CONSTRUCCION DE LAS AREAS REFLECTANTES DE LAS CASCADAS

El proceso y orden de construcción de las áreas reflectantes de la cascada es similar a 5.2.4 con excepción de las dimensiones, las que se tienen que referir a la figura E.5.2.6.

En la mezcla se pone pintura blanca en polvo en lugar de pintura negra en polvo.

#### 5.2.6. CONSTRUCCION DE LOS COSTADOS QUE SOPORTAN A LA BASE DE LA CASCADA

Utilizando la figura E.5.2.5, y siguiendo el mismo proceso y orden de construcción de

5.2.4, con los cambios en cuanto a pintura que expongo en 5.2.5.

#### 5.2.7. FORMACION DE LAS CASCADAS

Utilizando el molde de madera construido para formar las estructuras de la cascada, las bases y áreas reflectantes de las cascadas, construido con PHFV, estos son unidos con fibra MAT y resina con acelerante.

#### 5.2.8. ACOPLAMIENTO DE LA ESTRUCTURA DE LA CASCADA DE PRFV EN LA ESTRUCTURA EXTERNA DEL DSC

Formada la estructura de las cascadas y la estructura externa del destilador, procedí a realizar el montaje de las mismas en el siguiente orden:

- Prepare una mezcla de resina cabosil y acelerante con proporción de 1 litro de resina para 4 onzas de cabosil y 10 gotas de acelerante, luego cubri los lados laterales internos de la estructura externa del destilador y los lados laterales externos de la estructura de las cascadas.

- Coloque la estructura de las cascadas en el interior de la estructura externa del DSC, utilizando playas de presión y prensas se mantienen unidas las dos estructuras por 24

horas.

- Preparé una mezcla similar a la anterior y utilizando una brocha, cubrí la parte interna posterior de las cascadas del destilador luego coloqué pedazos de fibra **MAT** sobre la parte interna posterior de las cascadas del destilador; utilizando **una** mezcla similar cubrí la fibra **MAT** colocada en la parte interna posterior de las cascadas del destilador. Fig- E.5.2.7.

- Expuse la estructura al medio ambiente para que se seque y posteriormente llené de agua el DSC y determiné los lugares **que** tenían fuga y procedí a taparlas.

#### 5.2.9. INSTALACION DE TUBERIAS EN EL DSC

La instalación del canal de recolección de condensado, las tuberías de ingreso y drenaje de agua turbia en el DSC, manguera que conecta el canal de recolección del condensado y el recipiente donde se acumula el agua destilada, son considerados accesorios fundamentales para el funcionamiento del DSC.

Consideramos accesorios de tubería que se requieren instalar para la experimentación del prototipo, a las tuberías y válvulas que

unen los conectores de entrada del agua **en** el destilador **y** un tanque instalado **a** una altura determinada.

Para **la** instalación de tuberías procedí de **la** siguiente manera:

**a.** Elaboración de orificios en **la**5 partes donde se instaló **la** tubería en **el** DSC.

**Realicé** un orificio en **la** cascada superior (lado derecho) para ingreso de **agua** **en** el destilador **y** **un** orificio en **la** última cascada (en **la** base, lado derecho) para drenaje de agua del destilador, un orificio en **el** lado superior izquierdo de **la** última cascada para conexión del canalón de recolección **y** **la** manguera de caucho.

**b.** Instalación del canal de recolección

Corté un pedazo de perfil de aluminio en U de 1050 mm de longitud, preparé una **mezcla** de resina acelerante **y** apliqué al mismo, luego la coloqué en **la** parte inferior interna del DSC (última cascada) tomando **en** cuenta que este tiene que tener **una** inclinación con **la** finalidad que el flujo de agua destilada se desplace rápidamente hacia **la** manguera que conecta al recipiente de acumulación.

**c.** Instalación de tubería de ingreso **y** drenaje de **agua** turbia o salada en **el** DSC

Instalé un conector de PVC con contratuerca de  $1/2 \times 3$ " en el agujero de ingreso de agua al destiladar y otro en el agujero de drenaje de agua al destiladar a este se le conectó un codo de  $1/2$ " y un neplo de  $1/2 \times 5$ " el mismo que llevará un tapón hembra de  $1/2$ ".

d. Instalación de manguera de caucho de  $1/2$ " en el orificio que sale del canaltn de recolección de agua.

Esta manguera conectará al recipiente donde se acumulará el agua destilada. Fig. E.5.2.8.

e. Instalación de tuberías necesarias para facilitar las pruebas experimentales del DSC  
Con la finalidad de facilitar la experimentación se instaló un tanque eternit de 50 lts en una estructura construida usando ángulos en L de hierro ( $26.25 \times 0.125$  mm), en éste tanque se acumulará agua de río a de estero.

En el tanque instalé un conector con contratuerca de  $1/2 \times 2$ " con un tapón de  $1/2$ " a una altura de 10 mm de la base del tanque con la finalidad de usarlo para la limpieza del mismo.

A 60 mm de la base del tanque se instaló un conector con contratuerca que conecta a una válvula de campuerta de  $1/2$ ", éste se acopla a un neplo de  $1/2 \times 2$ " con un codo de  $1/2$ " y

éste a un tubo de PVC de 1/2x15" que conecta a un nudo universal rascable de 1/2", luego viene un tubo de 1/2x7", un codo de 1/2", un tubo de 1/2x19", una tee de 1/2", un neplo perdido de 1/2x1" a un lado de la tee, un codo de 1/2", neplo perdido de 1/2x2", válvula de compuerta de 1/2", neplo de 1/2x3", conecta a un nudo universal roscable de 1/2", éste se acoplará al conector instalado en la entrada de agua al DSC. Fig. E.5.2.9.

### 5.3. ENSAMBLAJE

Construido el DSC, procedí a instalar el aislamiento térmico, la cubierta, instalación del DSC en la estructura metálica y acoplamiento de tuberías. Procediendo en el siguiente orden:

#### a. Instalación del aislamiento térmico

Tracé las dimensiones de los costados del DSC en la plancha de plumafón de 50 mm de espesor y corte los mismos, luego pegué los pedazos de plumafón en los lados del DSC utilizando blancola.

#### b. Instalación de la cubierta

Utilizando un nivel verifique el Area donde se asentará la cubierta de vidrio del DSC, luego utilizando una lija fina nivelé el Area donde se asentó la cubierta del destilador; finalmente, coloqué una capa de silicón transparente en el área

donde se asienta la cubierta de vidrio.

c. Instalación del DSC en la estructura metálica

Se nivela la estructura metálica, instalo las dos módulos **que** forman el DSC, exponiendo la una cubierta hacia el norte y la otra hacia el sur; luego se procede al Acoplamiento de la tubería utilizando los nudos universales roscados; se conecta el tanque que contiene el agua **tie** ría o de estero con el DSC.

#### 5.4. SELLAMIENTOS

Los sellamientos requeridos para evitar la pérdida de calor en el DSC se realizó de la siguiente forma:

- Sellamientos **en** las uniones **de** las cascadas, se utilizó una mezcla de resina y acelerante
- Sellamiento en la entrada y purga de agua en el DSC, se utilizó una mezcla de resina y acelerante
- Sellamiento **en** la cubierta de vidrio, se utilizó silicón. Fig. E.5.2.10.



## CAPITULO VI

### METODOLOGIA DE PRUEHAS

#### 6.1. TECNICA OPERATIVA Y RECOLECCION DE DATOS

El destilador solar en cascada ha sido previsto de un sistema de alimentación y de drenaje, debido a que es un equipo experimental cuya utilización se efectará en modo continuo. Por este motivo, para predisponer el aparato para su uso experimental será necesario realizar las siguientes operaciones:

- a. Calibrar el instrumento que mide la radiación, pirómetro, con respecto al medidor de radiación Matrix y encontrar la ecuación de calibración. En el apéndice G se encuentran las tablas G.6.1.a.1 a G.6.1.a.16 con datos de radiación tomados en el laboratorio de la Energía Solar de la FIM de La ESPOL.

Aplicando el principio de mínimos cuadrados a estos datos encontramos la siguiente ecuación:

$$G = - 6.5686 + 1.4392G'$$

$$G' = W/m^2$$

$$G = W/m^2$$

$$\text{Coeficiente de correlación} = 0.9903$$

- b. Calibrar el instrumento que mide las temperaturas, un termómetro digital de 10 canales con respecto a un termómetro de calibración.

En el apéndice G se encuentran las tablas G.6.1.b.1 a G.6.1.b.8, con datos de temperatura

tomados en el laboratorio de Fluidos de la Facultad de Ingeniería mecánica de la ESPOL.

Aplicando el principio de mínimos cuadrados a estos datos encontramos la siguiente ecuación:

$$T = -0.4099 + 1.0046 T_{\text{aigo}}$$

$$T = \text{°C}$$

$$T_{\text{aigo}} = \text{°C}$$

Coefficiente de correlación = 1

- c. Exponer el destilador solar en cascada a la radiación solar controlando el nivel del terreno deseando la planitud y la orientación norte-sur.
- d. Cerrar las válvulas de salida del agua del tanque de almacenamiento y de las de entrada del agua al destilador.
- e. Verter dentro del tanque de almacenamiento el contenido de agua turbia o salada que debe tratarse.
- f. Instalar termocuplas en los puntos a tomar lecturas de temperatura.
- g. Limpiar la cubierta de vidrio del destilador con una franela.
- h. Abrir la válvula de salida de agua del tanque de almacenamiento, luego abrir lentamente las válvulas de entrada del agua al destilador y después se abren las válvulas de drenaje, de tal manera que el agua a tratarse se va llenando desde la cascada superior hasta la inferior, al llegar a esta cascada drena el agua de tal manera

que no contamina el canaleta de recolección de destilado.

- i. Cerrar las válvulas de salida de agua del tanque de almacenamiento, las de entrada de agua al destilador y las de drenaje.
- j. Colocar las pipetas para la recolección de líquido destilado, conectandolo con tubos de goma a la salida de los canaletes de recolección
- k. Cerrar las válvulas de salida de agua del tanque de almacenamiento, las de entrada de agua al destilador y las de drenaje.
- l. Colocar las pipetas para la recolección del líquido destilado, conectandolos con tubos de goma a la salida de los canaletes de recolección, teniendo cuidado de no dejarlo expuesto a la radiación directa, colocandolo a la sombra y ubicandolo debajo del destilador.

Las pruebas experimentales se realizaron utilizando agua del río Guayas y agua del Estero Salado, tanto en el destilador solar en cascada como en el destilador solar de simple efecto.

Las pruebas se realizan en el laboratorio de energía solar de la ESPOL desde las 4 hasta las 17 horas y se lleva control de los siguientes parámetros:

Temperatura ambiente ( $T_a$ ), Temperatura del vidrio en el área externa ( $T_{ve}$ ), Temperatura del vidrio en el

área interna ( $T_{vi}$ ), Temperatura del aire en el interior del destilador ( $T_{ai}$ ), Temperatura del agua en la cascada ( $T_{ag}$ ), Temperatura en la parte externa de la base del destilador ( $T_b$ ), Temperatura en la parte externa del costado del destilador ( $T_c$ ), Temperatura en la pared interna del destilador ( $T_{pi}$ ), Velocidad del viento ( $V$ ), Intensidad de la radiación ( $G$ ), Producción de condensado en el DSC ( $mc$ ), Producción de condensado en el destilador solar de simple efecto ( $ms$ ).

1. Lectura de temperatura ambiente,  $T_a$ . Se instaló 1 termocupla al ambiente bajo sombra.
2. Lectura de temperatura de vidrio en el área externa,  $T_{ve}$ . Se realizó instalación de 2 termocuplas en el vidrio externo del destilador, una en cada vidrio del destilador.
3. Lectura de temperatura en el vidrio interno,  $T_{vi}$ . Se realizó la instalación de 2 termocuplas en el vidrio interno del destilador, una en cada vidrio del destilador.
4. Lectura de temperatura de aire en el interior del destilador,  $T_{ai}$ . Se procedió a instalar 4 termocuplas en el interior del destilador, colocando dos termocuplas en cada lado del destilador, 1 en la cascada superior y otra en la cascada inferior.
5. Lectura de temperatura de agua en la cascada,

**Tag,** Se efectuó utilizando termocuplas colocadas en la cascada superior e inferior de cada lado del destilador, conectados a 1 termómetro digital de 10 canales.

6. Lectura de temperatura en la parte externa de **la base** del destilador,  $T_b$ . Se **efectuó** la instalacibn colocando dos termocuplas una en la base de **cada** cara del destilador.
7. Lectura de temperatura en la parte externa del costado del destilador,  $T_c$ . Se procedib a instalar das termocuplas, una en cada costado del destilador.
8. **Lectura** de temperatura de la pared interior,  $T_{pi}$ . **Se** realizó la instalacibn de dos termocuplas en la pared interna del destilador, una en cada pared interior del destilador.
9. Lectura de velocidad de viento,  $V$ . Se tomó lecturas en la estación metereológica del Lab. Solar de la ESPOL.
10. Lectura de radiacibn,  $G$ . Se tomó en el pirbmetro instalado en el Lab. Solar de la ESPOL.
11. Lectura de producción **de** condensado,  $mc$  y  $ms$ . Se realizó utilizando una prabeta graduada de **1000** ml.

Los datos recopiladas de temperatura son **sumados** y divididos para el número de termocuplas instaladas

en el parámetro a medir.

$$T_a = T_a/1$$

$$T_{ve} = T_{ve}/2$$

$$T_{vi} = T_{vi}/2$$

$$T_{ai} = T_{ai}/4$$

$$T_{ag} = T_{ag}/4$$

$$T_b = T_b/2$$

$$T_c = T_c/2$$

$$T_{pi} = T_{pi}/2$$

Los datos de las pruebas experimentales, con orientaci6n del DSC norte-sur se encuentran en el ap6ndice H, tabla H.6.1.a.1 hasta H.b.1.a.23.

**Los** datos de las pruebas experimentales, con orientaci6n del DSC este-oeste se encuentran en el ap6ndice H, tabla H.6.1.b.1 hasta H.6.1.b.7.

## 6.2. ANALISIS DE DATOS EXPERIMENTALES

### Temperaturas

El proceso experimental llevado a cabo diariamente en el lab. Solar ESPOL, desde el 14 Enero/85 hasta el 22 Febrero/85, permitiendo obtener las relaciones particulares de temperaturas  $T_{vi}$ ,  $T_{ai}$ ,  $T_{pi}$ , **Tag** en funci6n de **Tve**, teniendo como par6metro la orientaci6n del destilador.

**Por** lo que se determin6 cuatro relaciones para orientaci6n norte-sur y cuatro relaciones para orientaci6n este-oeste, que se presenta a

continuación.

ORIENTACION DEL DESTILADOR SOLAR EN CASCADA N-S

RELACION	COEF. CORRELACION	# DATOS
$T_{vi}=2.91+0.99T_{ve}$	0.9919	207
$T_{pi}=3.94+1.02T_{ve}$	0.9916	207
$T_{ai}=6.36+1.03T_{ve}$	<b>0.9894</b>	207
$T_{ag}=6.59+1.09T_{ve}$	0.9939	207

TABLA 6.2.1

Dande  $T_{ve}$ ,  $T_{vi}$ ,  $T_{pi}$ ,  $T_{ai}$ ,  **$T_{ag}$**  están en °C.

21.1. °C I  $T_{ve}$  I 67.8 °C

ORIENTACION DEL DESTILADOR SOLAR EN CASCADA E-O

RELACION	COEF. COHRELACION	# DATOS
$T_{vi}=3.03+0.97T_{ve}$	<b>0.9918</b>	<b>63</b>
$T_{pi}=3.72+1.01T_{ve}$	0.9881	<b>63</b>
$T_{ai}=6.27+1.03T_{ve}$	<b>0.9928</b>	<b>63</b>

Donde  $T_{ve}$ ,  $T_{vi}$ ,  $T_{pi}$ ,  $T_{ai}$ ,  $T_{ag}$  **están** en °C.

24.3 °C ≤  $T_{ve}$  ≤ 64.8 °C

**Se** observa en la tabla 6.2.1 y 6.2.2 **que** los coeficientes de correlación son confiables porque se acercan a la unidad, permitiendo que estas relaciones sirvan **para** realizar buenas predicciones de **las** temperaturas  $T_{vi}$ ,  $T_{pi}$ ,  $T_{ai}$ ,  **$T_{ag}$** , conociendo la temperatura externa del vidrio ( $t_{ve}$ ).

El aumento o disminución de las temperaturas  $T_{vi}$ ,  $T_{pi}$ ,  $T_{ai}$ ,  $T_{ag}$ , dependen de la temperatura del vidrio externo, porque está expuesto a la radiación solar

como también al viento, a medida que aumente o disminuya su velocidad determinará mayores o menores pérdidas por convección, **ahí** tenemos que agregar la corta distancia que existe entre la cubierta y el agua, lo que permite que los rayos solares atraviesen una pequeña masa de vapor y aire llegando en forma más directa al agua, además el pequeño volumen de **agua que** contiene la **cascada** hace **que** su temperatura se eleve mucho más rápido que en volúmenes grandes de **agua**. Observando que la temperatura del agua en la cascada es superior a la temperatura del vidrio externo desde las 10H00 hasta las 17H00 en que se realizaron las pruebas, permitiendo que la producción de agua destilada se inicie desde la mañana en pequeñas cantidades y se incremente a medida que aumenta la temperatura en el **agua**, produciéndose un flujo de calor en el orden agua-cubierta-ambiente ( $T_{ag}$ ,  $T_{vi}$ ,  $T_{ve}$ ,  $T_a$ ) cediendo el sistema calor al medio.

Se observa en las tablas 6.2.1 y 6.2.2, que la temperatura del agua crece más cuando el destilador tiene una orientación norte-sur, que una orientación este-oeste, obteniendo un aumento en  $(T_{ag}-T_{vi})$  y de esta forma una mayor evaporación y ganancia de calor, dando como resultado una mayor producción de agua.



## Producción

En vista de que el efecto de  $T_{ve}$  tiene gran importancia en la producción de agua, se ha determinado relaciones entre la producción de agua en el destilador solar en cascada ( $mc$ ) y la temperatura en el vidrio externo ( $T_{ve}$ ), teniendo como parámetro la orientación del destilador.

### RELACION DE LA PROD. Y LA TEMP. EXT. DE LA CUBIERTA

OR. DEST.	RELACION	C. COR.	# DATOS
N-S	$mc = -0.6778 + 0.0240T_{ve}$	0.9441	184
E-O	$mc = -0.6135 + 0.0222T_{ve}$	0.9164	56

TABLA 6.2.3

Ronde:

$mc$  = producción de agua (lt)

$T_{ve}$  = Temperatura del vidrio externo, °C

21.1 °C ≤  $T_{ve}$  ≤ 67.8 °C norte-sur

24.3 °C ≤  $T_{ve}$  ≤ 64.8 °C este-oeste

En estas relaciones el coeficiente de correlación nos determina que son confiables las relaciones obtenidas. Observando que la orientación óptima de el destilador es norte-sur, tratando siempre que la una cara del destilador, tienda hacia el norte y la otra cara hacia el sur de tal forma que durante los seis primeros meses del año la una cara mire al sol, la cual producirá más agua en comparación con la otra que no lo mira y durante los otros seis meses sucede lo contrario.

Se ha tomado pruebas en el DSC como también en el DSSE durante 23 días con orientacibn del DSC norte-sur y siete días con orientacibn del DSC este-oeste, en el DSSE se tomaron pruebas con orientacibn norte determinanda relaciones entre la producción total de cada día y la radiacibn solar total de ese día, obtenienda las que se detallan a continuación

#### RELACION DE PROD. Y RADIACION PARA EL DSC Y EL DSSE

OR. DEST.	RELACION	C. COR.	# DATOS
N-S	$mc = -1.7149 + 0.0011G$	0.9878	23
E-O	$mc = -1.1135 + 0.0087G$	8.9980	7
N	$mc = -1.2756 + 0.0084G$	0.9895	30

TABLA 6.2.4

Donde:

$mc$  = produccibn diaria de agua del DSC (lt)

$mc$  = produccibn diaria de agua del DSSE (lt)

$G$  = radiacibn diaria ( $W/m^2$ )

$$2508.3 \text{ W/m}^2 \leq G \leq 6732.5 \text{ W/m}^2$$

Las relaciones de la tabla 6.2.4, presentan coeficientes de correlacibn buenos, lo que nos permitirá realizar predicciones confiables de producción para una determinada radiacibn diaria.

La producción en el DSC con orientacibn norte-sur es mayor que la del DSSE con orientacibn norte, esto determina que el diseño del DSC es recomendable para obtener una mejor producción. La diferencia de produccibn entre los dos tipos de destiladores se

incrementan con el incremento de radiación como se puede observar en las tablas H.6.1.1 y H.6.1.2 del apéndice H, de las que hemos obtenido la siguiente relación:

**RELACION DE LA DIFERENCIA DE PRODUCCION DEL DSC Y DSSE CON RESPECTO A LA RADIACION**

OR. DEST			# DATOS
DSC N-S	$mc - ms = - 0.4266 + 0.0002G$	0.9554	23
DSSE N			
DSC E-O	$mc - ms = - 0.0168 + 0.0000G$	0.9585	23
DSSE N			

Donde:

$mc - ms$  = diferencia de producción diaria de agua, lt, entre el DSC y el DSSE.

$G$  = radiación solar diaria,  $W/m^2$

$$2508.3 \text{ W/m}^2 \leq G \leq 6732.5 \text{ W/m}^2$$

El diseño del destilador solar en cascada construido con pequeñas cascadas en cubetas con volumen de 0.4 lt por cascadas, tiene una distancia corta entre el agua y el vidrio, lo que ha determinado un mayor aprovechamiento en la evaporación, porque menos calor es tomado como calor sensible, lo que da como resultado una mayor producción de agua comparado con el DSSE, ya que la producción es menor debido a que la distancia entre el agua y el vidrio es mayor que el DSC y el volumen de agua es de 7.323 lt, lo que hace implementar la capacidad calorífica, con lo

cuai aumenta el tiempo del intercambio térmico con el ambiente, bajando de esta manera su rendimiento.

### 6.3. CALCULO DEL BALANCE TERMICO EM LA CUBIERTA

El balance térmico en la cubierta se ha calculado para orientacindn del destilador norte-sur y este-oeste para cada hora durante el período de prueba como se puede verificar en el apéndice I, orientacindn del DSC norte-sur tablas I.6.3.a.1 a I.6.3.a.23, orientación del DSC este-oeste tabla I.6.3.b.1 a la I.6.3.b.7.

El proceso de los cálculos se lo realiza de la siguiente forma:

Prueba # 18.

Orientacindn del destilador Norte-sur.

Hora: 12H00

Datos experimentales:

$T_a = 30.0^{\circ}\text{C} = 303.2^{\circ}\text{K}$

$T_{ve} = 57.0^{\circ}\text{C} = 330.2^{\circ}\text{K}$

$T_{vi} = 58.5^{\circ}\text{C} = 331.7^{\circ}\text{K}$

$T_{ai} = 65.6^{\circ}\text{C} = 338.8^{\circ}\text{K}$

$T_{ag} = 68.6^{\circ}\text{C} = 341.8^{\circ}\text{K}$

$T_b = 32.6^{\circ}\text{C} = 305.8^{\circ}\text{K}$

$T_c = 38.0^{\circ}\text{C} = 311.2^{\circ}\text{K}$

$T_{pi} = 60.9^{\circ}\text{C} = 334.1^{\circ}\text{K}$

$V = 2.1 \text{ m/seg}$

$G = 952.5 \text{ W/m}^2$

$$m_c = 1.415 \text{ lt}$$

$$m_s = 0.883 \text{ lt}$$

Presiones del agua en la cascada del destilador

(Pag)

De la ecuación 3.4.30, tenemos:

$$P = 218.167 \times 10^{-6} \left[ \frac{x}{T} * \frac{a' + b'x + c'x^3}{1 + d'x} \right]$$

$$W = a' + b'x^2 + c'x^3$$

$$Z = 1 + d'x$$

$$P = 218.167 \times 10^{-6} \left[ \frac{x}{T} * \frac{W}{Z} \right]$$

$$a' = 3.2437814$$

$$b' = 5.86826 \times 10^{-3}$$

$$c' = 1.1702379 \times 10^{-6}$$

$$d' = 2.1878462 \times 10^{-3}$$

$$x = 647.27 \text{ } ^\circ\text{K} - T_{ag} \text{ (} ^\circ\text{K)}$$

$$T = T_{ag} \text{ (} ^\circ\text{C)} + 273.2$$

Datos:

$$T_{ag} = 68.6^\circ\text{C} = 341.8^\circ\text{K}$$

$$x = 647.27^\circ\text{K} - 341.8^\circ\text{K} = 305.5^\circ\text{K}$$

$$W = 5.3701976$$

$$Z = 1.6683870$$

Entonces:

$$P_{ag} = 219.9 \text{ mm Hg}$$

Presión del agua en el vidrio Area interna (Pvi)

Datos:

$$T_{vi} = 58.5^{\circ}\text{C} = 331.7^{\circ}\text{K}$$

$$x = 647.27^{\circ}\text{K} - 331.7^{\circ}\text{K} = \blacksquare$$

$$T = 58.5^{\circ}\text{C} + 273.2 = 331.7^{\circ}\text{K}$$

$$W = 5.4636664$$

$$Z = 1.6904843$$

Entonces:

$$P_{vi} = 139.3 \text{ mm Hg}$$

Diferencia de presiones entre presión del agua en la cascada y presión en el agua del vidrio area interna (P<sub>ag</sub>-P<sub>vi</sub>).

$$\begin{aligned} P_{ag} - P_{vi} &= 219.9 \text{ mm Hg} - \blacksquare \text{ mm Hg} \\ &= 80.6 \text{ mm Hg} \end{aligned}$$

Diferencia de temperatura entre temperatura del agua en la cascada y temperatura en el agua del vidrio área interna (T<sub>ag</sub>-T<sub>vi</sub>).

$$\begin{aligned} T_{ag} - T_{vi} &= 68.6^{\circ}\text{C} - 58.5^{\circ}\text{C} \\ &= \blacksquare \end{aligned}$$

Diferencia de temperatura entre temperatura del vidrio en el área externa y la temperatura del aire (T<sub>ve</sub>-T<sub>a</sub>).

$$\begin{aligned} T_{ve} - T_a &= 57^\circ\text{C} - 30^\circ\text{C} \\ &= 27^\circ\text{C} \end{aligned}$$

**Coefficiente de transferencia de calor por convección**  
( $h'c$ )

De la ecuación 3.4.28, tenemos:

$$h'c = 0.884 \left[ T_{\text{aog}} \frac{2016 - P_{v1}}{2016 - P_{\text{aog}}} - T_{v1} \right]^{1/3}$$

Datos :

$$f_{ag} = 341.6 \text{ } ^\circ\text{K}$$

$$T_{vi} = 331.7 \text{ } ^\circ\text{K}$$

$$P_{vi} = 139.3 \text{ mm Hg}$$

$$P_{ag} = 219.9 \text{ mm Hg}$$

entonces :

$$h'c = 2.5998 \text{ W/m}^2\text{-}^\circ\text{C} = 2.6 \text{ W/m}^2\text{-}^\circ\text{C}$$

**Calor latente del agua (hfg)**

De la ecuación 3.4.35, tenemos:

$$h_{fg} = 3159057.951 - 2405.735 T_{ag}$$

Datos:

$$T_{ag} = 68.6 \text{ } ^\circ\text{C} = 341.8 \text{ } ^\circ\text{K}$$

Entonces tenemos:

$$h_{fg} = 2336757.2 \text{ J/kg}$$

**Flujo de calor por evaporación-condensación,  $q_e$ .**

De la ecuación 3.4.33, tenemos:

$$q_e = 9.15 \times 10^{-7} hc' (P_{ag} - P_{vi}) h_{fg}$$

Datos:

$$h'c = 2.5998 \text{ W/m}^2\text{-}^\circ\text{C} = 2.6 \text{ W/m}^2\text{-}^\circ\text{C}$$

$$P_{ag} - P_{vi} = 80.6 \text{ mm Hg}$$

$$h_{fg} = 2336757.2 \text{ J/Kg}$$

entonces:

$$q_e = 448.0 \text{ W/m}^2$$

Flujo de calor por convección desde el agua a la cubierta ( $q_{c,ag-vi}$ ).

De la ecuación 3.4.32, tenemos:

$$q_{c,ag-vi} = hc' (T_{ag} - T_{vi})$$

Datos:

$$h'c = 2,5998 \text{ W/m}^2\text{-}^\circ\text{C} = 2.6 \text{ W/m}^2\text{-}^\circ\text{C}$$

$$T_{ag} - T_{vi} = 10.1 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$q_{c,ag-vi} = 26.3 \text{ W/m}^2$$

Flujo de calor por radiación desde el agua a la cubierta ( $q_{r,ag-vi}$ ).

De la ecuación 3.4.7, tenemos:

$$q_{r,ag-vi} = 5.1084 \times 10^{-8} (T_{ag}^4 - T_{vi}^4)$$

Datos:

$$T_{ag} = 68.6^\circ\text{C} = 341.8^\circ\text{K}$$

$$T_{vi} = 58.5^\circ\text{C} = 331.7^\circ\text{K}$$

entonces:

$$q_{r,ag-vi} = 78.8 \text{ W/m}^2$$



Calor absorbido por el vidrio ( $avG$ ).

Datos:

$$G = 952.5 \text{ W/m}^2$$

Para el ángulo de inclinación del destilador de  $23^\circ$  a las 12H00 de la tabla C.4.2.3.14 tenemos la absorptividad del vidrio  $av$ .

$$uv = 0.455 \text{ W/m}^2$$

$$avG = 0.455 \text{ W/m}^2 * 952.5 \text{ W/m}^2$$

$$avG = 43.3 \text{ W/m}^2$$

Suma del calor que entra al vidrio ( $Q'$ ).

$$Q' = q_e + q_{c,ag-vi} + q_{r,ag-vi} + avG$$

Datos:

$$q_e = 448.0 \text{ W/m}^2$$

$$q_{c,ag-vi} = 26.3 \text{ W/m}^2$$

$$q_{r,ag-vi} = 78.8 \text{ W/m}^2$$

$$avG = 43.3 \text{ W/m}^2$$

Entonces :

$$Q' = 596.4 \text{ W/m}^2$$

Flujo de calor por radiación desde el vidrio al aire ( $q_{r,ve-a}$ ).

De la ecuación 3.4.41 tenemos:

$$q_{r,ve-a} = 4.819 \times 10^{-8} (T_{ve}^4 - 9,284 \times 10^{-6} T_a^4)$$

Datos:

$$T_{ve} = 57 \text{ }^\circ\text{C} = 330.2 \text{ }^\circ\text{K}$$

$$T_a = 30 \text{ }^\circ\text{C} = 303.2 \text{ }^\circ\text{K}$$

entonces:

$$q_{r,ve-a} = 225.3 \text{ W/m}^2$$

Fluja de calor por convección desde el vidrio al aire ( $q_{c,ve-a}$ ).

De la ecuación 3.4.38, tenemos:

$$q_{c,ve-a} = 5.7 + 3.8 v (T_{ve} - T_a)$$

Datos:

$$v = 2.1 \text{ m/seg}$$

$$T_{ve} - T_a = 27 \text{ }^\circ\text{C}$$

entonces:

$$q_{c,ve-a} = 369.4 \text{ W/m}^2$$

Suma del calor que sale del vidrio ( $Q''$ ).

$$Q'' = q_{r,ve-a} + q_{c,ve-a}$$

Datos:

$$q_{r,ve-a} = 225.3 \text{ W/m}^2$$

$$q_{c,ve-a} = 369.4 \text{ W/m}^2$$

entonces:

$$Q'' = 594.7 \text{ W/m}^2$$

Error en el balance térmico en la cubierta de vidrio para las 12H00:

$$[(Q' - Q'')/Q''] \times 100$$

Datos:

$$Q' = 596.4 \text{ W/m}^2$$

$$Q'' = 594.7 \text{ W/m}^2$$

entonces:

$$[(Q' - Q'')/Q''] \times 100 = 0.3\%$$

Error en el balance térmico en la cubierta de vidrio para un día de prueba.

Prueba # 18

Orientación del destilador: norte-sur

Desde las 9H00 hasta las 17H00

De la ecuación 3.4.2, tenemos:

$$q_{r,ag-vi} + q_{c,ag-vi} + q_e + \alpha \sqrt{G} = q_{r,ve-a} + q_{c,ve-a}$$

$$Q' = q_e + q_{c,ag-vi} + q_{r,ag-vi} + \alpha \sqrt{G}$$

$$Q'' = q_{r,ve-a} + q_{c,ve-a}$$

$$\text{Error en el balance térmico en la cubierta del vidrio} = \frac{Q' - Q''}{Q''} \times 100$$

Datos: En el apéndice I, tabla I.6.3.a.18, tenemos:

$$q_{r,ag-vi} = 620.6 \text{ W/m}^2$$

$$q_{c,ag-vi} = 203.8 \text{ W/m}^2$$

$$q_e = 3329.2 \text{ W/m}^2$$

$$\alpha \sqrt{G} = 327.7 \text{ W/m}^2$$

$$Q' = 4481.3 \text{ W/m}^2$$

$$q_{r,ve-a} = 1766.7 \text{ W/m}^2$$

$$q_{c,ve-a} = 2688.7 \text{ W/m}^2$$

$$Q'' = 4455.4 \text{ W/m}^2$$

entonces:

$$\text{Error en el balance térmico} = 0.6\%$$

El balance térmico calculado corresponde al día de máxima producción a las 12H00, de igual forma será calculado para todo el día de prueba. En el apéndice

I se puede encontrar todos los cálculos de balance térmico para cada hora de los demás días de prueba desde las 9H00 hasta las 17H00.

#### 6.4. CALCULO DE PERDIDA DE CALOR POR EL COSTADO Y BASE DEL DESTILADOR

El cálculo de pérdidas por el costado y base del destilador está calculado para cada hora durante 207 horas de prueba con orientación del destilador norte-sur y 63 horas de prueba con orientacibn del destilador este-oeste en el apéndice I.

El proceso de cálculo se lo realiza en la siguiente forma:

Cálculo del coeficiente de convección externo por el costado ( $h_{cc}$ ).

Número de Grasshof (Gr)

$$Gr = L^3 \delta^2 g \beta' (T_c - T_a) / \mu^2$$

Datos:

$$T_c = 38.0 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_a = 30.0 \text{ }^\circ\text{C}$$

L = altura de la pared lateral del destilador = 0.056 m.

Para aire:

Según (23), aplicando minimos cuadrados encontramos la siguiente ecuacitn:

$$\delta^2 g \beta' / \mu^2 = 2.0100 \times 10^9 - 2.3557 \times 10^6 T_a$$

válido para:  $0^{\circ}\text{C} \leq T_a \leq 37.8^{\circ}\text{C}$

$$T_a = 30^{\circ}\text{C}$$

Por lo tanto:

$$\delta^2 g \beta' / \mu^2 = 1.3033 \times 10^9 \text{ [m}^3\text{-}^{\circ}\text{C}]^{-1}$$

$$Pr = 0.72$$

entonces:

$$Gr = 1.83104 \times 10^9$$

Número de Nusselt (Nu)

Para transferencia de calor por convección libre desde placas y cilindros verticales:

$$Nu = 0.555 (Gr Pr)^{1/4}$$

Datos:

$$Pr = 0.72$$

$$Gr = 1.83104 \times 10^9$$

entonces:

$$Nu = 10.5755$$

Conductividad térmica (k)

Para aire

Según (23), aplicando mínimos cuadrados, encontramos la siguiente ecuación:

$$k = 0.0242 + 0.0001 T_a$$

válida para:  $0^{\circ}\text{C} \leq T_a \leq 37.8^{\circ}\text{C}$

$$T_a = 30^{\circ}\text{C}$$

entonces:

$$k = 0.0262 \text{ W/m-}^{\circ}\text{C}$$

**Coefficiente de convección externo por el costado  
(hcc)**

**De la ecuación 3.4.9, tenemos:**

$$hcc = Nu \ k/L$$

**Datos:**

$$Nu = 10.5755$$

$$k = 0.0262 \text{ W/m}^\circ\text{C}$$

$$L = 0.056 \text{ m}$$

**entonces:**

$$hcc = 4.3478 \text{ W/m}^2\text{-}^\circ\text{C}$$

**Cálculo del coeficiente de convección externo por la  
base (hcb).**

**Número de Grasshof (Gr)**

$$Gr = L^3 \ \delta^2 \ g \ \beta' \ (Tb - Ta)/\mu^2$$

**Datos:**

$$Tb = 32.6 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Ta = 30.0 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$L = \text{longitud de la base} = 1.0 \text{ m.}$$

**Para aire:**

$$Ta = 30^\circ\text{C}$$

$$\delta^2 \ g \ \beta' / \mu^2 = 1.3033 \times 10^6 \text{ [m}^3\text{-}^\circ\text{C}]^{-1}$$

$$Pr = 0.72$$

**entonces:**

$$Gr = 3.38858 \times 10^6$$

**Número de Nusselt (Nu)**

Para transferencia de calor por convección libre para superficies horizontales, McAdams recomienda:

$$Nu = 0.27 (Gr Pr)^{1/4}$$

Datos :

$$Pr = 0.72$$

$$Gr = 3.38858 \times 10^6$$

entonces:

$$Nu = 33.744$$

**Conductividad térmica (k)**

Para aire

Según (23), aplicando mínimos cuadrados, encontramos la siguiente ecuación:

$$k = 0.0242 + 0.0001 Ta$$

válida para:  $0^{\circ}\text{C} \leq Ta \leq 37.8^{\circ}\text{C}$

$$Ta = 30^{\circ}\text{C}$$

entonces:

$$k = 0.0262 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$$

**Coefficiente de convección externo por la base (h<sub>cb</sub>)**

De la ecuación 3.4.9, tenemos:

$$h_{cb} = Nu k/L$$

Datos :

$$Nu = 33.744$$

$$k = 0.0262 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$$

$$L = 1.0 \text{ m}$$

entonces:

$$h_{cb} = 0.8841 \text{ W/m}^2\text{-}^\circ\text{C}$$

Cálculo del coeficiente de convección interno  $Chi$ )

Número de Grasshof ( $Gr$ )

De la ecuación 3.4.12, tenemos:

$$Gr = L^3 \delta^2 g \theta' (T_b - T_a) / \mu^2$$

Datos :

$$T_{ai} = 65.6 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_{pi} = 60.9 \text{ }^\circ\text{C}$$

$L$  = altura de la pared lateral del dest. = 0.056 m.

Para vapor de agua:

$$T_{ai} = 65.6 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\delta^2 g \theta' / \mu^2 = 0.557 \times 10^9 \text{ [m}^3\text{-}^\circ\text{C}]^{-1}$$

$$Pr = 0.96$$

entonces:

$$Gr = 459745 \times 10^9$$

Número de Nusselt ( $Nu$ )

Para transferencia de calor por convección libre para superficies horizontales, McAdams recomienda:

$$Nu = 0.555 (Gr Pr)^{1/4}$$

Datos:

$$Pr = 0.96$$

$$Gr = 459745 \times 10^9$$

entonces :



$$Nu = 8.0443$$

Conductividad térmica (k)

Para vapor de agua:

Según (23) :

$$T_{ai} = 65.5^{\circ}\text{C}$$

entonces:

$$k = 0.0251 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$$

Coefficiente de convección interno ( $h_i$ )

De la ecuación 3.4.9, tenemos:

$$hc' = Nu \ k/L$$

Datos:

$$Nu = 8.0443$$

$$k = 0.0251 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$$

$$L = 0.056 \text{ m}$$

entonces:

$$hc' = 3.6056 \text{ W/m}^2\text{-}^{\circ}\text{C}$$

Pérdidas de calor por conducción por la superficie lateral hacia el ambiente.

Coefficiente de pérdidas por los lados ( $U_c$ )

De la ecuación 3.4.59, tenemos:

$$U_c = 1 / (1/h_i + x_1/k_1 + x_2/k_2 + 1/h_{cc})$$

Datos:

$$h_i = 3.6056 \text{ W/m}^2\text{-}^{\circ}\text{C}$$

$$h_{cc} = 4.9478 \text{ W/m}^2\text{-}^{\circ}\text{C}$$

$$x_1 = 3.0 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$x_2 = 4.0 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$k_1 = 3.240 \times 10^{-5} \text{ W/m-}^\circ\text{C}$$

$$k_2 = 0.037 \text{ W/m-}^\circ\text{C}$$

entonces:

$$U_c = 0.0106 \text{ W/m}^2\text{-}^\circ\text{C}$$

Diferencia de temperatura entre la temperatura del agua en la cascada y la temperatura del aire ( $T_{ag} - T_a$ ).

$$T_{ag} - T_a = 38.6^\circ\text{C}$$

Pérdidas de calor por conducción por la superficie lateral hacia el ambiente ( $q_c$ ).

De la ecuación (3.4.60), tenemos:

$$q_c = U_c (T_{ag} - T_a)$$

Datos:

$$U_c = 0.0106 \text{ W/m}^2\text{-}^\circ\text{C}$$

$$T_{ag} - T_a = 38.6^\circ\text{C}$$

entonces:

$$q_c = 0.4100 \text{ W/m}^2$$

Pérdida de calor por conducción por la **base** hacia el ambiente ( $q_b$ ).

Coeficiente de pérdidas por la **base** ( $U_b$ ).

De la ecuación 3.4.64, tenemos:

$$U_b = 1/(x_1/k_1 + x_2/k_2 + 1/h_{cb})$$

Datos :

$$h_{cb} = 0.8841 \text{ W/m}^2\text{-}^\circ\text{C}$$

$$x_1 = 3.0 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$x_2 = 4.0 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$k_1 = 3.240 \times 10^{-8} \text{ W/m-}^\circ\text{C}$$

$$k_2 = 0.037 \text{ W/m-}^\circ\text{C}$$

entonces:

$$U_b = 0.01055 \text{ W/m}^2\text{-}^\circ\text{C}$$

De la ecuación 3.4.61, tenemos:

$$q_b = U_b(T_{ag} - T_a)$$

Datos:

$$U_b = 0.01055 \text{ W/m}^2\text{-}^\circ\text{C}$$

$$T_{ag} - T_a = 38.6^\circ\text{C}$$

entonces:

$$q_b = 0.407 \text{ W/m}^2$$

Pérdida total de calor por conducción por la base y costado,  $q_p$ .

De la ecuación 3.4.65, tenemos:

$$q_p = q_c + q_b$$

Datos:

$$q_c = 0.410 \text{ W/m}^2$$

$$q_b = 0.407 \text{ W/m}^2$$

entonces:

$$q_p = 0.817 \text{ W/m}^2$$

## 6.5. CALCULO DE LA EFICIENCIA

El cálculo de las eficiencias de mediciones experimentales ( $\eta_{me}$ ), interna ( $\eta_i$ ), global ( $\eta_g$ ) son realizados para cada día de prueba, se presenta en el apéndice I, orientacibn del DSC norte-sur, tabla I.6.5.a.1 y orientacibn este-oeste en la tabla I.6.5.b.1.

Calculo de eficiencia de mediciones experimentales ( $\eta_{me}$ )

Prueba # 18

De la ecuación 3.4.44, tenemos:

$$\eta_{me} = \frac{\bar{h}_{r,g} \int mc dt}{G}$$

Datos:

$$\bar{h}_{fg} = \Sigma h_{fg}/9 = 21158803.40 \text{ J/Kg}/9$$

$$\bar{h}_{fg} = 2330978 \text{ J/Kg}$$

$$mc = \Sigma mc/8hr$$

$$mc = 0.7181 \text{ Kg/m}^2\text{-hr}$$

$$G = \Sigma G/9 * 9hr = 6732.5 \text{ W/m}^2 * 9hr * 3.6 \times 10^3 \text{ J/W-hr}$$

$$G = 24237000 \text{ J/m}^2$$

entonces:

$$\eta_{me} = 55.72\%$$

Cálculo de la eficiencia interna ( $\eta_i$ )

Cálculo de la absorptividad neta del agua ( $\alpha_{n-ag}$ )

De la ecuación (3.4.50) obtenemos:

$$\alpha_{n-ag} = (\tau_1 f_1 + \tau_2 f_2) (\alpha_{ag} + \tau_{ag} \alpha_p)$$

Datos:

$$\alpha_{ag} = 0.30$$

$$\tau_{ag} = 0.68$$

$$\alpha_p = 0.93$$

Para  $23^\circ$  de inclinación de la cubierta del destilador, en Enero de las tablas C.4.2.1.14 de 9H00 -10H00, C.4.2.2.14 de 10H00 a 11H00 y tabla C.4.2.3.14 de 11H00 a 12H00, obtenemos:

	9H00-10H00	10H00-11H00	11H00-12H00
$\alpha_1$	0.0430	0.0379	0.0360
$\alpha_2$	0.0640	0.0586	0.0550
$\tau_1$	0.8932	0.8986	0.9040
$\tau_2$	0.7590	0.8439	0.8677
$f_1$	0.6855	0.6186	0.5822
$f_2$	0.3145	0.3814	0.4178
$\tau_1 f_1 + \tau_2 f_2$	0.8510	0.8777	0.8888
$\alpha_{ag} + \tau_{ag} \alpha_p$	0.9324	0.9324	0.9324
$\alpha_{n-ag}$	0.7935	0.8184	0.8287

$$\bar{\alpha}_{n-ag} = \alpha_{n-ag} / 3 = 0.8135$$

Eficiencia interna ( $\eta_i$ )

De la ecuación 3.4.51, tenemos:

$$\eta_i = \eta_{me} / \bar{\alpha}_{n-ag}$$

Datos:

$$\eta_{me} = 55.72\%$$

$$\bar{a}n-ag = 0.8135$$

$$n_i = 55.72/0.8135$$

$$n_i = 68.49\%$$

La eficiencia calculada corresponde al día de máxima producción de igual forma se ha calculado para los demás días de prueba con orientación del destilador norte-sur y este-oeste. (Ver tablas I.6.5.a.1, y I.6.5.b.1).

## CAPITULO VII

### ECONOMIA DE LA DESTILACION SOLAR

#### 7.1. COSTOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

El destilador solar en cascada es un equipo experimental que se construyó en el taller de modelaje de la Facultad de Ingeniería Marítima de la ESPOL. El prototipo está acondicionado para efectuar pruebas experimentales.

En la tabla 7.1.1, se detallan los rubros que constituyen el costo de materiales que se ha invertido en la construcción de los moldes, de las cascadas y de la estructura externa del DSC.

CANTIDAD	UNIDAD	MATERIAL	S./UNIDAD	TOTAL
1	Plancha	Plywood 4 mm	420	420
1/2	Litro	Laca madera	1200	600
1/2	Libra	Clavos s/cab. 19.05mm(3/4")	300	150
2	Pliego	Lija	30	60

TABLA 7.1.1.- COSTO DE MATERIALES PARA LOS MOLDES

En la tabla 7.1.2. se detalla los rubros que constituyen el costo de materiales que se ha invertido en la construcción del DSC, utilizando plástico reforzado con fibra de vidrio (PRFV).

CANTIDAD	UNIDAD	MATERIAL	S/./UNIDAD	TOTAL
1	Rollo	Cinta Maskit 19.05 mm(3/4")	145	145
1/2	Tarro	Cera	57.4	28.7
1/4	Litro	Desmoldante	400	100
14	Litro	Resina	221.5	3199
1	Libra	Cabosil	360	360
250	Gramos	Acelerante	0.8	200
5	m <sup>2</sup>	Fibra MAT	265	1325
1	Unidad	Brocha	40	40
				<b>5397.7</b>

TABLA 7.1.2.- COSTOS DE MATERIALES DE PRFV EN EL DSC

En la tabla 7.1.3, se detallan los rubros que constituyen el costo de materiales que se ha invertido en la instalación de tuberías en el DSC.

CANTIDAD	MATERIAL	S/./UNIDAD	TOTAL
1	Tanque Eternit 50 lt.	1113	1113
3	Válv. camp. 12.7 mm (1/2")	450	1350
6	Codos 12.7 mm (1/2")	40	240
1	Tee 12.7 mm (1/2")	50	50
3	Tapdn hembra 12.7 mm(1/2")	30	90
3	Nudos universal rosc. 1/2"	140	420
1.5 m	Tubo PVC 12.7 mm (1/2")	98.4	147.6
1	Teflón(rollo)	60	60
4	Conectores contratuerca 12.7x76.6 mm(1/2"x3")	30	120
2	Conectores contratuerca 12.7x50.8 mm(1/2"x2")	30	60
2	Neplo 12.7x127 mm(1/2x5")	30	60
2	Neplo 12.7x76.2mm(1/2x3")	30	60
3	Neplo 12.7x50.8mm(1/2x2")	30	90
2	Neplo pérdida 12.7x50.8mm	20	40
2.0 m	Per-fil de A1 en U	70	140
1 m	Manguera 12.7 mm (1/2")	50	50
TOTAL			<b>S/. 4090.6</b>

TABLA 7.1.3.- COSTOS DE MATERIALES DE TUBERIA UTILIZADA EN EL DSC.



En la tabla 7.1.4, se detallan los rubros que constituyen el costo de materiales que se ha invertido en la instalación de la cubierta en el DSC.

CANTIDAD	MATERIAL	S./UNIDAD	TOTAL
2	Vidrio 550x1030x3mm	465	930
1	Silicón transp. (tubo)	911.5	911.5
TOTAL		S/.	1841.5

TABLA 7.1.4.- COSTO DE MATERIALES UTILIZADOS EN LA CUBIERTA DEL DSC

En la tabla 7.1.5, se detallan los rubros que constituyen los costos de materiales que se han invertido en la instalación de aislante térmico en el DSC.

CANTIDAD	MATERIAL	S./UNIDAD	TOTAL
1	Plumafón 2000x1000x50mm	1653.6	1653.6
1	Blancola (1t)	135	135

TABLA 7.1.5.- COSTO DE MATERIALES DEL AISLAMIENTO TERMICO DEL DSC

En la tabla 7.1.6, se detallan los rubros que constituyen el costo de materiales que se ha invertido en la construcción de la estructura que soporta el tanque de agua a destilar y de la

estructura que soporta al DSC.

4	Ang. L Fe 26.25x0.125x6000mm	380	1520
2lb	Soldadura E-6011	115	230
1lt	Pintura anticorrosiva negra	300	300
1	Brocha	40	40

**TABLA 7.1.6.- COSTO DE MATEHIALES PARA LAS ESTRUCTURAS QUE SOPORTAN AL DSC Y EL TANQUE DE AGUA A DESTILAR.**

En la tabla 7.1.7, se detallan los rubros que constituyen el costo de materiales que se ha invertido en la instalación de termocuplas en el DSC.

CANTIDAD	MCSTERIAL	S/./UNIDAD	TOTAL
1 tubo	Epoxico 2 Toneladas	400	400
TOTAL			5/. 400

**TABLA 7.1.7.- COSTO DE MATERIALES PARA LA INSTALACION DE TERMOCUPLAS EN EL DSC.**

En la tabla 7.1.8, se detallan los rubros que constituyen el costo total de materiales que se ha invertido en la construcción del prototipo.

COSTO	SUCRES
Materiales para moldes	1230,00
Materiales de PRFV util. en el DSC	5397.70
Materiales de tubería util. en el DSC	3900.63
Materiales util. para la cubierta DSC	1841.50
Mat. est.. soport. DSC y T. agua dest.	2090.00
Mat. para instalación termocuplas DSC	400.00
<b>TOTAL</b>	<b>₡. 16648.43</b>

**TABLA 7.1.8.- COSTO TOTAL DE MATERIALES**

El DSC está compuesto de partes fundamentales como el destilador, que comprende dos módulos con sus respectivas cubiertas de vidrio, canalón de recolección, mangueras de salida de agua destilada al recipiente de recolección, estructura que soporta al destilador, conectores de entrada de agua al destilador y de drenaje. Las partes complementarias construidas para facilidad del estudio experimental y que no inciden en la producción y eficiencia del equipo son: Estructura que soporta al tanque que contiene el agua a destilar, el tanque que contiene el agua turbia y la tubería que conecta el tanque al conector de entrada de agua. Por lo tanto el costo de materiales se tomará solo de las partes fundamentales del destilador, porque son estas las que determinan el precio real del DSC.

Los costos reales de materiales de tubería a usarse en el DSC se detalla en la tabla 7.1.9.

CANTIDAD	MATERIAL	S./UNIDAD	TOTAL
2	Conector con contratuerca 12.7x76.6 mm (1/2x3")	30	60
2	Canector con contratuerca 12.7x50.8 mm (1/2x2")	30	60
4	Codos 12.7mm (1/2")	40	160
2	Neplos 12.7x76.6mm(1/2x3")	30	60
2	Neplos 12.7x50.8mm(1/2x2")	30	60
4	Tapón hembra 12.7mm (1/2")	30	120
1	Rollo teflón	60	60
2.10m	Ferfil Al en U	70	140
1m	Manguera 12.7mm (1/2")	50	50
TOTAL			\$/ 770

TABLA 7.1.9.- COSTO REAL DE MATERIALES FUNDAMENTALES DE TUBERIA DEL DSC.

Los costos reales de material fundamental para la construcción de la estructura del DSC se detalla en la tabla 7.1.10.

CANTIDAD	MATERIAL	S./UNIDAD	TOTAL
2	Ang. L Fe 26.25x0.125x6000mm	380	760
1 lb	Soldadura E-6011	115	115
1/2 lt	Pintura ant. negra	300	150
1	Brocha	40	40

TABLA 7.1.10.- COSTO REAL DE MATERIAL FUNDAMENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA ESTRUCTURA QUE SOPORTA AL DSC.

Los costos totales reales de los rubros que constituyen los materiales fundamentales que se ha invertido en la construcción del prototipo se detallan en la tabla 7.1.11.

COSTO	SUCRES
Materiales para moldes	1230,00
Materiales de PRFV	5397.70
Materiales de tubería	770.00
Materiales para cubierta	1841.50
Mat. aislamiento térmico	1788.60
Mat. para estruct. soporta DSC	1065.00
<b>TOTAL</b>	<b>S/. 12092.80</b>

TABLA 7.1.11.- COSTO REAL TOTAL DE MATERIALES FUNDAMENTALES

## 7.2. COSTU DE MANO DE OBRA

El proceso farmacibn-seleccionado de los FRFV en la construcción del DSC, a mano por contacto, que no requiere equipo sofisticado, como lo expuse en el capítulo 5, apéndice D, permite construir personalmente el protatipo.

En lo que respecta a la parte de la estructura metálica que soporta el DSC y el molde de madera, realicé los trazos y cortes necesarios, contratando mana de obra para los acabados como detallo en la tabla 7.2.1.

OBRA	MANO DE OBRA CALIFIC.				MANO DE OBRA NO CAL.			
	DIAS	# OB.	S/DIA	TOT.	DIAS	# OB	S/DIA	TOT.
A	1	1	1000	1000				
B					1	1	800	800
C				1000				800
D								S/. 1800

A = MOLDE DE MADERA  
 B = SOLDADURA ESTRUCTURA  
 C = SUBTOTAL  
 D = TOTAL

TABLA 7.1.2.- COSTO DE CONSTRUCCION

COSTO REAL TOTAL DE MAT. FUNDAM.	12092.80
COSTO DE MANO DE OBRA	1800.00
IMPREVISTOS Y OTROS	1389.28

TABLA 7.2.2.- COSTO TOTAL DEL MODELO

### 7.3. ECONOMIA DEL PROCESO

El costo de agua producida en un destilador solar, es analizado considerando los siguientes parámetros:

- 1.- Capital invertido
- 2.- Costo de operación, mantenimiento y reparación.
- 3.- La producción de destilado.

Los parámetros anteriores están sujetos a las variaciones atmosféricas que influyen en la producción del destilador.

En destilación solar no existe costo de energía como en los procesos corrientes de desalinización donde la energía es bastante elevada, en nuestro caso el capital invertido en la construcción representa el casi total del costo de producción, esto nos obliga a diseñar destiladores solares que tengan capacidad de captar la mayor cantidad de energía posible por medio de un sistema barato y de larga vida.

El costo de producción se obtiene usando la siguiente relación:

$$C = \frac{CI(PA+MR+I)+O*L}{Da * Ad} \quad (7.3.1)$$

Donde:

CI = Capital invertido, sucres

FA = Pago anual

$$PA = r \left[ 1 + \frac{1}{\left[ 1 + \frac{r}{100} \right]^n - 1} \right] \% \text{ año} \quad (7.3.2)$$

r = Forcentaje de interés anual, % año

n = Período de amortización, años

MR = Mantenimienta y reparación, % año

I = Imprevistos, % año

O = Labor de operación, hora-hombre/año

L = Labor de limpieza, sucres/hora-hombre

Da = Destilado anual, lt/m<sup>2</sup>-año

Ad = Area de destilador, m<sup>2</sup>

En nuestro sistema:

CI = 15282.080

r = Se asume un interés del 12% anual

n = 25 años, vida útil del destilador

PA = 12.75 % **anual**

MR = 1% anual del capital invertido

I = 4% anual del capital invertido

O = se estima un control 0.150 horas-hombre/día

= 54.75 horas-hombre/año

L = 0.05 % de CI/horas-hombre

= 7.64 sucres/horas-hombre

O\*L = 418.29 sucres/año

Destilado obtenido en periodo de prueba: 192.620

litros/m<sup>2</sup>-mes.

Agregando un 20% que es obtenido fuera de las horas de prueba: 231.144 litros/m<sup>2</sup>-mes.

Da = 2773.73 litros/m<sup>2</sup>-año

Ad = 1 m<sup>2</sup>

Donde:

C = 1.13 sucres/litro

En nuestro medio, el agua que se distribuye en tanqueros en el Guasmo y suburbio de Guayaquil tiene un costo de 150 sucres:, 200 sucres y hasta 300 sucres las 50 galones cuando el desabastecimiento es grande, o lo que es lo mismo 0.75 sucres/litro, 1 sucre par litro y 1.5 sucresflitro: en promedio 1-11 sucres/litro, es decir un precio ligeramente menor al nuestro. Por otra parte, en la zona peninsular el agua de pozo que se distribuye de la misma manera y que es de menor calidad, tiene un costo de 40 sucres los 5 galones o 2 sucres por litro, un precio *muy* superior al que hemos obtenido con energia solar.

La ventaja económica está a la vista.

La producción del sistema dependerá del Area del destilador; con 1m<sup>2</sup> de área obtenemos alrededor de 7 litros por día, y el tamaño del destiladar solar a instalarse estará en función de ello.



## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 1.- **Las** condiciones óptimas de trabajo del sistema son aquellas que permiten recibir **la** mayor parte de radiación solar incidente, al mismo tiempo que la temperatura de la cubierta se mantenga lo más baja posible, por supuesto **que** debe existir un óptimo entre ambas temperaturas,  $T_{ag}$  y  $T_{ve}$ . Por lo tanto se debe experimentar en lugares junto al mar donde se tiene mayores velocidades de viento y en la Sierra por su temperatura ambiente baja.
- 2.- Durante las pruebas con agua potable, no se ha presentado sedimentación.
- 3.- Con el agua del **Río** Guayas se presentó sedimentación, y se eliminó fácilmente al hacer pasar **agua** limpia por la tubería de carga.
- 4.- La sedimentación presentada al utilizar agua del estero salado se adhiere **a** la película colectora haciendo difícil su eliminación. Por lo tanto, es recomendable incluir en el diseño de un destilador destinado **a** trabajar con agua salada, una entrada **que** permita realizar una limpieza manual o instalar una cubierta fácilmente desmontable.
5. Limpiar regularmente **la** cubierta, especialmente en sitios con mucho polvo.
6. El goteo sobre **la** cascada de agua de **la** película de condensado formado sobre la cubierta es prácticamente nulo.

- 7.- Según las condiciones de trabajo y de acuerdo al uso que tenga el condensado, realizar la limpieza del sistema con elementos químicos que eliminen microorganismos.
- 8.- Experimentar con niveles de agua mayores en la cascada, que permitan apreciar diferencias más marcadas, puede ser 2 a 4 cm.
- 9.- Variar la distancia entre la superficie del agua de la cascada y la cubierta, puede ser de 2.5 a 6 cm.
10. Variar el ángulo de inclinación de la cubierta y comprobar si el óptico experimental coincide con el teórico.
11. Experimentar con cubiertas de plásticos.

En cuanto al proceso de construcción del destilador podemos decir lo siguiente:

- 1.- Que al trabajar con moldes de madera nos permite un ahorro de tiempo y dinero en la preparación de la superficie del molde, facilidad para la fase de desmoldeo y en la construcción.
- 2.- Que para la construcción de destiladores como el nuestro fue más conveniente trabajar con un molde hembra.
- 3.- Que el material utilizado para la construcción del destilador tiene óptima resistencia a la intemperie a las variaciones de las condiciones atmosféricas y al agua en general.

Se recomienda a los Directivos de la Escuela Superior Politécnica del Litoral en las distintas dependencias:

- 1- Organizar un pequeño taller dotado con herramientas y equipos necesarios en el Laboratorio de Energía Solar.
- 2- Construir una oficina en el Laboratorio.
- 3- Incrementar los equipos de estudio y experimentación del laboratorio de Energía Solar para mejorar futuras investigaciones.

## BIBLIOGRAFIA

1. N. Campaña, La Contaminación Marina en la Costa Ecuatoriana. Ordenación y Desarrollo Integral de las Zonas Costeras. Informe del Seminario.
2. P. I. Cooper, "Solar Energy", Revista Pergamon Press, Vol 12 (1969).
3. J. Duffie y W. Beckman, Solar Engineering of Thermal Process (Mand: Sons Inc, 1980).
4. Electrónica Veneta. Instrumentos de Medida, Roma 1985
5. Electrónica Veneta. Solar Energy Minilab. Mod. SM-804/EV, Dispositivos Fundamentales, Roma 1985
6. Electrónica Veneta. Colectores de Concentración Puntiforme, Roma, 1985
7. Electrónica Veneta. Colectores de Concentración Lineal, Roma, 1985
8. Electrónica Veneta. Solar Trainer Para Sistemas Fotovoltaicos, Mod. STR-811/EV, Roma, 1985
9. Electrónica Veneta. Solar Trainer Para Hervidor Mixto, Mod. STR-815/EV, Roma, 1985
10. Electrónica Veneta. Solar Trainer, Mod. STR-813/EV, para Colector Plano y Tanque de Acumulación, Roma, 1985
11. Electrónica Veneta. Perseguidor Solar Electrónico, Mod. SI-824/EV, Roma, 1985
12. Electrónica Veneta. Trainer Fotovoltaico, Mod. PT-82, Roma, 1985
13. Fundación Natura: Diagnóstico Situación del Medio Ambiente en el Ecuador, Tomo II, Mayo/81

14. A. García, "Diseño y Construcción de Recipientes de Plásticos Reforzados de Fibra de Vidrio para Agua" (Tesis, Facultad de Ingeniería Mecánica, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 1982).
15. O. Headley, "Cascade Solar Still for Distilled Water Production Solar Energy", Revista Pergamon Press, Vol 15 (1973).
16. INEC III, Censo de Vivienda. Resultados Definitivos Guayas, Tomo I, 1982
17. INEC, Informes del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 1982
18. INEC, IV Censo Nacional de Población y III de Vivienda. Resumen Nacional-Breve Análisis de los Resultados Definitivos, 1982
19. INEC. Anuarios de Estadísticas Vitales, Nacional y Defunciones, 1985
20. M. Jacob, Elements of Transfer
21. J. M. Keenan y F. G. Keyes, Propiedades Termodinámicas del Vapor (New York: Wiley, 1936).
22. F. Kreith, Principios de Transferencia de Calor (México: 1970).
23. W. McAdams, Heat Transmission
24. A. Meinel, Aplicaciones de la Energía Solar
25. Mustachi y Cena, Técnicas Solares de Destilación del Agua (Roma).
26. R. Paz, "Diseño y Construcción de un Destilador Solar" (Tesis, Facultad de Ingeniería Mecánica, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 1982).

rior Politécnica del Litoral, 1978.

27. M. Pazmiño, "Energía Solar en el Ecuador", Revista Tecnológica (ESPOL), Vol. 2, Nº 2 (Julio, 1980).
28. J. Threlkeld, Ingeniería del Ambito Térmico, 1973
29. G. Zavala, "Diseño y Fjuebas de un Destilador Evaporativo de Agua qite Trabajo con Combustión de Leña y Biogas Usando como Suplemento Energía Solar con Aplicación a Uso Rural" (Tesis, Facultad de Ingeniería Mecánica, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 1985.

**APENDICE A**

**CARACTERISTICAS DE LAS AGUAS EN LA COSTA**

PARAMETRO	UNIDADES	PLANTA LA TOMA (b)		PLANTA LOLITA		POZOS		LIMITE TOLERABLE(c)
		Val.cruda	val.trat.	Val.cruda	val.trat.	MEDIOS(b)		
COLOR	Unidades	350.0	15.0	200.0	25.0	5.0	5.0	30.0
TURBIEDAD	JTU	200.0	2.4	24.0	5.8	1.8	1.8	15.0
CONDUCTIVIDAD	Mohs/cm2	160.0	210.0	110.0	150.0	1300.0	1300.0	-
PH	Unidades	7.0	7.7	6.5	6.8	8.1	8.1	6 a 7
CO2 LIBRE	mg/l	-	-	-	-	-	-	-
ALCALINIDAD TOTAL	mg/l como CaCO3	52.0	5.8	36.0	54.0	3.7	3.7	-
DUREZA TOTAL	mg/l como CaCO3	52.0	60.0	-	-	81.0	81.0	500.0
CALCIO	mg/l como Ca	8.8	21.2	24.8	16.0	12.2	12.2	200.0
MAGNESIO	mg/l como Mg	7.2	5.8	7.2	6.2	10.5	10.5	150.0
CLORUROS	mg/l como Cl	5.5	7.5	7.5	7.5	68.0	68.0	1000.0
FLUORUROS	mg/l como F	-	-	-	-	-	-	-
SULFATOS	mg/l como SO4	38.0	24.0	17.0	15.0	-	-	250.0
HIERRO TOTAL	mg/l como Fe	4.8	0.1	3.4	0.7	-	-	1.0
SOLIDOS TOTALES	mg/l	353.0	234.0	160.0	148.0	-	-	1500.0
INDICE DE LANGELIER		-	-	-	-	-	-	-

TABLA A.1.- ANALISIS DE AGUA CRUDA Y TRATADA DE EMAP-G (a)

(a): Datos proporcionados por EMAP de periodo de Enero 1980

(b): Promedios de pozo 1 y 2

(c): Tentativos adoptados IEOS

FUENTE: FUNDACION NATURA. DIAGNOSTICO. SITUACION DEL MEDIO AMBIENTE EN EL ECUADOR, TOMO II, 1981



PARAMETRO	UNIDADES	R. DAULE (b)	R. VINCES R. BABAHYO (c)	(d)	LIMITES (e)
TEMPERATURA	°C	27.0	26.0	26.5	-
OXIG. DISUELTTO	mg/l	7.1	7.9	7.6	-
INDICE DE SATURACION	%	88.0	25.0	93.0	-
DBO	mg/l	0.8	1.0	1.2	6.0
CLORUROS	mg/l	6.5	4.6	6.8	200.0
SULFATOS	mg/l	10.7	6.9	8.5	200.0
FOSFATOS	mg/l	-	-	-	-
DUREZA TOTAL	mg/l como CaCO3	64.0	45.7	55.4	-
SODIO	mg/l	12.8	6.7	8.9	-
POTASIO	mg/l	2.3	1.2	1.1	-
MAGNESIO	mg/l	6.4	4.8	6.3	50.0
CALCIO	mg/l	14.8	9.9	11.2	75.0
HIERRO	mg/l	0.4	0.6	6.0	5.0
COLIFORMES	NMP/100ml	4600.0	4700.0	9200.0	-

TABLA A.2.- RESUMEN DEL ESTUDIO DE LOS RIOS EN LA CUENCA DEL GUAYAS (a)

(a): CEDEGE

(b): Promedio de 19 muestras en 3 estaciones a lo largo de un tramo de 150 Kms

(c): Promedio de 18 muestras en 3 estaciones a lo largo de un tramo de 200 Kms

(d): Promedio de 17 muestras en 3 estaciones a lo largo de un tramo de 80 Kms

aguas arriba de la confluencia del rio San Pablo

(e): Concentraciones maximas aceptables si se utilizara el agua cruda como fuente de agua potable

FUENTE: FUNDACION NATURA-DIAGNOSTICO SITUACION DEL MEDIO AMBIENTE EN EL ACUADOR, TOMO II, 1981

PARAMETRO	UNIDADES	FABRICA PAPELERA LUZ MARIA (b)	INGENIO SAN CARLOS (c)	INGENIO INGENIO (d)
OXIG. DISUELT	mg/l	4.74	0.00	0.00
PH	mg/l	--	--	4.31
SALINIDAD	mg/l	0.11	0.21	0.37
FOSFATO (PO4)	mg/l	1.48	84.10	22.80
NITRATO (NO2)	mg/l	0.20	1.69	0.20
NITRATO (NO3)	mg/l	0.65	0.86	--
AMONIO (NH4)	mg/l	1.23	2.45	15.40
SILICATO (SiO4)	mg/l	85.25	74.50	--

TABLA A.3.- RESUMEN DE MUESTREO INDUSTRIAL EN LA COSTA (a)

- (a): Instituto Nacional de Pesca, 1980  
 (b): Rio Babahoyo donde vierte el desague de la planta  
 (c): Canal de desague de la planta, promedio de dos muestras  
 (d): Rio Chimbo donde descarga la planta

FUENTE: FUNDACION NATURA - DIAGNOSTICO SITUACION DEL MEDIO AMBIENTE EN EL ECUADOR, TOMO II, 1981.

**APENDICE B**

**ANALISIS FISICO DEL AGUA CRUDA Y DESTILADA**

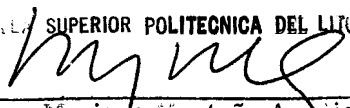


### INSTITUTO DE QUIMICA

MUESTRAS : AGUA BRUTA Y AGUA PROCESADA  
SOLICITADO POR : Ing. Marco Pazmiño Barreno  
FECHA DE RECEPCION: Febrero 25 de 1985  
FECHA DE ENTREGA: Febrero 28 de 1985  
REALIZADO POR : Q.F. David Chóez Criollo

PARAMETROS	MUESTRAS	
	Agua Bruta	Agua Procesada
SOLIDOS EN SUSPENSION	0,44 g/lit	0,03 g/lit
CLORUROS (Cl <sup>-</sup> ) mg/lit	283,06	3,54
CONDUCTIVIDAD MS	390	5,05
DUREZA TOTAL CaCO <sub>3</sub> mg/lit	216,6	4,33
SOLIDOS TOTALES	0,73 g/lit	0,16 g/lit
pH (con papel universal)	6	5

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

  
Ing. Mariano Montaña Armijo  
Director del Instituto de Química

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL  
INSTITUTO DE QUIMICA

AREA DE  
EXTENSION

SOLICITANTE:

Ing. Marco Pazmiño Barreno

MUESTRAS (Cantidad):

(2) agua bruta y agua procesada

PARAMETROS  
SOLICITADOS

sólidos en suspensión, cloruros, conductivi-  
dad, dureza total, sólidos totales y pH

TIPO DE ANALISIS

CUANTITATIVO

CUALITATIVO

OTROS

ANALISIS EFECTUADO

RESULTADOS SOBRE MUESTRA

	AGUA BRUTA	AGUA PROCESADA			
SOLIDOS EN SUSPENSION mg/l	0,44	0,03			
CLORUROS (Cl <sup>-</sup> ) mg/l	283,06	3,54			
CONDUCTIVIDAD MS	390	5,05			
DUREZA TOTAL CaCO <sub>3</sub> mg/l	216,6	4,33			
SOLIDOS TOTALES g/l	0,073	0,16			
pH (con papel universal)	6	5			

OBSERVACIONES: Certifico que el análisis indicado fue realizado  
el 28 de febrero de 1985, y que los resultados son  
los que anteceden.



*Francisco Rodríguez*  
DIRECTOR  
INSTITUTO DE QUIMICA

FECHA DE SOLICITUD:

Julio 13 de 1989

Ing. Francisco Rodríguez  
DIRECTOR  
INSTITUTO DE QUIMICA

APENDICE C

TABLAS PARA EL CALCULO DEL ANGULO OPTIMO DE LA CUBIERTA DEL DSC.

TABLAS C.4.2.1.1 a C.4.2.1.22: VALORES DE RADIACION TOTAL TRANSMITIDA FOR LA CUBIERTA DE 9H00-10H00, CUANDO  $\psi$  VARIA DE 10 A 30°.

TABLAS C.4.2.2.1 a C.4.2.2.22: VALORES DE RADIACION TOTAL TRANSMITIDA POR LA CUBIERTA DE 10H00-11H00, CUANDO  $\psi$  VARIA DE 10 A 30°.

TABLAS C.4.2.3.1 a C.4.2.3.22: VALORES DE RADIACION TOTAL TRANSMITIDA POR LA CUBIERTA DE 11H00-12H00, CUANDO  $\psi$  VARIA DE 10 A 30°.

TABLA C.4.2.4.1: RADIACION TOTAL TRANSMITIDA SOBRE LA CUBIERTA DEL DSC PARA VARIOS ANGULOS DE INCLINACION (9H00-10H00).

TABLA C.4.2.4.2: RADIACION TOTAL TRANSMITIDA SOBRE LA CUBIERTA DEL DSC PARA VARIOS ANGULOS DE INCLINACION (10H00-11H00).

TABLA C.4.2.4.3: RADIACION TOTAL TRANSMITIDA SOBRE LA CUBIERTA DEL DSC PARA VARIOS ANGULOS DE INCLINACION (11H00-12H00).

TABLA C.4.2.5: RADIACION TRANSMITIDA POR LA CUBIERTA C/MES DESDE LAS 9H00 HASTA LAS 12H00 PARA VARIOS ANGULOS DE INCLINACION.

TABLA C.4.2.6: RADIACION TOTAL PROMEDIO TRANSMITIDA FOR LA CUBIERTA PARA VARIOS ANGULOS DE INCLINACION.

RADIACION TOTAL TRANSMITIDA POR LA CUBIERTA CUANDO  $\psi = 10.00$  :9H00-10H00

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
$\theta_{min}$ (Kcal/hr)	265.10	282.40	310.60	306.00	260.90	248.60	258.00	250.80	279.00	269.50	271.90	257.10
$\theta_{is}$ (°)	41.16	38.84	37.61	39.30	42.61	44.60	43.65	40.47	37.86	38.17	40.51	42.05
$\theta_{ic}$ (°)	31.16 51.16	28.84 48.84	27.61 47.61	29.30 49.30	32.61 52.61	34.60 54.60	33.65 53.65	30.47 50.47	27.86 47.86	28.17 48.17	30.51 50.51	32.05 52.05
$\theta_{ai-v}$ (°)	19.82 30.69	18.43 29.56	17.58 28.95	18.71 29.79	20.68 31.38	21.85 32.29	21.29 31.86	19.41 30.36	17.83 29.07	18.02 29.23	19.43 30.38	20.35 31.11
$\theta_{v-ag}$ (°)	22.90 35.85	21.26 34.48	20.39 33.73	21.59 34.75	23.90 36.68	25.27 37.80	24.62 37.27	22.41 35.44	20.57 33.88	20.79 34.07	22.44 35.47	23.52 36.36
$\theta_{ag-ai}$ (°)	31.16 51.16	28.84 48.84	27.61 47.61	29.30 49.30	32.61 52.61	34.60 54.60	33.65 53.65	30.47 50.47	27.86 47.86	28.17 48.17	30.51 50.51	32.05 52.05
$r_1$	0.0452 0.0638	0.0447 0.0594	0.0445 0.0574	0.0448 0.0602	0.0456 0.0671	0.0464 0.0725	0.0460 0.0698	0.0450 0.0624	0.0445 0.0578	0.0446 0.0583	0.0451 0.0625	0.0455 0.0658
$r_2$	0.0048 0.0056	0.0048 0.0054	0.0048 0.0053	0.0048 0.0054	0.0048 0.0057	0.0049 0.0058	0.0049 0.0058	0.0048 0.0055	0.0048 0.0054	0.0048 0.0054	0.0048 0.0055	0.0048 0.0056
$r_3$	0.0213 0.0351	0.0309 0.0316	0.0208 0.0301	0.0210 0.0323	0.0211 0.0377	0.0221 0.0419	0.0218 0.0398	0.0212 0.0340	0.0208 0.0304	0.0209 0.0308	0.0212 0.0340	0.0215 0.0366
$\alpha$	0.0492 0.0582	0.0481 0.0571	0.0476 0.0566	0.0483 0.0573	0.0498 0.0588	0.0507 0.0597	0.0503 0.0593	0.0489 0.0579	0.0477 0.0567	0.0478 0.0568	0.0489 0.0579	0.0496 0.0586
$\beta$	0.8854 0.8483	0.8785 0.8562	0.8879 0.8598	0.8868 0.8547	0.8846 0.8427	0.8821 0.8337	0.8831 0.8381	0.8859 0.8508	0.8878 0.8590	0.8875 0.8581	0.8858 0.8507	0.8845 0.8450
$f$	0.5771 0.4229	0.5710 0.4290	0.5679 0.4321	0.5722 0.4278	0.5811 0.4189	0.5869 0.4131	0.5841 0.4159	0.5752 0.4248	0.5685 0.4315	0.5693 0.4307	0.5753 0.4247	0.5795 0.4205
$\beta_m$	0.8697	0.8689	0.8758	0.8731	0.8670	0.8621	0.8644	0.8710	0.8754	0.8748	0.8709	0.8679
$q$ (Kcal/hr)	230.56	245.38	272.01	267.15	226.20	214.32	223.01	218.45	244.23	235.77	236.80	223.14

TABLA C.4.2.1.1

RADIACION TOTAL TRANSMITIDA POR LA CUBIERTA CUANDO  $\psi = 11$ : 9H00-10H00

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
$\delta_{min}$ (Kcal/hr)	265.10	282.40	310.60	306.00	260.90	248.60	258.00	250.80	279.00	269.50	271.90	257.10
$\theta_{is}$ (°)	41.16	38.84	37.61	39.30	42.61	44.60	43.65	40.47	37.86	38.17	40.51	42.05
$\theta_{ic}$ (°)	30.16 52.16	27.84 49.84	26.61 48.61	28.30 50.30	31.61 53.61	33.60 55.60	32.65 54.65	29.47 51.47	26.86 43.36	27.17 49.17	29.51 51.51	31.05 53.05
$\theta_{ai-v}$ (°)	19.22 31.17	17.82 30.05	17.07 29.45	18.10 30.28	20.09 31.84	21.26 32.73	20.70 32.31	18.81 30.84	17.22 29.57	29.72 17.41	18.83 30.86	19.76 31.58
$\theta_{v-ag}$ (°)	22.20 36.43	20.56 35.07	19.68 34.34	20.88 35.35	23.21 37.25	24.59 38.35	23.93 37.83	21.71 36.03	19.86 34.49	20.08 34.68	27.74 36.05	22.82 36.93
$\theta_{ag-ai}$ (°)	30.16 52.16	27.84 49.84	26.61 48.61	28.30 50.30	31.61 53.61	33.60 55.60	32.65 54.65	29.47 51.47	26.86 48.86	27.17 49.17	29.51 51.51	31.05 53.05
$r_1$	0.0450 0.0661	0.0445 0.0612	0.0443 0.0590	0.0446 0.0621	0.0453 0.0697	0.0460 0.0757	0.0457 0.0727	0.0448 0.0645	0.0443 0.0594	0.0444 0.0599	0.0448 0.0646	0.0452 0.0683
$r_2$	0.0048 0.0056	0.0048 0.0055	0.0048 0.0054	0.0048 0.0094	0.0048 0.0057	0.0049 0.0059	0.0048 0.0058	0.0048 0.0056	0.0048 0.0054	0.0048 0.0054	0.0048 0.0056	0.0048 0.0057
$r_3$	0.0211 0.0368	0.0208 0.0330	0.0207 0.0313	0.0209 0.0670	0.0214 0.0397	0.0218 0.0444	0.0216 0.0421	0.0210 0.0356	0.0207 0.0317	0.0207 0.0321	0.0210 0.0357	0.0213 0.0385
$\alpha$	0.0487 0.0586	0.0477 0.0576	0.0471 0.0570	0.0479 0.0578	0.0494 0.0593	0.0503 0.0602	0.0498 0.0597	0.0484 0.0583	0.0472 0.0571	0.0474 0.0573	0.0484 0.0583	0.0491 0.0590
$\epsilon$	0.8860 0.8441	0.8877 0.8526	0.8885 0.8565	0.8874 0.8511	0.8848 0.8378	0.8830 0.8279	0.8839 0.8328	0.8865 0.8468	0.8884 0.8558	0.8882 0.8548	0.8865 0.8467	0.8853 0.8403
$f$	0.5850 0.4150	0.5783 0.4217	0.5749 0.4251	0.5795 0.4205	0.5894 0.4106	0.5958 0.4042	0.5927 0.4073	0.5829 0.4171	0.5756 0.4244	0.5764 0.4236	0.5830 0.4170	0.5877 0.4123
$Z_n$	0.8686	0.8729	0.8749	0.8721	0.8655	0.8607	0.8631	0.8699	0.8746	0.8741	0.8699	0.8667
$q$ (Kcal/hr)	230.27	246.51	271.74	266.86	225.81	213.97	222.68	218.17	244.01	235.57	236.53	222.83

TABLA C.4.2.1.2



RADIACION TOTAL TRANSMITIDA POR LA CUBIERTA CUANDO  $\psi = 12$ : 9H00-10H00

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
$\theta_{min}$ (Kcal/hr)	265.10	282.40	310.60	306.00	260.90	248.60	258.00	250.80	279.00	269.50	271.90	257.10
$\theta_{is}$ (°)	41.16	38.84	37.61	39.30	42.61	44.61	43.65	40.47	37.86	38.17	40.51	42.05
$\theta_{ic}$ (°)	29.16 53.16	26.84 50.84	25.61 49.61	27.30 51.30	30.61 54.61	32.60 56.60	31.65 55.65	28.47 52.47	25.86 49.86	26.17 50.17	28.51 52.51	30.05 54.05
$\theta_{ai-v}$ (°)	18.62 31.63	17.21 30.54	16.45 29.154	17.49 30.76	19.49 32.29	20.67 33.17	20.11 32.75	18.20 31.31	16.61 30.06	16.80 30.21	18.23 31.33	19.16 32.04
$\theta_{v-ag}$ (°)	21.49 37.00	19.85 35.66	18.57 34.194	20.17 35.93	22.51 37.80	23.90 38.88	23.24 38.37	21.00 36.60	19.15 35.09	19.37 35.27	21.03 36.63	22.12 37.49
$\theta_{ag-ai}$ (°)	29.16 53.16	26.84 50.84	25.61 49.61	27.30 51.30	30.61 54.61	32.60 56.60	31.65 55.65	28.47 52.47	25.86 49.86	26.17 50.17	28.51 52.51	30.05 54.05
$r_1$	0.0448 0.0685	0.0443 0.0631	0.0441 0.0607	0.0444 0.0641	0.0451 0.0726	0.0456 0.0791	0.0454 0.0758	0.0446 0.0668	0.0442 0.0612	0.0442 0.0618	0.0446 0.0669	0.0449 0.0709
$r_2$	0.0048 0.0057	0.0048 0.0055	0.0048 0.0055	0.0048 0.0056	0.0048 0.0058	0.0048 0.0060	0.0048 0.0059	0.0048 0.0057	0.0048 0.0055	0.0048 0.0055	0.0048 0.0057	0.0048 0.0058
$r_3$	0.0210 0.0388	0.0207 0.0345	0.0206 0.0327	0.0208 0.0353	0.0212 0.0420	0.0216 0.0472	0.0214 0.0446	0.0209 0.0374	0.0206 0.0330	0.0206 0.0335	0.0209 0.0375	0.0211 0.0407
$\alpha$	0.0483 0.0591	0.0472 0.0580	0.0467 0.0575	0.0474 0.0582	0.0489 0.0597	0.0498 0.0606	0.0494 0.0602	0.0480 0.0588	0.0468 0.0576	0.0469 0.0577	0.0480 0.0588	0.0487 0.0595
$\beta$	0.8868 0.8399	0.8840 0.8492	0.8852 0.8534	0.8881 0.8475	0.8856 0.8330	0.8839 0.8222	0.8848 0.8276	0.8873 0.8428	0.8890 0.8526	0.8888 0.8515	0.8870 0.8426	0.8861 0.8358
$f$	0.5929 0.4071	0.5856 0.4144	0.5819 0.4181	0.5870 0.4130	0.5978 0.4022	0.6048 0.3952	0.6014 0.3986	0.5907 0.4093	0.5826 0.4174	0.5835 0.4165	0.5908 0.4092	0.5959 0.4041
$Z_n$	0.8677	0.8722	0.8742	0.8713	0.8644	0.8595	0.8620	0.8691	0.8738	0.8733	0.8689	0.8658
$q$ (Kcal/hr)	230.03	246.31	271.53	266.62	225.52	213.67	222.40	217.97	243.79	235.35	236.25	222.60

TABLA C.4.2.1.3

RADIACION TOTAL TRANSMITIDA POR LA CUBIERTA CUANDO  $\psi = 13$ : 9H00-10H00

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
$G_{min}$ (Kcal/hr)	265.10	282.40	310.60	306.00	260.90	248.60	258.00	250.80	279.00	269.50	271.90	257.10
$\theta_{is}$ (°)	41.16	38.84	37.61	39.30	42.61	44.60	43.65	40.47	37.86	38.17	40.51	42.05
$\theta_{ic}$ (°)	28.16 54.16	25.84 51.84	24.61 50.61	26.30 52.30	29.61 55.61	31.60 57.60	30.65 56.65	27.47 53.47	24.86 50.86	25.17 51.17	27.51 53.51	29.05 55.05
$\theta_{ai-v}$ (°)	18.01 32.09	16.60 31.02	15.84 30.43	16.88 31.23	18.89 32.74	20.08 33.59	18.52 33.19	17.59 31.77	15.99 30.55	16.18 30.70	17.62 31.79	18.55 32.49
$\theta_{v-ag}$ (°)	20.78 37.56	19.13 36.24	18.25 35.53	19.46 36.51	21.81 38.35	23.20 39.41	22.54 38.91	20.29 37.17	18.43 35.67	18.65 35.86	20.32 37.19	21.41 38.05
$\theta_{ag-ai}$ (°)	28.16 54.16	25.84 51.84	24.61 50.61	26.30 52.30	29.61 55.61	31.60 57.60	30.65 56.65	27.47 53.47	24.86 50.86	25.17 51.17	27.51 53.51	29.05 55.05
$r_1$	0.0446 0.0713	0.0442 0.0653	0.0440 0.0627	0.0442 0.0664	0.0448 0.0757	0.0453 0.0828	0.0451 0.0793	0.0444 0.0694	0.0441 0.0632	0.0441 0.0638	0.0444 0.0695	0.0447 0.0739
$r_2$	0.0048 0.0058	0.0048 0.0056	0.0048 0.0055	0.0048 0.0056	0.0048 0.0059	0.0048 0.0061	0.0048 0.0060	0.0048 0.0057	0.0048 0.0055	0.0048 0.0056	0.0048 0.0057	0.0048 0.0059
$r_3$	0.0209 0.0409	0.0206 0.0362	0.0205 0.0342	0.0206 0.0371	0.0211 0.0445	0.0214 0.0503	0.0212 0.0474	0.0208 0.0394	0.0205 0.0346	0.0205 0.0351	0.0208 0.0395	0.0210 0.0430
$\alpha$	0.0478 0.0595	0.0468 0.0585	0.0462 0.0579	0.0470 0.0587	0.0485 0.0602	0.0494 0.0611	0.0489 0.0606	0.0475 0.0592	0.0463 0.0580	0.0465 0.0582	0.0475 0.0592	0.0482 0.0599
$\tau$	0.8875 0.8352	0.8890 0.8454	0.8898 0.8500	0.8887 0.8435	0.8864 0.8278	0.8848 0.8160	0.8856 0.8219	0.8880 0.8385	0.8896 0.8491	0.8894 0.8479	0.8879 0.8383	0.8868 0.8308
$f$	0.6009 0.3991	0.5929 0.4071	0.5889 0.4111	0.5945 0.4055	0.6062 0.3938	0.6138 0.3862	0.6101 0.3899	0.5985 0.4015	0.5897 0.4103	0.5907 0.4093	0.5986 0.4014	0.6041 0.3959
$\tau_n$	0.8666	0.8713	0.8734	0.8704	0.8633	0.8582	0.8608	0.8681	0.8730	0.8724	0.8680	0.8646
$q$ (Kcal/hr)	229.74	246.06	271.28	266.34	225.23	213.35	222.09	217.72	243.57	235.11	236.01	222.29

TABLA C.4.2.1.4

RADIACION TOTAL TRANSMITIDA POR LA CUBIERTA CUANDO  $\psi = 14: 9H00-10H00$ 

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
$G_{min}$ (Kcal/hr)	265.10	282.40	310.60	306.00	260.90	248.60	258.00	250.80	279.00	269.50	271.90	257.10
$\theta_{is}$ (°)	41.16	38.84	37.61	39.30	42.61	44.60	43.65	40.47	37.86	38.17	40.51	42.05
$\theta_{ic}$ (°)	27.16 55.16	24.84 52.84	23.61 51.61	25.30 53.30	28.61 56.61	30.60 58.60	29.65 57.65	26.47 54.47	23.86 51.86	24.17 52.17	26.51 54.51	28.05 56.05
$\theta_{ai-v}$ (°)	17.41 32.54	30.05 31.48	15.22 30.91	16.26 31.70	18.29 33.17	19.49 34.01	19.92 33.61	16.98 32.23	15.37 31.02	15.56 31.17	13.01 32.25	17.95 32.93
$\theta_{v-ag}$ (°)	20.07 38.11	35.07 36.81	17.53 36.11	18.74 37.07	21.10 38.89	22.50 39.93	21.84 39.44	19.58 37.73	17.71 36.25	17.93 36.43	19.61 37.75	20.71 38.59
$\theta_{ag-ai}$ (°)	27.16 55.16	24.84 52.84	23.61 51.61	25.30 53.30	28.61 56.61	30.60 58.60	29.65 57.65	26.47 54.47	23.86 51.86	24.17 52.17	26.51 54.51	28.05 56.05
$r_1$	0.0444 0.0742	0.0612 0.0677	0.0439 0.0648	0.0441 0.0689	0.0446 0.0791	0.0451 0.0870	0.0449 0.0830	0.0443 0.0722	0.0439 0.0654	0.0440 0.0661	0.0443 0.0723	0.0445 0.0772
$r_2$	0.0048 0.0059	0.0055 0.0057	0.0047 0.0056	0.0048 0.0057	0.0048 0.0060	0.0049 0.0062	0.0049 0.0061	0.0048 0.0058	0.0047 0.0056	0.0047 0.0056	0.0048 0.0058	0.0048 0.0060
$r_3$	0.0207 0.0433	0.0330 0.0381	0.0204 0.0358	0.0206 0.0391	0.0209 0.0472	0.0212 0.0537	0.0221 0.0505	0.0207 0.0416	0.0204 0.0363	0.0205 0.0368	0.0207 0.0417	0.0208 0.0457
$\alpha$	0.0474 0.0600	0.0576 0.0589	0.0458 0.0584	0.0465 0.0591	0.0480 0.0606	0.0489 0.0615	0.0485 0.0611	0.0000 0.0597	0.0459 0.0585	0.0460 0.0586	0.0471 0.0597	0.0478 0.0604
$\tau$	0.8882 0.8302	0.8896 0.8412	0.8904 0.8463	0.8894 0.8392	0.8872 0.8221	0.8856 0.8082	0.8864 0.8157	0.8886 0.8337	0.8902 0.8453	0.8900 0.8440	0.8886 0.8335	0.8876 0.8354
$f$	0.6090 0.3910	0.6004 0.3996	0.5960 0.4040	0.6020 0.3980	0.6147 0.3853	0.6229 0.3771	0.6189 0.3911	0.6064 0.3936	0.5969 0.4031	0.5980 0.4020	0.6065 0.3935	0.6124 0.3876
$\tau_m$	0.8655	0.8703	0.8726	0.8694	0.8621	0.8568	0.8595	0.8670	0.8721	0.8715	0.8669	0.8635
$q$ (Kcal/hr)	229.44	245.77	271.03	266.04	224.92	213.00	221.75	217.44	243.32	234.87	235.71	222.01

TABLA C.4.2.1.5

RADIACION TOTAL TRANSMITIDA POR LA CUBIERTA CUANDO  $\psi = 15: 9H00-10H00$ 

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
$\theta_{min}$ (Kcal/hr)	265.10	282.40	310.60	306.00	260.90	248.60	258.00	250.80	279.00	269.50	271.90	257.10
$\theta_{is}$ (°)	41.16	38.84	37.61	39.30	42.61	44.60	43.65	40.47	37.86	38.17	40.51	42.05
$\theta_{ic}$ (°)	26.16 56.16	23.84 53.84	22.61 52.61	24.30 54.30	27.61 57.61	29.60 59.60	28.65 58.65	25.47 55.47	22.86 52.86	23.17 53.17	25.51 55.51	27.05 57.05
$\theta_{ai-v}$ (°)	16.79 32.98	15.36 31.94	14.59 31.38	15.64 32.15	17.68 33.60	18.89 34.42	18.31 34.03	16.37 32.67	14.75 31.49	14.94 31.64	16.39 32.69	17.34 33.36
$\theta_{v-ag}$ (°)	19.36 38.65	17.69 37.38	16.80 36.68	18.02 37.63	20.39 39.41	21.80 40.43	21.13 39.95	18.87 38.28	16.98 36.83	17.21 37.00	18.89 38.30	20.00 39.12
$\theta_{ag-ai}$ (°)	26.16 56.16	23.84 53.84	22.61 52.61	24.30 54.30	27.61 57.61	29.60 59.60	28.65 58.65	25.47 55.47	22.86 52.86	23.17 53.17	25.51 55.51	27.05 57.05
$r_1$	0.0442 0.0775	0.0439 0.0704	0.0438 0.0671	0.0440 0.0717	0.0445 0.0829	0.0448 0.0915	0.0446 0.0872	0.0441 0.0752	0.0438 0.0678	0.0439 0.0686	0.0441 0.0754	0.0444 0.0807
$r_2$	0.0048 0.0060	0.0047 0.0058	0.0047 0.0057	0.0048 0.0058	0.0048 0.0061	0.0048 0.0063	0.0048 0.0062	0.0048 0.0059	0.0047 0.0057	0.0047 0.0048	0.0048 0.0059	0.0040 0.0060
$r_3$	0.0206 0.0460	0.0204 0.0704	0.0204 0.0377	0.0205 0.0412	0.0208 0.0503	0.0211 0.0575	0.0209 0.0539	0.0206 0.0441	0.0204 0.0382	0.0204 0.0388	0.0206 0.0442	0.0207 0.0486
$\alpha$	0.0469 0.0604	0.0459 0.0594	0.0453 0.0588	0.0461 0.0596	0.0476 0.0611	0.0485 0.0620	0.0480 0.0615	0.0466 0.0601	0.0454 0.0589	0.0456 0.0591	0.0466 0.0601	0.0473 0.0608
$\beta$	0.8888 0.8247	0.8902 0.8368	0.8909 0.8422	0.8900 0.8346	0.8879 0.8159	0.8864 0.8019	0.8871 0.8089	0.8893 0.8286	0.8908 0.8412	0.8906 0.8398	0.8892 0.8284	0.8882 0.8195
$f$	0.6171 0.3829	0.6079 0.3921	0.6032 0.3968	0.6097 0.3903	0.6232 0.3786	0.6321 0.3679	0.6278 0.3722	0.6143 0.3857	0.6041 0.3959	0.6053 0.3847	0.6145 0.3855	0.6208 0.3792
$\beta_m$	0.8643	0.8693	0.8716	0.8684	0.8608	0.8553	0.8580	0.8659	0.8712	0.8622	0.8658	0.8621
$q$ (Kcal/hr)	229.13	245.49	270.72	265.73	224.58	212.63	221.36	217.17	243.06	234.52	235.41	221.65

TABLA C.4.2.1.6

RADIACION TOTAL TRANSMITIDA POR LA CUBIERTA CUANDO  $\psi = 16: 9H00-10H00$ 

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
$G_{min}$ (Kcal/hr)	265.10	282.40	310.60	306.00	260.90	248.60	258.00	250.80	279.00	269.50	271.90	257.10
$\theta_{is}$ (°)	41.16	38.84	37.61	39.30	42.61	44.61	43.65	40.47	37.86	38.17	40.51	42.05
$\theta_{ic}$ (°)	25.16	22.84	21.61	23.30	26.61	28.60	27.65	24.47	21.86	22.17	24.51	26.05
	57.16	54.84	53.61	55.30	58.61	60.60	59.65	56.47	53.86	54.17	56.51	58.05
$\theta_{ai-v}$ (°)	16.18	14.74	13.97	15.02	17.07	18.28	17.70	15.75	14.12	14.32	15.77	16.73
	33.41	32.39	31.84	32.60	34.01	34.81	34.44	31.11	31.95	32.09	33.13	33.78
$\theta_{v-ag}$ (°)	18.64	16.97	16.08	17.30	19.68	21.10	20.42	18.15	16.26	16.48	18.18	19.28
	39.18	37.93	37.25	38.18	39.93	40.93	40.46	38.81	37.39	37.56	38.83	39.64
$\theta_{ag-ai}$ (°)	25.16	22.84	21.61	23.30	26.61	28.60	27.65	24.47	21.86	22.17	24.51	26.05
	57.16	54.84	53.61	55.30	58.61	60.60	59.65	56.47	53.86	54.17	56.51	58.05
$r_1$	0.0441	0.0438	0.0437	0.0439	0.0443	0.0446	0.0445	0.0440	0.0438	0.0438	0.0440	0.0442
	0.0811	0.0733	0.0679	0.0747	0.0870	0.0965	0.0918	0.0786	0.0704	0.0713	0.0788	0.0847
$r_2$	0.0048	0.0047	0.0047	0.0047	0.0048	0.0048	0.0048	0.0048	0.0047	0.0047	0.0048	0.0048
	0.0061	0.0059	0.0057	0.0059	0.0062	0.0064	0.0063	0.0060	0.0058	0.0058	0.0060	0.0061
$r_3$	0.0205	0.0204	0.0203	0.0204	0.0207	0.0209	0.0208	0.0205	0.0203	0.0203	0.0205	0.0206
	0.0489	0.0425	0.0397	0.0437	0.0538	0.0617	0.0577	0.0468	0.0402	0.0409	0.0470	0.0518
$\alpha$	0.0465	0.0454	0.0449	0.0456	0.0471	0.0480	0.0476	0.0462	0.0450	0.0451	0.0462	0.0469
	0.0609	0.0598	0.0593	0.0600	0.0615	0.0624	0.0620	0.0606	0.0594	0.0595	0.0606	0.0613
$\epsilon$	0.8895	0.8908	0.8915	0.8905	0.8885	0.8872	0.8878	0.8899	0.8913	0.8912	0.8898	0.8889
	0.8188	0.8319	0.8378	0.8295	0.8092	0.7939	0.8015	0.8230	0.8367	0.8352	0.8227	0.8130
$f$	0.6253	0.6154	0.6105	0.6173	0.6319	0.6414	0.6368	0.6223	0.6115	0.6127	0.6225	0.6293
	0.3747	0.3846	0.3895	0.3827	0.3681	0.3586	0.3632	0.3777	0.3885	0.3873	0.3775	0.3707
$\zeta_m$	0.8630	0.8681	0.8706	0.8672	0.8593	0.8537	0.8565	0.8646	0.8701	0.8695	0.8645	0.8608
$q$ (Kcal/hr)	228.78	245.15	270.41	265.36	224.19	212.23	220.98	216.84	242.76	234.33	235.06	221.31

TABLA C.4.2.1.7

RADIACION TOTAL TRANSMITIDA POR LA CUBIERTA CUANDO  $\psi = 17.00 : 9H00-10H00$ 

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
$G_{min}$ (Kcal/hr)	265.10	282.40	310.60	306.00	260.90	248.60	258.00	250.80	279.00	269.50	271.90	257.10
$\theta_{is}$ (°)	41.16	38.84	37.61	39.30	42.61	44.60	43.65	40.47	37.86	38.17	40.51	42.05
$\theta_{ic}$ (°)	24.16 58.16	21.84 55.84	20.61 54.61	22.30 56.30	25.61 59.61	27.60 61.60	26.65 60.65	23.47 57.47	20.86 54.86	21.17 55.17	23.51 57.51	25.05 59.05
$\theta_{ai-v}$ (°)	15.56 33.83	14.11 32.84	13.34 32.29	14.40 33.04	16.45 34.42	17.67 35.20	17.09 34.83	15.13 33.54	13.49 32.40	13.69 32.54	15.15 33.56	16.11 34.19
$\theta_{v-ag}$ (°)	17.92 39.70	16.24 38.48	15.35 37.80	16.58 38.72	18.97 40.44	20.39 41.41	19.71 40.95	17.34 39.34	15.53 37.94	15.76 38.11	17.45 39.36	18.56 40.15
$\theta_{ag-ai}$ (°)	24.16 58.16	21.84 55.84	20.61 54.61	22.30 56.30	25.61 59.61	27.60 61.60	26.65 60.65	23.47 57.47	20.86 54.86	21.17 55.17	23.51 57.51	25.05 59.05
$r_1$	0.0440 0.0851	0.0438 0.0764	0.0437 0.0726	0.0438 0.0780	0.0441 0.0916	0.0445 0.1020	0.0443 0.0968	0.0439 0.0823	0.0437 0.0733	0.0437 0.0743	0.0439 0.0825	0.0441 0.0890
$r_2$	0.0047 0.0062	0.0047 0.0059	0.0047 0.0058	0.0047 0.0060	0.0048 0.0063	0.0048 0.0065	0.0048 0.0064	0.0047 0.0061	0.0047 0.0059	0.0047 0.0059	0.0047 0.0061	0.0048 0.0062
$r_3$	0.0205 0.0851	0.0203 0.0451	0.0203 0.0420	0.0203 0.0464	0.0206 0.0575	0.0208 0.0664	0.0207 0.0619	0.0204 0.0499	0.0203 0.0426	0.0203 0.0433	0.0204 0.0500	0.0205 0.0554
$\alpha$	0.0460 0.0613	0.0450 0.0603	0.0444 0.0597	0.0452 0.0605	0.0467 0.0620	0.0476 0.0629	0.0471 0.0624	0.0457 0.0610	0.0445 0.0598	0.0447 0.0600	0.0457 0.0610	0.0464 0.0617
$z$	0.8902 0.7872	0.8915 0.8272	0.8921 0.8336	0.8913 0.8246	0.8893 0.8029	0.8879 0.7866	0.8886 0.7947	0.8906 0.8176	0.8920 0.8323	0.8919 0.8307	0.8906 0.8174	0.8896 0.8070
$f$	0.6336 0.3664	0.6231 0.3769	0.6178 0.3822	0.6251 0.3749	0.6406 0.3594	0.6507 0.3493	0.6458 0.3542	0.6304 0.3696	0.6188 0.3812	0.6202 0.3798	0.6306 0.3694	0.6379 0.3621
$z_m$	0.8524	0.8673	0.8697	0.8663	0.8582	0.8525	0.8553	0.8636	0.8692	0.8687	0.8636	0.8597
$q$ (Kcal/hr)	225.98	244.92	270.14	265.08	223.91	211.94	220.68	216.60	242.52	234.10	234.80	221.03

TABLA C.4.2.1.8

RADIACION TOTAL TRANSMITIDA POR LA CUBIERTA CUANDO  $\psi = 18:9H00-10H00$ 

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
$\theta_{min}$ (Kcal/hr)	265.10	282.40	310.60	306.00	260.90	248.60	258.00	250.80	279.00	269.50	271.90	257.10
$\theta_{is}$ (°)	41.16	38.84	37.61	39.30	42.61	44.60	43.65	40.47	37.86	38.17	40.51	42.05
$\theta_{ic}$ (°)	23.16 59.16	20.84 56.84	19.61 55.61	21.30 57.30	24.61 60.61	26.60 62.60	25.65 61.65	22.47 58.47	19.86 55.86	20.17 56.17	22.51 58.51	24.05 60.05
$\theta_{ai-v}$ (°)	14.94 34.24	13.48 33.27	12.71 32.74	13.77 33.47	15.84 34.82	17.06 35.58	16.48 35.22	14.50 33.96	12.86 32.85	13.06 32.98	14.53 33.97	15.49 34.60
$\theta_{v-ag}$ (°)	17.20 40.21	15.51 39.01	14.62 38.35	15.85 39.25	18.25 40.93	19.67 41.88	18.99 41.43	16.70 39.86	14.80 38.48	15.03 38.65	16.73 39.88	17.84 40.65
$\theta_{ag-ai}$ (°)	23.16 59.16	20.84 56.84	19.61 55.61	21.30 57.30	24.61 60.61	26.60 62.60	25.65 61.65	22.47 58.47	19.86 55.86	20.17 56.17	22.51 58.51	24.05 60.05
$r_1$	0.0439 0.0895	0.0437 0.0799	0.0436 0.0757	0.0437 0.0817	0.0440 0.0966	0.0443 0.1080	0.0442 0.1023	0.0435 0.0864	0.0436 0.0767	0.0426 0.0776	0.0438 0.0866	0.0440 0.0937
$r_2$	0.0047 0.0063	0.0047 0.0060	0.0047 0.0059	0.0047 0.0061	0.0048 0.0064	0.0048 0.0066	0.0047 0.0065	0.0047 0.0062	0.0047 0.0059	0.0047 0.0060	0.0047 0.0062	0.0047 0.0063
$r_3$	0.0204 0.0558	0.0203 0.0479	0.0202 0.0425	0.0203 0.0493	0.0205 0.0618	0.0207 0.0716	0.0206 0.0666	0.0204 0.0523	0.0202 0.0451	0.0202 0.0460	0.0204 0.0534	0.0205 0.0593
$\alpha$	0.0456 0.0618	0.0445 0.0607	0.0440 0.0602	0.0447 0.0609	0.0462 0.0624	0.0471 0.0633	0.0467 0.0629	0.0453 0.0615	0.0441 0.0603	0.0442 0.0604	0.0453 0.0615	0.0460 0.0622
$z$	0.8908 0.8061	0.8920 0.8216	0.8927 0.8300	0.8918 0.8187	0.8899 0.7950	0.8886 0.7773	0.8893 0.7861	0.8914 0.8118	0.8926 0.8270	0.8934 0.8253	0.8911 0.8108	0.8902 0.7996
$f$	0.6420 0.3580	0.6308 0.3692	0.6252 0.3748	0.6330 0.3670	0.6494 0.3506	0.6602 0.3398	0.6550 0.3450	0.6386 0.3614	0.6263 0.3737	0.6277 0.3723	0.6388 0.3612	0.6465 0.3535
$z_{om}$	0.8605	0.8660	0.8692	0.8650	0.8566	0.8508	0.8537	0.8626	0.8681	0.8680	0.8621	0.8582
$q$ (Kcal/hr)	228.11	244.56	269.97	264.68	223.49	211.50	220.25	216.35	242.19	233.93	234.40	220.64

TABLA C.4.1.1.9

RADIACION TOTAL TRANSMITIDA POR LA CUBIERTA CUANDO  $\psi = 19.00 : 9H00-10H00$ 

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
$\theta_{min}$ (Kcal/hr)	265.10	282.40	310.60	306.00	260.90	248.60	258.00	250.80	279.00	269.50	271.90	257.10
$\theta_{is}$ (°)	41.16	38.84	37.61	39.30	42.61	44.60	43.65	40.47	37.86	38.17	40.51	42.05
$\theta_{ic}$ (°)	22.16 60.16	19.84 57.84	18.61 56.61	20.30 58.30	23.61 61.61	25.60 63.60	24.65 62.65	21.47 59.47	18.86 56.86	19.17 57.17	21.51 59.51	23.05 61.05
$\theta_{ai-v}$ (°)	14.31 34.64	12.85 33.69	12.07 33.17	13.14 33.89	15.22 35.20	16.45 35.94	15.86 35.60	13.88 34.36	12.23 33.28	12.43 33.41	13.90 34.38	14.87 34.99
$\theta_{v-ag}$ (°)	16.48 40.71	14.78 39.53	13.88 38.89	15.12 39.77	17.53 41.41	18.96 42.34	18.28 41.90	15.97 40.36	14.07 39.02	14.29 39.18	16.00 40.38	17.12 41.14
$\theta_{ag-ai}$ (°)	22.16 60.16	19.84 57.84	18.61 56.61	20.30 58.30	23.61 61.61	25.60 63.60	24.65 62.65	21.47 59.47	18.86 56.86	19.17 57.17	21.51 59.51	23.05 61.05
$r_1$	0.0438 0.0943	0.0436 0.0838	0.0436 0.0791	0.0437 0.0857	0.0439 0.1021	0.0441 0.1147	0.0440 0.1084	0.0437 0.0909	0.0436 0.0800	0.0436 0.0812	0.0437 0.0911	0.0439 0.0989
$r_2$	0.0048 0.0064	0.0047 0.0061	0.0047 0.0060	0.0046 0.0062	0.0047 0.0065	0.0048 0.0067	0.0048 0.0066	0.0047 0.0063	0.0047 0.0060	0.0047 0.0061	0.0047 0.0063	0.0047 0.0065
$r_3$	0.0203 0.0598	0.0202 0.0511	0.0202 0.0472	0.0203 0.0527	0.0204 0.0664	0.0206 0.0773	0.0462 0.0633	0.0448 0.0619	0.0436 0.0607	0.0438 0.0609	0.0448 0.0619	0.0450 0.0626
$\alpha$	0.0451 0.0622	0.0441 0.0612	0.0435 0.0606	0.0443 0.0614	0.0458 0.0629	0.0467 0.0638	0.0462 0.0633	0.0448 0.0619	0.0436 0.0607	0.0438 0.0609	0.0448 0.0619	0.0455 0.0626
$\beta$	0.8913 0.7986	0.8926 0.8153	0.8931 0.8229	0.8923 0.8121	0.8906 0.7865	0.8893 0.7672	0.8676 0.7832	0.8705 0.8001	0.8727 0.8113	0.8724 0.8099	0.8704 0.7999	0.8695 0.7922
$f$	0.6505 0.3495	0.6386 0.3614	0.6326 0.3674	0.6409 0.3591	0.6584 0.3416	0.6698 0.3302	0.6642 0.3358	0.6469 0.3531	0.6338 0.3662	0.6353 0.3647	0.6471 0.3529	0.6553 0.3447
$\beta_{om}$	0.8589	0.8647	0.8673	0.8635	0.8550	0.8490	0.8392	0.8456	0.8502	0.8496	0.8455	0.8428
$q$ (Kcal/hr)	227.69	244.18	269.39	264.24	223.07	211.06	216.52	212.08	237.20	228.97	229.90	216.69

TABLA C.4.2.1.10



RADIACION TOTAL TRANSMITIDA POR LA CUBIERTA CUANDO  $\psi = 20.00$  :9H00-10H00

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
$\bar{G}_{min}$ (Kcal/hr)	265.10	282.40	310.60	306.00	260.90	248.60	258.00	250.80	279.00	269.50	271.90	257.10
$\theta_{is}$ (°)	41.16	38.84	37.61	39.30	42.61	44.60	43.65	40.47	37.86	38.17	40.51	42.05
$\theta_{ic}$ (°)	21.16 61.16	18.84 58.84	17.61 57.61	19.30 59.30	22.61 62.61	24.60 64.60	23.65 63.65	20.47 60.47	17.86 57.86	18.17 58.17	20.51 60.51	22.05 62.05
$\theta_{ai-v}$ (°)	13.68 35.03	12.22 34.11	11.43 33.60	12.51 34.30	14.59 35.58	15.83 36.30	15.24 35.96	13.25 34.76	11.59 33.70	11.79 33.83	13.27 34.78	14.24 35.37
$\theta_{v-ag}$ (°)	15.75 41.20	14.05 40.05	13.15 39.41	14.39 40.28	16.80 41.88	18.24 42.78	17.55 42.36	15.24 40.86	13.33 39.54	13.56 39.70	15.27 40.88	16.40 41.62
$\theta_{ag-ai}$ (°)	21.16 61.16	18.84 58.84	17.61 57.61	19.30 59.30	22.61 62.61	24.60 64.60	23.65 63.65	20.47 60.47	17.86 57.86	18.17 58.17	20.51 60.51	22.05 62.05
$r_1$	0.0437 0.0995	0.0436 0.0880	0.0435 0.0829	0.0436 0.0901	0.4380 0.1081	0.4400 0.1219	0.0439 0.1150	0.0437 0.0958	0.0435 0.0839	0.0435 0.0851	0.0437 0.0960	0.0438 0.1046
$r_2$	0.0047 0.0065	0.0047 0.0062	0.0047 0.0061	0.0047 0.0063	0.0047 0.0066	0.0048 0.0069	0.0047 0.0067	0.0047 0.0064	0.0047 0.0061	0.0047 0.0062	0.0047 0.0064	0.0047 0.0066
$r_3$	0.0203 0.0643	0.0202 0.0546	0.0202 0.0503	0.0202 0.0563	0.0204 0.0716	0.0205 0.0837	0.0204 0.0776	0.0203 0.0611	0.0202 0.0512	0.0202 0.0522	0.0203 0.0613	0.0203 0.0687
$\alpha$	0.0447 0.0627	0.0436 0.0616	0.0431 0.0611	0.0438 0.0618	0.0453 0.0633	0.0462 0.0642	0.0458 0.0638	0.0444 0.0624	0.0432 0.0612	0.0433 0.0613	0.0444 0.0624	0.0451 0.0631
$\beta$	0.8919 0.7904	0.8930 0.8085	0.8936 0.8167	0.8928 0.8052	0.5288 0.7772	0.5264 0.7562	0.8906 0.7667	0.8922 0.7962	0.8935 0.8151	0.8934 0.8131	0.8921 0.7959	0.8914 0.7824
$f$	0.6591 0.3409	0.6465 0.3535	0.6402 0.3598	0.6490 0.3510	0.6674 0.3326	0.6795 0.3205	0.6736 0.3264	0.6553 0.3447	0.6415 0.3585	0.6431 0.3569	0.6555 0.3445	0.6641 0.3359
$\beta_{cm}$	0.8573	0.8632	0.8660	0.8621	0.6114	0.6001	0.8501	0.8591	0.8654	0.8647	0.8590	0.8548
$q$ (Kcal/hr)	227.26	243.75	268.97	263.79	159.53	149.18	219.33	215.46	241.45	233.05	233.56	219.77

TABLA C.4.2.1.11

RADIACION TOTAL TRANSMITIDA POR LA CUBIERTA CUANDO  $\psi = 21.00$  :9H00-10H00

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
$\theta_{min}$ (Kcal/hr)	265.10	282.40	310.60	306.00	260.90	248.60	258.00	250.80	279.00	269.50	271.90	257.10
$\theta_{is}$ (°)	41.16	38.84	37.61	39.30	42.61	44.60	43.65	40.47	37.86	38.17	40.51	42.05
$\theta_{ic}$ (°)	20.16 62.16	17.84 59.84	16.61 58.61	18.30 60.30	21.61 63.61	23.60 65.60	22.65 64.65	19.47 61.47	16.86 58.86	17.17 59.17	19.51 61.51	21.05 63.05
$\theta_{ai-v}$ (°)	13.05 35.41	11.58 34.51	10.80 34.01	11.87 34.70	13.97 35.95	15.21 36.64	14.62 36.31	12.62 35.15	10.96 34.12	11.15 34.24	12.64 35.17	13.61 35.74
$\theta_{v-ag}$ (°)	15.02 41.67	13.32 40.55	12.41 39.93	13.66 40.78	16.08 42.34	17.52 43.21	16.83 42.80	14.51 41.34	12.60 40.06	12.82 40.21	14.54 41.36	15.67 42.08
$\theta_{ag-ai}$ (°)	20.16 62.16	17.84 59.84	16.61 58.61	18.30 60.30	21.61 63.61	23.60 65.60	22.65 64.65	19.47 61.47	16.86 58.86	17.17 59.17	19.51 61.51	21.05 63.05
$r_1$	0.0436 0.1053	0.0435 0.0927	0.0435 0.0870	0.0436 0.0950	0.0437 0.1147	0.0439 0.1299	0.0438 0.1223	0.0436 0.1013	0.0435 0.8810	0.0435 0.0895	0.0436 0.1015	0.0437 0.1109
$r_2$	0.0047 0.0066	0.0047 0.0063	0.0047 0.0015	0.0047 0.0064	0.0047 0.0067	0.0047 0.0070	0.0047 0.0069	0.0047 0.0065	0.0047 0.0062	0.0047 0.0063	0.0047 0.0065	0.0047 0.0067
$r_3$	0.0202 0.0692	0.0202 0.0585	0.0201 0.0538	0.0202 0.0604	0.0203 0.0774	0.0204 0.0908	0.0204 0.0841	0.0202 0.0658	0.0201 0.0547	0.0202 0.0558	0.0202 0.0659	0.0203 0.0741
$\alpha$	0.0442 0.0631	0.0432 0.0621	0.0426 0.0615	0.0434 0.0623	0.0449 0.0638	0.0458 0.0647	0.0453 0.0642	0.0439 0.0628	0.0427 0.0616	0.0429 0.0618	0.0439 0.0628	0.0446 0.0635
$\beta$	0.8925 0.7815	0.8935 0.8011	0.8941 0.8134	0.8933 0.7975	0.8917 0.7671	0.8906 0.7444	0.8911 0.7556	0.8928 0.7876	0.8940 0.1107	0.8938 0.8061	0.8927 0.7874	0.8919 0.7728
$f$	0.6678 0.3322	0.6545 0.3455	0.6479 0.3521	0.6571 0.3429	0.6766 0.3234	0.6893 0.3107	0.6831 0.3169	0.6638 0.3362	0.6492 0.3508	0.6509 0.3491	0.6640 0.3360	0.6731 0.3269
$\beta_{cm}$	0.8556	0.8616	0.8657	0.8604	0.8514	0.8451	0.8481	0.8574	0.6192	0.8632	0.8573	0.8530
$q$ (Kcal/hr)	226.82	243.32	268.89	263.29	222.13	210.10	218.82	215.04	172.77	232.63	233.11	219.30

TABLA C.4.2.1.12

RADIACION TOTAL TRANSMITIDA POR LA CUBIERTA CUANDO  $\rho = 22$ : 9H00-10H00

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
$G_{min}$ (Kcal/hr)	265.10	282.40	310.60	306.00	260.90	248.60	258.00	250.80	279.00	269.50	271.90	257.10
$\theta_{is}$ (°)	41.16	38.84	37.61	39.30	42.61	44.60	43.65	40.47	37.86	38.17	40.51	42.05
$\theta_{ic}$ (°)	19.16 63.16	16.84 60.84	15.61 59.61	17.30 61.30	20.61 64.61	22.60 66.60	21.65 65.65	18.47 62.47	15.86 59.86	16.17 60.17	18.51 62.51	20.05 64.05
$\theta_{ai-v}$ (°)	12.42 35.78	10.94 34.91	10.16 34.42	11.24 35.09	13.34 36.30	14.59 36.97	13.99 36.66	11.98 35.53	10.32 34.52	10.52 34.64	12.01 35.54	12.98 36.10
$\theta_{v-ag}$ (°)	14.29 42.14	12.58 41.04	11.67 40.43	12.92 41.26	15.35 42.79	16.79 43.63	16.10 43.24	13.78 41.82	11.86 40.56	12.09 40.71	13.81 41.83	14.94 42.54
$\theta_{ag-ai}$ (°)	19.16 63.16	16.84 60.84	15.61 59.61	17.30 61.30	20.61 64.61	22.60 66.60	21.65 65.65	18.47 62.47	15.86 59.86	16.17 60.17	18.51 62.51	20.05 64.05
$r_1$	0.0436 0.1117	0.0435 0.0978	0.0435 0.0916	0.0435 0.1003	0.0437 0.1220	0.0438 0.1388	0.0437 0.1304	0.0436 0.1072	0.0435 0.0928	0.0435 0.0943	0.0436 0.1075	0.0436 0.1179
$r_2$	0.0047 0.0067	0.0047 0.0064	0.0047 0.0063	0.0047 0.0065	0.0047 0.0069	0.0047 0.0071	0.0047 0.0070	0.0047 0.0066	0.0047 0.0063	0.0047 0.0064	0.0047 0.0066	0.0047 0.0068
$r_3$	0.0202 0.0747	0.0201 0.0628	0.0201 0.0575	0.0202 0.0649	0.0203 0.0838	0.0204 0.0987	0.0203 0.0912	0.0202 0.0709	0.0201 0.0586	0.0201 0.0599	0.0202 0.0711	0.0202 0.0301
$\alpha$	0.0438 0.0636	0.0427 0.0625	0.0422 0.0620	0.0429 0.0627	0.0444 0.0642	0.0453 0.0651	0.0449 0.0647	0.0435 0.0633	0.0423 0.0621	0.0424 0.0622	0.0435 0.0633	0.0442 0.0640
$\epsilon$	0.8929 0.7717	0.8940 0.7931	0.8946 0.8029	0.8938 0.7892	0.8921 0.7561	0.8911 0.7314	0.8917 0.7437	0.8932 0.7785	0.8945 0.8009	0.8943 0.7985	0.8932 0.7781	0.8925 0.7989
$f$	0.6766 0.3234	0.6627 0.3373	0.6556 0.3444	0.6653 0.3347	0.6858 0.3142	0.6992 0.3008	0.6927 0.3073	0.6724 0.3276	0.6570 0.3430	0.6588 0.3412	0.6726 0.3274	0.6822 0.3178
$\epsilon_m$	0.8537	0.8600	0.8630	0.8588	0.8494	0.8430	0.8462	0.8556	0.8624	0.8616	0.8555	0.8628
$q$ (Kcal/hr)	226.32	242.86	268.04	262.78	221.60	209.58	218.32	214.59	240.60	232.21	232.61	221.82

TABLA C.4.2.1.13

RADIACION TOTAL TRANSMITIDA P<sub>0</sub> LA CUBIERTA CUANDO  $\theta = 23$  : 9H00-10H00

	ENERO	FEBRER	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
Gmin (Kcal/hr)	265.10	282.40	310.60	306.00	260.90	248.60	258.00	250.80	279.00	269.50	271.90	257.10
$\theta_{15}$ (°)	41.16	38.84	3.61	39.30	42.61	44.60	43.65	40.47	37.86	38.17	40.51	42.05
$\theta_{1c}$ (°)	18.16	15.84	14.61	16.30	19.61	21.60	20.65	17.47	14.86	15.17	17.51	19.05
	64.16	61.84	60.61	62.30	65.61	67.60	66.65	63.47	60.86	61.17	63.51	65.05
$\theta_{ai-v}$ (°)	11.79	10.30	9.51	10.60	12.71	13.96	13.36	11.35	9.67	9.87	11.37	12.35
	36.14	35.29	8.82	35.46	36.64	37.29	36.99	35.90	34.92	35.04	35.91	36.45
$\theta_{v-ag}$ (°)	13.55	11.84	10.93	12.18	14.62	16.07	15.38	13.05	11.12	11.35	13.07	14.21
	42.59	41.52	40.93	41.74	43.22	44.04	43.65	42.28	41.05	41.20	42.29	42.98
$\theta_{ag-ai}$ (°)	18.16	15.84	14.61	16.30	19.61	21.60	20.65	17.47	14.86	15.17	17.51	19.05
	64.16	61.84	60.61	62.30	65.61	67.60	66.65	63.47	60.86	61.17	63.51	65.05
r1	0.0435	0.0435	0.0434	0.0435	0.0436	0.0437	0.0437	0.0435	0.0434	0.0434	0.0435	0.0436
	0.1187	0.1034	0.0986	0.1066	0.1300	0.1484	0.1392	0.1138	0.0979	0.0996	0.1140	0.1255
r2	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047
	0.0068	0.0065	0.0064	0.0066	0.0070	0.0072	0.0071	0.0067	0.0064	0.0065	0.0067	0.0069
r3	0.0202	0.0201	0.0201	0.0201	0.0201	0.0203	0.0203	0.0202	0.0201	0.0201	0.0202	0.0202
	0.0808	0.0676	0.0618	0.0700	0.0909	0.1075	0.0991	0.0765	0.0629	0.0643	0.0788	0.0868
$\alpha$	0.0433	0.0423	0.0417	0.0425	0.0440	0.0449	0.0444	0.0430	0.0418	0.0420	0.0430	0.0437
	0.0640	0.0630	0.0624	0.0632	0.0647	0.0656	0.0651	0.0637	0.0625	0.0627	0.0637	0.0644
$\epsilon$	0.8934	0.2945	0.8951	0.8943	0.8928	0.8917	0.8921	0.8937	0.8950	0.8948	0.8937	0.8929
	0.7611	0.7644	0.7950	0.7797	0.7442	0.7174	0.7308	0.7686	0.7929	0.7903	0.7667	0.7510
f	0.6855	0.6709	0.6635	0.6737	0.6952	0.7093	0.7025	0.6811	0.6650	0.6668	0.6813	0.6914
	0.3145	0.3291	0.3365	0.3263	0.3048	0.2907	0.2975	0.3189	0.3350	0.3332	0.3187	0.3086
$\epsilon_{cm}$	0.8518	0.8582	0.8614	0.8569	0.8475	0.8410	0.8441	0.8538	0.8608	0.8600	0.8532	0.8491
q (Kcal/hr)	225.81	242.37	267.55	262.21	221.11	209.08	217.77	214.13	240.16	231.77	231.99	218.31

TABLA C.A.2.1.14

RADIACION TOTAL TRANSMITIDA POR LA CUBIERTA CUANDO  $\psi = 24$  :9H00-10H00

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
$G_{min}$ (Kcal/hr)	265.10	282.40	310.60	306.00	260.90	248.60	258.00	250.80	279.00	269.50	271.90	257.10
$\theta_{is}$ (°)	41.16	38.84	37.61	39.30	42.61	44.60	43.65	40.47	37.86	38.17	40.51	42.05
$\theta_{ic}$ (°)	17.16 65.16	14.84 62.84	13.61 61.61	15.30 63.30	18.61 66.61	20.60 68.60	19.65 67.65	16.47 64.47	13.86 61.86	14.17 62.17	16.51 64.51	18.05 66.05
$\theta_{ai-v}$ (°)	11.15 36.49	9.66 35.67	8.87 35.20	9.96 35.83	12.07 36.97	13.33 37.60	12.73 37.31	10.71 36.25	9.03 35.30	9.23 35.42	10.73 36.26	11.72 36.79
$\theta_{v-ag}$ (°)	12.82 43.03	11.10 41.99	10.19 41.41	11.44 42.20	13.88 43.64	15.34 44.43	14.65 44.06	12.31 42.72	10.38 41.53	10.61 41.68	12.34 42.74	13.47 43.40
$\theta_{ag-ai}$ (°)	17.16 65.16	14.84 62.84	13.61 61.61	15.30 63.30	18.61 66.61	20.60 68.60	19.65 67.65	16.47 64.47	13.86 61.86	14.17 62.17	16.51 64.51	18.05 66.05
$r_1$	0.0435 0.1263	0.0434 0.1096	0.0434 0.1021	0.0435 0.1136	0.0436 0.1388	0.0437 0.1591	0.0436 0.1489	0.0435 0.1210	0.0434 0.1035	0.0434 0.1054	0.0435 0.1213	0.0435 0.1338
$r_2$	0.0047 0.0069	0.0047 0.0067	0.0047 0.0065	0.0047 0.0067	0.0047 0.0071	0.0047 0.0074	0.0047 0.0072	0.0047 0.0068	0.0047 0.0065	0.0047 0.0066	0.0047 0.0068	0.0047 0.0070
$r_3$	0.0202 0.0876	0.0201 0.0729	0.0201 0.0664	0.0201 0.0755	0.0202 0.0988	0.0203 0.1172	0.0202 0.1079	0.0201 0.0828	0.0201 0.0677	0.0201 0.0693	0.0201 0.0831	0.0202 0.0943
$\alpha$	0.0429 0.0645	0.0418 0.0634	0.0413 0.0629	0.0420 0.0636	0.0435 0.0651	0.0444 0.0660	0.0440 0.0656	0.0426 0.0642	0.0414 0.0630	0.0415 0.0631	0.0426 0.0642	0.0433 0.0649
$\beta$	0.8938 0.7497	0.8950 0.7749	0.8955 0.7865	0.8947 0.7695	0.8931 0.7313	0.8921 0.7022	0.8927 0.7168	0.8942 0.7577	0.8954 0.7842	0.8953 0.7813	0.8942 0.7572	0.8934 0.7386
$f$	0.6946 0.3054	0.6792 0.3208	0.6715 0.3285	0.6822 0.3178	0.7048 0.2952	0.7195 0.2805	0.7124 0.2876	0.6899 0.3101	0.6731 0.3269	0.6750 0.3250	0.6902 0.3098	0.7008 0.2992
$\beta_{cm}$	0.8498	0.8564	0.8597	0.8549	0.8453	0.8389	0.8421	0.8519	0.8590	0.8582	0.8518	0.8471
$q$ (Kcal/hr)	225.29	241.86	267.02	261.60	220.55	208.54	217.26	213.65	239.67	231.29	231.59	217.80

TABLA C.4.2.1.15

RADIACION TOTAL TRANSMITIDA POR LA CUBIERTA CUANDO  $\psi = 25 : 9H00-10H00$ 

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
Gmin (Kcal/hr)	265.10	282.40	310.60	306.00	260.90	248.60	258.00	250.80	279.00	269.50	271.90	257.10
$\theta_{is}$ (°)	41.16	38.84	37.61	39.30	42.61	44.60	43.65	40.47	37.86	38.17	40.51	42.05
$\theta_{ic}$ (°)	16.16 66.16	13.84 63.84	12.61 62.61	14.30 64.30	17.61 67.61	19.60 69.60	18.65 68.65	15.47 65.47	12.86 62.86	13.17 63.17	15.51 65.51	17.05 67.05
$\theta_{ai-v}$ (°)	10.51 36.83	9.02 36.03	8.23 35.58	9.31 36.19	11.43 37.29	12.70 37.89	12.10 37.61	10.07 36.60	8.39 35.67	8.59 35.79	10.09 36.61	11.08 37.12
$\theta_{v-ag}$ (°)	12.08 43.45	10.36 42.44	9.45 41.88	10.70 42.65	13.15 44.04	14.61 44.81	13.91 44.45	11.57 43.16	9.63 42.00	9.86 42.14	11.60 43.18	12.74 43.82
$\theta_{ag-ai}$ (°)	16.16 66.16	13.84 63.84	12.61 62.61	14.30 64.30	17.61 67.61	19.60 69.60	18.65 68.65	15.47 65.47	12.86 62.86	13.17 63.17	15.51 65.51	17.05 67.05
$r_1$	0.0435 0.1348	0.0434 0.1163	0.0434 0.1081	0.0434 0.1197	0.0435 0.1485	0.0436 0.1708	0.0436 0.1596	0.0435 0.1289	0.0434 0.1097	0.0434 0.1117	0.0435 0.1292	0.0435 0.1430
$r_2$	0.0047 0.0070	0.0047 0.0068	0.0047 0.0066	0.0047 0.0068	0.0047 0.0047	0.0047 0.0075	0.0047 0.0074	0.0047 0.0070	0.0047 0.0067	0.0047 0.0067	0.0047 0.0070	0.0047 0.0072
$r_3$	0.0201 0.0951	0.0201 0.0788	0.0201 0.1081	0.0201 0.0817	0.0202 0.1076	0.0202 0.1280	0.0202 0.1177	0.0201 0.0898	0.0201 0.0730	0.0201 0.0748	0.0201 0.0901	0.0202 0.1025
$\alpha$	0.0424 0.0649	0.0414 0.0639	0.0408 0.0633	0.0416 0.0641	0.0431 0.0656	0.0440 0.0665	0.0435 0.0660	0.0421 0.0646	0.0409 0.0634	0.0411 0.0636	0.0421 0.0646	0.0428 0.0653
$\tau$	0.8943 0.7372	0.8954 0.7646	0.8959 0.7497	0.8952 0.7596	0.8936 0.7186	0.8927 0.6859	0.8931 0.7015	0.8946 0.7459	0.8958 0.7747	0.8957 0.7716	0.8946 0.7454	0.8939 0.7252
$f$	0.7038 0.2962	0.6877 0.3123	0.6796 0.3204	0.6908 0.3092	0.7145 0.2855	0.7299 0.2701	0.7224 0.2776	0.6989 0.3011	0.6812 0.3188	0.6833 0.3167	0.6992 0.3008	0.7103 0.2897
$\delta_m$	0.8478	0.8546	0.8491	0.8533	0.8437	0.8368	0.8399	0.8498	0.8572	0.8564	0.8497	0.8450
q (Kcal/hr)	224.75	241.33	263.72	261.11	220.11	208.04	216.70	213.14	239.16	230.80	231.04	217.25

TABLA C.4.2.1.16

RADIACION TOTAL TRANSMITIDA POR LA CUBIERTA CUANDO  $\psi = 26$  :9H00-10H00

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
G <sub>min</sub> (Kcal/hr)	265.10	282.40	310.60	306.00	260.90	248.60	258.00	250.80	279.00	269.50	271.90	257.10
$\theta_{is}$ (°)	41.16	38.84	37.61	39.30	42.61	44.60	43.65	40.47	37.86	38.17	40.51	42.05
$\theta_{ic}$ (°)	15.16 67.16	12.84 64.84	11.61 63.61	13.30 65.30	16.61 68.61	18.60 70.60	17.65 69.65	14.47 66.47	11.86 63.86	12.17 64.17	14.51 66.51	16.05 68.05
$\theta_{ai-v}$ (°)	9.87 37.15	8.37 36.38	7.58 35.95	8.67 36.54	10.80 37.60	12.06 38.18	11.46 37.91	9.42 36.93	7.74 36.04	7.94 36.15	9.45 36.94	10.44 37.43
$\theta_{v-ag}$ (°)	11.34 43.86	9.62 42.89	8.70 42.34	9.96 43.09	12.41 44.43	13.88 45.17	13.18 44.83	10.83 43.58	8.89 42.45	9.12 42.59	10.86 43.60	12.00 44.22
$\theta_{ag-ai}$ (°)	15.16 67.16	12.84 64.84	11.61 63.61	13.30 65.30	16.61 68.61	18.60 70.60	17.65 69.65	14.47 66.47	11.86 63.86	12.17 64.17	14.51 66.51	16.05 68.05
r <sub>1</sub>	0.0434 0.1441	0.0434 0.1238	0.0434 0.1147	0.0434 0.1275	0.0435 0.1592	0.0436 0.1837	0.0435 0.1714	0.0434 0.1376	0.0434 0.1165	0.0434 0.1187	0.0434 0.1379	0.0435 0.1531
r <sub>2</sub>	0.0047 0.0072	0.0047 0.0069	0.0047 0.0067	0.0047 0.0069	0.0047 0.0074	0.0047 0.0076	0.0047 0.0075	0.0050 0.0071	0.0047 0.0068	0.0047 0.0068	0.0047 0.0071	0.0047 0.0073
r <sub>3</sub>	0.0201 0.1035	0.0201 0.0954	0.0201 0.0774	0.0201 0.0886	0.0201 0.1173	0.0202 0.1401	0.0202 0.1286	0.0201 0.0976	0.0201 0.0786	0.0201 0.0809	0.0201 0.0980	0.0201 0.1117
$\alpha$	0.0420 0.0654	0.0409 0.0643	0.0404 0.0638	0.0411 0.0645	0.0426 0.0660	0.0435 0.0669	0.0431 0.0665	0.0417 0.0651	0.0405 0.0639	0.0406 0.0640	0.0417 0.0651	0.0424 0.0658
$\beta$	0.8948 0.7237	0.8958 0.7534	0.8963 0.7671	0.8956 0.7480	0.8941 0.7021	0.8931 0.6682	0.8936 0.6850	0.8949 0.7331	0.8962 0.7646	0.8961 0.7611	0.8951 0.7326	0.8944 0.7107
f	0.7132 0.2868	0.6964 0.3036	0.6879 0.3121	0.6996 0.3004	0.7243 0.2757	0.7405 0.2595	0.7326 0.2674	0.7081 0.2919	0.6896 0.3104	0.6917 0.3083	0.7084 0.2916	0.7200 0.2800
$\epsilon_m$	0.8457	0.8526	0.8560	0.8513	0.8412	0.8347	0.8378	0.8477	0.8554	0.8545	0.8477	0.8430
q (Kcal/hr)	224.21	240.77	265.87	260.49	219.47	207.52	216.16	212.59	238.65	230.28	230.49	216.72

TABLA C.4.2.1.17

RADIACION TOTAL TRANSMITIDA POR LA CUBIERTA CUANDO  $\psi = 27$ : 9H00-10H00

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC
$G_{min}$ (Kcal/hr)	265.10	282.40	310.60	306.00	260.90	248.60	258.00	250.80	279.00	269.50	271.90	257.1
$\theta_{is}$ (°)	41.16	38.84	37.61	39.30	42.61	44.60	43.65	40.47	37.86	38.17	40.51	42.0
$\theta_{ic}$ (°)	14.16 68.16	11.84 65.84	10.61 64.61	12.30 66.30	15.61 69.61	17.60 71.60	16.65 70.65	13.47 67.47	10.86 64.86	11.17 65.17	13.51 67.51	15.0 69.0
$\theta_{ai-v}$ (°)	9.22 37.46	7.73 36.72	6.93 36.30	8.02 36.87	10.16 37.90	11.43 38.45	10.82 38.19	8.78 37.25	7.09 36.39	7.29 36.49	8.81 37.26	9.8 37.7
$\theta_{v-ag}$ (°)	10.60 44.26	8.87 43.32	7.96 42.79	9.22 43.51	11.67 44.81	13.14 45.52	12.44 45.19	10.09 43.99	8.14 42.89	8.38 43.03	10.12 44.00	11.2 44.6
$\theta_{ag-ai}$ (°)	14.16 68.16	11.84 65.84	10.61 64.61	12.30 66.30	15.61 69.61	17.60 71.60	16.65 70.65	13.47 67.47	10.86 64.86	11.17 65.17	13.51 67.51	15.0 69.0
$r_1$	0.0434 0.1543	0.0434 0.1320	0.0434 0.1220	0.0435 0.1360	0.0435 0.1709	0.0435 0.1978	0.0434 0.1843	0.0434 0.1471	0.0434 0.1240	0.0434 0.1264	0.0434 0.1475	0.043 0.164
$r_2$	0.0047 0.0073	0.0047 0.0070	0.0047 0.0069	0.0047 0.0071	0.0047 0.0075	0.0047 0.0077	0.0047 0.0076	0.0047 0.0072	0.0047 0.0069	0.0047 0.0069	0.0047 0.0072	0.004 0.007
$r_3$	0.0201 0.1128	0.0201 0.0926	0.0201 0.0838	0.0201 0.0962	0.0201 0.1282	0.0202 0.1535	0.0201 0.1407	0.0201 0.1063	0.0201 0.0855	0.0201 0.0877	0.0201 0.1066	0.020 0.121
$\alpha$	0.0415 0.0658	0.0405 0.0648	0.0399 0.0642	0.0407 0.0650	0.0422 0.0665	0.0431 0.0674	0.0426 0.0669	0.0412 0.0655	0.0400 0.0643	0.0402 0.0645	0.0412 0.0655	0.041 0.066
$\beta$	0.8953 0.7090	0.8962 0.7413	0.8968 0.7561	0.8960 0.7354	0.8946 0.6857	0.8936 0.6491	0.8942 0.6673	0.8956 0.7193	0.8967 0.7532	0.8965 0.7496	0.8955 0.7188	0.894 0.695
$f$	0.7227 0.2773	0.7051 0.2949	0.6963 0.3037	0.7085 0.2915	0.7343 0.2657	0.7512 0.2488	0.7430 0.2570	0.7174 0.2826	0.6980 0.3020	0.7003 0.2997	0.7177 0.2823	0.7291 0.270
$\epsilon_m$	0.8436	0.8506	0.8540	0.8492	0.8391	0.8328	0.8359	0.8457	0.8533	0.8525	0.8456	0.840
$q$ (Kcal/hr)	223.65	240.20	265.26	259.84	218.91	207.04	215.66	212.11	238.08	229.74	229.93	216.20

TABLA C.4.2.1.18



RADIACION TOTAL TRANSMITIDA POR LA CUBIERTA CUANDO  $\psi = 28$  :9H00-10H00

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
$G_{min}$ (Kcal/hr)	265.10	282.40	310.60	306.00	260.90	248.60	258.00	250.80	279.00	269.50	271.90	257.10
$\theta_{is}$ (°)	41.16	38.84	37.61	39.30	42.61	44.60	43.65	40.47	37.86	38.17	40.51	42.05
$\theta_{ic}$ (°)	13.16 69.16	10.84 66.84	9.61 65.61	11.30 67.30	14.61 70.61	16.60 72.60	15.65 71.65	12.47 68.47	9.86 65.86	10.17 66.17	12.51 68.51	14.05 70.05
$\theta_{ai-v}$ (°)	8.58 37.77	7.08 37.05	6.28 36.64	7.38 37.20	9.51 38.18	10.79 38.71	10.18 38.46	8.13 37.56	6.44 36.73	6.64 36.83	8.16 37.57	9.15 38.02
$\theta_{v-ag}$ (°)	9.86 44.64	8.13 43.73	7.21 43.22	8.47 43.92	10.93 45.17	12.40 45.85	11.70 45.53	9.34 44.38	7.40 43.32	7.63 43.45	9.37 44.40	10.52 44.97
$\theta_{ag-ai}$ (°)	13.16 69.16	10.84 66.84	9.61 65.61	11.30 67.30	14.61 70.61	16.60 72.60	15.65 71.65	12.47 68.47	9.86 65.86	10.17 66.17	12.51 68.51	14.05 70.05
$r_1$	0.0434 0.1655	0.0434 0.1410	0.0434 0.1300	0.0434 0.1454	0.0434 0.1838	0.0435 0.2135	0.0435 0.1986	0.0434 0.1576	0.0434 0.1322	0.0434 0.1349	0.0434 0.1581	0.0434 0.1764
$r_2$	0.0047 0.0074	0.0047 0.0071	0.0047 0.0070	0.0047 0.0072	0.0047 0.0076	0.0047 0.0079	0.0047 0.0077	0.0047 0.0073	0.0047 0.0070	0.0047 0.0071	0.0047 0.0073	0.0047 0.0075
$r_3$	0.0201 0.1231	0.0201 0.1007	0.0201 0.0909	0.0201 0.1047	0.0201 0.1402	0.0201 0.1684	0.0201 0.1542	0.0201 0.1159	0.0201 0.0928	0.0201 0.0952	0.0201 0.1163	0.0201 0.1333
$\alpha$	0.0411 0.0663	0.0400 0.0652	0.0395 0.0647	0.0402 0.0654	0.0417 0.0669	0.0426 0.0678	0.0422 0.0674	0.0408 0.0660	0.0396 0.0648	0.0397 0.0649	0.0408 0.0660	0.0415 0.0667
$\beta$	0.8957 0.6933	0.8967 0.7282	0.8972 0.7442	0.8965 0.7218	0.8951 0.6680	0.8941 0.6285	0.8945 0.6481	0.8960 0.7043	0.8971 0.7410	0.8969 0.7370	0.8960 0.7037	0.8953 0.6781
$f$	0.7324 0.2676	0.7141 0.2859	0.7048 0.2952	0.7176 0.2824	0.7446 0.2554	0.7622 0.2378	0.7536 0.2464	0.7268 0.2732	0.7067 0.2933	0.7090 0.2910	0.7271 0.2729	0.7398 0.2602
$\delta_m$	0.8415	0.8485	0.8520	0.8471	0.8371	0.8310	0.8338	0.8436	0.8513	0.8504	0.8435	0.8388
$q$ (Kcal/hr)	223.09	239.61	264.64	259.22	218.39	206.58	215.13	211.58	237.51	229.18	229.35	215.65

TABLA C.4.2.1.19

RADIACION TOTAL TRANSMITIDA POR LA CUBIERTA CUANDO  $\psi=29:9H00-10H00$ 

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
$G_{min}$ (Kcal/hr)	265.10	282.40	310.60	306.00	260.90	248.60	258.00	250.80	279.00	269.50	271.90	257.10
$\theta_{is}$ (°)	41.16	38.84	37.61	39.30	42.61	44.60	43.65	40.47	37.86	38.17	40.51	42.05
$\theta_{ic}$ (°)	12.16 70.16	9.84 67.84	8.61 66.61	10.30 68.30	13.61 71.61	15.60 73.60	14.65 72.65	11.47 69.47	8.86 66.86	9.17 67.17	11.51 69.51	13.05 71.05
$\theta_{ai-v}$ (°)	7.93 38.05	6.43 37.37	5.63 36.97	6.73 37.51	8.87 38.45	10.15 38.95	9.54 38.72	7.49 37.86	5.79 37.06	5.99 37.15	7.51 37.87	8.51 38.30
$\theta_{v-ag}$ (°)	9.11 45.01	7.38 44.13	6.46 43.64	7.73 44.31	10.19 45.52	11.67 46.16	10.96 45.86	8.60 44.76	6.65 43.74	6.88 43.87	8.63 44.77	9.77 45.33
$\theta_{ag-ai}$ (°)	12.16 70.16	9.84 67.84	8.61 66.61	10.30 68.30	13.61 71.61	15.60 73.60	14.65 72.65	11.47 69.47	8.86 66.86	9.17 67.17	11.51 69.51	13.05 71.05
$r_1$	0.0434 0.1547	0.0434 0.1509	0.0434 0.1388	0.0434 0.1558	0.0434 0.1980	0.0435 0.2307	0.0434 0.2143	0.0434 0.1619	0.0434 0.1412	0.0434 0.1442	0.0434 0.1697	0.0047 0.0077
$r_2$	0.0047 0.0076	0.0047 0.0073	0.0047 0.0071	0.0047 0.0073	0.0047 0.0077	0.0047 0.0080	0.0047 0.0079	0.0047 0.0075	0.0047 0.0071	0.0047 0.0072	0.0047 0.0075	0.0047 0.0077
$r_3$	0.0201 0.1346	0.0201 0.1097	0.0201 0.0988	0.0201 0.1142	0.0201 0.1537	0.0201 0.1851	0.0201 0.1692	0.0201 0.1266	0.0201 0.1009	0.0201 0.1036	0.0201 0.1270	0.0201 0.1460
$\alpha$	0.0406 0.0667	0.0396 0.0657	0.0390 0.0651	0.0398 0.0659	0.0413 0.0674	0.0422 0.0683	0.0417 0.0678	0.0403 0.0664	0.0391 0.0652	0.0393 0.0654	0.0403 0.0664	0.0410 0.0671
$\beta$	0.8961 0.6929	0.8971 0.7139	0.8976 0.7313	0.8969 0.7069	0.8955 0.6489	0.8946 0.6063	0.8951 0.6274	0.8964 0.6934	0.8975 0.7279	0.8974 0.7235	0.8964 0.6874	0.9311 0.7862
$f$	0.7423 0.2577	0.7232 0.2768	0.7135 0.2865	0.7268 0.2732	0.7549 0.2451	0.7733 0.2267	0.7644 0.2356	0.7365 0.2635	0.7154 0.2846	0.7179 0.2821	0.7368 0.2632	0.7500 0.2500
$\xi_m$	0.8437	0.8464	0.8500	0.8450	0.8351	0.8292	0.8320	0.8429	0.8492	0.8483	0.8414	0.8949
$q$ (Kcal/hr)	223.68	239.01	264.00	258.57	217.87	206.14	214.66	211.40	236.93	228.62	228.77	230.07

TABLA C.4.2.1.20

RADIACION TOTAL TRANSMITIDA POR LA CUBIERTA CUANDO  $\psi = 30$ : 9H00-10H00

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
$G_{min}$ (Kcal/hr)	265.10	282.40	310.60	306.00	260.90	248.60	258.00	250.80	279.00	269.50	271.90	257.10
$\theta_{is}$ (°)	41.16	38.84	37.61	39.30	42.61	44.60	43.65	40.47	37.86	38.17	40.51	42.05
$\theta_{ic}$ (°)	11.16 71.16	8.84 68.84	7.61 67.61	9.30 69.30	12.61 72.61	14.60 74.60	13.65 73.65	10.47 70.47	7.86 67.86	8.17 68.17	10.51 70.51	12.05 72.05
$\theta_{ai-v}$ (°)	7.29 38.33	5.78 37.67	4.98 37.29	6.08 37.81	8.23 38.71	9.51 39.18	8.90 38.96	6.84 38.14	5.14 37.37	5.34 37.47	6.87 38.15	7.86 38.57
$\theta_{v-ag}$ (°)	8.37 45.37	6.64 44.52	5.71 44.04	6.98 44.70	9.45 45.85	10.93 46.46	10.22 46.18	7.85 45.12	5.90 44.14	6.13 44.26	7.88 45.14	9.03 45.67
$\theta_{ag-ai}$ (°)	11.16 71.16	8.84 68.84	7.61 67.61	9.30 69.30	12.61 72.61	14.60 74.60	13.65 73.65	10.47 70.47	7.86 67.86	8.17 68.17	10.51 70.51	12.05 72.05
$r_1$	0.0434 0.1914	0.0434 0.1618	0.0434 0.1485	0.0434 0.1671	0.0434 0.2136	0.0434 0.2496	0.0434 0.2316	0.0434 0.1819	0.0434 0.1511	0.0434 0.1544	0.0434 0.1825	0.0434 0.2047
$r_2$	0.0047 0.0077	0.0047 0.0074	0.0047 0.0072	0.0047 0.0074	0.0047 0.0079	0.0047 0.0081	0.0047 0.0080	0.0047 0.0076	0.0047 0.0073	0.0047 0.0073	0.0047 0.0076	0.0047 0.0078
$r_3$	0.0201 0.1474	0.0201 0.1197	0.0201 0.1076	0.0201 0.1247	0.0201 0.1686	0.0201 0.2036	0.0201 0.1859	0.0201 0.1385	0.0201 0.1099	0.0201 0.1129	0.0201 0.1390	0.0201 0.1602
$\alpha$	0.0402 0.0672	0.0391 0.0661	0.0386 0.0656	0.0393 0.0663	0.0408 0.0678	0.0417 0.0687	0.0413 0.0683	0.0399 0.0669	0.0387 0.0657	0.0388 0.0658	0.0399 0.0669	0.0406 0.0676
$\xi$	0.8965 0.6577	0.8975 0.6984	0.8980 0.7173	0.8973 0.6910	0.8959 0.6283	0.8951 0.5826	0.8955 0.6052	0.8968 0.6705	0.8979 0.7136	0.8978 0.7089	0.8968 0.6698	0.8962 0.6399
$f$	0.7524 0.2476	0.7324 0.2676	0.7224 0.2776	0.7363 0.2637	0.7655 0.2345	0.7847 0.2153	0.7754 0.2246	0.7463 0.2537	0.7244 0.2756	0.7269 0.2731	0.7466 0.2534	0.7604 0.2396
$\xi_m$	0.8374	0.8442	0.8478	0.8429	0.8332	0.8278	0.8303	0.8394	0.8471	0.8462	0.8393	0.8347
$q$ (Kcal/hr)	221.99	238.41	263.34	257.92	217.37	205.79	214.21	210.52	236.34	228.05	228.20	214.61

TABLA C.4.2.1.21

RADIACION TOTAL TRANSMITIDA POR LA CUBIERTA CUANDO  $\psi = \theta_s$  : 9H00-10H00

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
$G_{min}$ (Kcal/hr)	265.10	282.40	310.60	306.00	260.90	248.60	258.00	250.80	279.00	269.50	271.90	257.10
$\theta_{is}$ (°)	41.16	38.84	37.61	39.30	42.61	44.60	43.65	40.47	37.86	38.17	40.51	42.05
$\theta_{ic}$ (°)	0.00 82.32	0.00 77.68	0.00 75.22	0.00 78.60	0.00 85.22	0.00 89.20	0.00 87.30	0.00 80.94	0.00 75.72	0.00 76.34	0.00 81.02	0.00 84.10
$\theta_{ai-v}$ (°)	0.00 40.50	0.00 39.81	0.00 39.32	0.00 39.97	0.00 40.77	0.00 40.94	0.00 40.89	0.00 40.33	0.00 39.42	0.00 39.55	0.00 40.34	0.00 40.68
$\theta_{v-ag}$ (°)	0.00 48.17	0.00 47.27	0.00 46.64	0.00 47.48	0.00 48.53	0.00 48.75	0.00 48.68	0.00 47.94	0.00 46.77	0.00 46.94	0.00 47.96	0.00 48.41
$\theta_{ag-ai}$ (°)	0.00 82.32	0.00 77.68	0.00 75.22	0.00 78.60	0.00 85.22	0.00 89.20	0.00 87.30	0.00 80.94	0.00 75.72	0.00 76.34	0.00 81.02	0.00 84.10
$r_1$	0.0000 0.4818	0.0000 0.3213	0.0000 0.2624	0.0000 0.3473	0.0000 0.6283	0.0000 0.9230	0.0000 0.7660	0.0000 0.4255	0.0000 0.2732	0.0000 0.2874	0.0000 0.4286	0.0000 0.5661
$r_2$	0.0000 0.0089	0.0000 0.0085	0.0000 0.0082	0.0000 0.0086	0.0000 0.0091	0.0000 0.0096	0.0000 0.0096	0.0000 0.0088	0.0000 0.0082	0.0000 0.0083	0.0000 0.0088	0.0000 0.0091
$r_3$	0.0000 0.4406	0.0000 0.2750	0.0000 0.2161	0.0000 0.3015	0.0000 0.5977	0.0000 0.9282	0.0000 0.7478	0.0000 0.3822	0.0000 0.2268	0.0000 0.2410	0.0000 0.3853	0.0000 0.5308
$\alpha$	0.0351 0.0722	0.0351 0.0701	0.0351 0.0690	0.0351 0.0705	0.0351 0.0735	0.0351 0.0753	0.0351 0.0744	0.0351 0.0716	0.0351 0.0692	0.0351 0.0695	0.0351 0.0716	0.0351 0.0730
$Z$	0.9649 0.2828	0.9649 0.4725	0.9649 0.5506	0.9649 0.4393	0.9649 0.1452	0.9649 0.0052	0.9649 0.0564	0.9649 0.3448	0.9649 0.5360	0.9649 0.5189	0.9649 0.3413	0.9649 0.1985
$f$	0.8821 0.1179	0.8241 0.1759	0.7967 0.2033	0.8350 0.1650	0.9231 0.0769	0.9862 0.0138	0.9550 0.0450	0.8640 0.1360	0.8021 0.1979	0.8090 0.1910	0.8650 0.1350	0.9068 0.0932
$\epsilon_m$	0.8845	0.8783	0.8807	0.8781	0.9018	0.9516	0.9240	0.8805	0.8800	0.8797	0.8807	0.8934
$q$ (Kcal/hr)	234.47	248.03	273.53	268.71	235.28	236.58	238.39	220.83	245.52	237.07	239.45	229.70

TABLA C.4.2.1.22

## RADIACION TOTAL TRANSMITIDA POR LA CUBIERTA CUANDO

$\psi = 10.00 : 10H00-11H00$

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
$\theta_{med}$ (Kcal/hr)	316.30	319.90	373.60	341.80	327.10	289.70	290.70	313.00	332.60	332.70	325.00	296.70
$\theta_{is}$ (°)	29.20	25.21	22.77	25.66	30.96	33.91	35.52	27.61	23.18	23.95	28.13	30.62
$\theta_{ic}$ (°)	19.20 39.20	15.21 35.21	12.77 32.77	15.66 35.66	20.96 40.96	23.91 43.91	25.52 45.52	17.61 37.61	13.18 33.18	13.95 33.95	18.13 38.13	20.62 40.62
$\theta_{ai-v}$ (°)	12.45 24.47	9.90 22.20	8.33 20.77	10.19 22.46	13.56 25.44	15.40 27.03	16.40 27.88	11.43 23.57	8.59 21.02	9.09 21.47	11.77 23.87	13.34 25.25
$\theta_{v-ag}$ (°)	14.32 28.37	11.38 25.69	9.57 24.01	11.71 26.00	15.60 29.53	17.74 31.43	18.90 32.44	13.15 27.31	9.87 24.30	10.44 24.83	13.53 27.66	15.35 29.31
$\theta_{ag-ai}$ (°)	19.20 39.20	15.21 35.21	12.77 32.77	15.66 35.66	20.96 40.96	23.91 43.91	25.52 45.52	17.61 37.61	13.18 33.18	13.95 33.95	18.13 38.13	20.62 40.62
$r_1$	0.0436 0.0487	0.0434 0.0466	0.0434 0.0457	0.0435 0.0466	0.0437 0.0500	0.0439 0.0527	0.0438 0.0513	0.0435 0.0478	0.0434 0.0458	0.0434 0.0461	0.0435 0.0481	0.0437 0.0497
$r_2$	0.0047 0.0050	0.0047 0.0049	0.0047 0.0048	0.0047 0.0049	0.0047 0.0051	0.0047 0.0052	0.0047 0.0051	0.0047 0.0049	0.0047 0.0049	0.0047 0.0049	0.0047 0.0050	0.0047 0.0050
$r_3$	0.0202 0.0238	0.0201 0.0223	0.0201 0.0216	0.0201 0.0224	0.0203 0.0247	0.0204 0.0266	0.0204 0.0256	0.0202 0.0231	0.0201 0.0217	0.0201 0.0219	0.0202 0.0233	0.0203 0.0245
$\alpha$	0.0438 0.0528	0.0420 0.0510	0.0409 0.0499	0.0422 0.0512	0.0446 0.0536	0.0459 0.0549	0.0466 0.0556	0.0431 0.0521	0.0411 0.0501	0.0414 0.0504	0.0433 0.0523	0.0444 0.0534
$\beta$	0.8929 0.8765	0.8948 0.8815	0.8958 0.8840	0.8945 0.8812	0.8920 0.8738	0.8904 0.8685	0.8899 0.8700	0.8936 0.8787	0.8957 0.8835	0.8954 0.8828	0.8934 0.8780	0.8921 0.8745
$f$	0.5493 0.4507	0.5415 0.4585	0.5370 0.4630	0.5424 0.4576	0.5529 0.4471	0.5593 0.4407	0.5629 0.4371	0.5461 0.4539	0.5378 0.4622	0.5392 0.4608	0.5471 0.4529	0.5522 0.4478
$\epsilon_m$	0.8854	0.8885	0.8902	0.8882	0.8837	0.8805	0.8821	0.8867	0.8899	0.8894	0.8863	0.8840
$q$ (Kcal/hr)	280.05	284.23	332.58	303.59	289.06	255.08	256.43	277.54	295.98	295.90	288.05	262.28

TABLA C.4.2.2.1

## RADIACION TOTAL TRANSMITIDA POR LA CUBIERTA CUANDO

 $\psi = 11.00$  :10H00-11H00

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
$G_{med}$ (Kcal/hr)	316.30	319.90	373.60	341.80	327.10	289.70	290.70	313.00	332.60	332.70	325.00	296.70
$\theta_{is}$ (°)	29.20	25.21	22.77	25.66	30.96	33.91	35.52	27.61	23.18	23.95	28.13	30.61
$\theta_{ic}$ (°)	18.20 40.20	14.21 36.21	11.77 33.77	14.66 36.66	19.96 41.96	22.91 44.91	24.52 46.52	16.61 38.61	12.18 34.18	12.95 34.95	17.13 39.13	19.61 41.61
$\theta_{ai-v}$ (°)	11.81 25.02	9.26 22.78	7.68 21.36	9.55 23.03	12.93 25.99	14.78 27.56	15.78 28.39	10.80 24.14	7.95 21.60	8.44 22.05	11.13 24.43	12.71 25.80
$\theta_{v-ag}$ (°)	13.58 29.03	10.64 26.37	8.82 24.70	10.97 26.67	14.87 30.18	17.02 32.06	18.18 33.06	12.41 27.98	9.13 24.99	9.70 25.51	12.79 28.33	14.61 29.90
$\theta_{ag-ai}$ (°)	18.20 40.20	14.21 36.21	11.77 33.77	14.66 36.66	19.96 41.96	22.91 44.91	24.52 46.52	16.61 38.61	12.18 34.18	12.95 34.95	17.13 39.13	19.61 41.61
$r_1$	0.0435 0.0494	0.0434 0.0471	0.0434 0.0460	0.0434 0.0473	0.0436 0.0508	0.0439 0.0538	0.0437 0.0523	0.0435 0.0484	0.0434 0.0462	0.0434 0.0465	0.0435 0.0487	0.0435 0.0501
$r_2$	0.0047 0.0050	0.0047 0.0049	0.0047 0.0049	0.0047 0.0049	0.0047 0.0051	0.0047 0.0052	0.0047 0.0051	0.0047 0.0050	0.0047 0.0049	0.0047 0.0049	0.0047 0.0050	0.0047 0.0050
$r_3$	0.0202 0.0243	0.0201 0.0226	0.0201 0.0219	0.0201 0.0227	0.0202 0.0253	0.0204 0.0274	0.0203 0.0263	0.0201 0.0235	0.0201 0.0220	0.0201 0.0222	0.0202 0.0237	0.0202 0.025
$\alpha$	0.0433 0.0532	0.0415 0.0514	0.0404 0.0503	0.0417 0.0516	0.0441 0.0540	0.0454 0.0553	0.0462 0.0561	0.0426 0.0525	0.0406 0.0505	0.0410 0.0509	0.0428 0.0527	0.0441 0.0539
$\beta$	0.8934 0.8751	0.8952 0.8803	0.8963 0.8829	0.8951 0.8799	0.8926 0.8722	0.8909 0.8664	0.8905 0.8681	0.8941 0.8773	0.8961 0.8825	0.8958 0.8817	0.8938 0.8767	0.8927 0.8727
$f$	0.5543 0.4457	0.5458 0.4542	0.5408 0.4592	0.5467 0.4533	0.5583 0.4417	0.5653 0.4347	0.5694 0.4306	0.5508 0.4492	0.5416 0.4584	0.5432 0.4568	0.5520 0.4480	0.5575 0.4425
$\delta_{cm}$	0.8850	0.8883	0.8900	0.8880	0.8833	0.8801	0.8817	0.8865	0.8898	0.8892	0.8860	0.8837
$q$ (Kcal/hr)	279.93	284.17	332.50	303.52	288.93	254.96	256.31	277.47	295.95	295.84	287.95	262.11

TABLA C.4.2.2.2

RADIACION TOTAL TRANSMITIDA POR LA CUBIERTA CUANDO  $\psi = 12.00$  :10H00-11H00

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
$E_{med}$ (Kcal/hr)	316.30	319.90	373.60	341.80	327.10	289.70	290.70	313.00	332.60	332.70	325.00	296.70
$\theta_{is}$ (°)	29.20	25.21	22.77	25.66	30.96	33.91	35.52	27.61	23.18	23.95	28.13	30.62
$\theta_{ic}$ (°)	17.20	13.21	10.77	13.66	18.96	21.91	23.52	15.61	11.18	11.95	16.13	18.62
	41.20	37.21	34.77	37.66	42.96	45.91	47.52	39.61	35.18	35.95	40.13	42.62
$\theta_{ai-v}$ (°)	11.17	8.61	7.03	8.90	12.29	14.15	15.16	10.16	7.30	7.80	10.49	12.08
	25.57	23.35	21.94	23.60	26.52	28.08	28.90	24.70	22.18	22.63	24.98	26.34
$\theta_{v-ag}$ (°)	12.85	9.89	8.08	10.23	14.14	16.29	17.46	11.67	8.38	8.96	12.06	13.89
	29.69	27.05	25.39	27.35	30.82	32.69	33.68	28.64	25.67	26.19	28.99	30.61
$\theta_{ag-ai}$ (°)	17.20	13.21	10.77	13.66	18.96	21.91	23.52	15.61	11.18	11.95	16.13	18.62
	41.20	37.21	34.77	37.66	42.96	45.91	47.52	39.61	35.18	35.95	40.13	42.62
$r_1$	0.0435	0.0434	0.0434	0.0434	0.0436	0.0438	0.0437	0.0435	0.0434	0.0434	0.0435	0.0436
	0.0502	0.0476	0.0464	0.0478	0.0517	0.0550	0.0523	0.0490	0.0466	0.0469	0.0494	0.0514
$r_2$	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047
	0.0051	0.0049	0.0049	0.0049	0.0051	0.0053	0.0052	0.0050	0.0049	0.0049	0.0050	0.0051
$r_3$	0.0202	0.0201	0.0201	0.0201	0.0202	0.0203	0.0203	0.0201	0.0201	0.0201	0.0201	0.0202
	0.0248	0.0229	0.0221	0.0231	0.0259	0.0284	0.0271	0.0240	0.0223	0.0225	0.0242	0.0257
$\alpha$	0.0429	0.0411	0.0400	0.0413	0.0437	0.0450	0.0457	0.0422	0.0402	0.0405	0.0424	0.0435
	0.0537	0.0519	0.0508	0.0521	0.0545	0.0558	0.0565	0.0530	0.0510	0.0513	0.0532	0.0543
$\beta$	0.8938	0.8957	0.8967	0.8955	0.8930	0.8915	0.8909	0.8946	0.8965	0.8962	0.8943	0.8931
	0.8734	0.8792	0.8820	0.8787	0.8704	0.8640	0.8669	0.8759	0.8815	0.8807	0.8752	0.8710
$f$	0.5594	0.5500	0.5446	0.5511	0.5638	0.5714	0.5759	0.5556	0.5455	0.5472	0.5568	0.5629
	0.4406	0.4500	0.4554	0.4489	0.4362	0.4286	0.4241	0.4444	0.4545	0.4528	0.4432	0.4371
$\beta_{cm}$	0.8847	0.8881	0.8899	0.8878	0.8829	0.8795	0.8813	0.8861	0.8896	0.8890	0.8857	0.8829
$q$ (Kcal/hr)	279.83	284.10	332.47	303.45	288.80	254.79	256.19	277.35	295.88	295.77	287.85	261.96

TABLA C.4.2.2.3

RADIACION TOTAL TRANSMITIDA POR LA CUBIERTA CUANDO  $\psi = 15.00$  :10H00-11H00

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
Gmed (Kcal/hr)	316.30	319.90	373.60	341.80	327.10	289.70	290.70	313.00	332.60	332.70	325.00	296.70
$\theta_{15}$ (°)	29.20	25.21	22.77	25.66	30.96	33.91	35.52	27.61	23.18	23.95	28.13	30.62
$\theta_{1c}$ (°)	16.20	12.21	9.77	12.66	17.96	20.91	22.52	14.61	10.18	10.95	15.13	17.62
	42.20	38.21	35.77	38.66	43.96	46.91	48.52	40.61	36.18	36.95	41.13	43.62
$\theta_{ai-v}$ (°)	10.53	7.97	6.38	8.26	11.66	13.53	14.54	9.51	6.65	7.15	9.85	11.44
	26.12	23.91	22.52	24.17	27.06	28.59	29.40	25.25	22.76	23.20	25.53	26.88
$\theta_{v-ag}$ (°)	12.11	9.15	7.33	9.48	13.41	15.57	16.74	10.93	7.64	8.21	11.32	13.16
	30.33	27.71	26.07	28.01	31.46	33.30	34.28	29.30	26.35	26.97	29.64	31.25
$\theta_{ag-ai}$ (°)	16.20	12.21	9.77	12.66	17.96	20.91	22.52	14.61	10.18	10.95	15.13	17.62
	42.20	38.21	35.77	38.66	43.96	46.91	48.52	40.61	36.18	36.95	41.13	43.62
r1	0.0435	0.0434	0.0434	0.0434	0.0435	0.0437	0.0436	0.0434	0.0434	0.0424	0.0434	0.0435
	0.0510	0.0481	0.0469	0.0484	0.0527	0.0564	0.0545	0.0497	0.0470	0.0474	0.0501	0.0524
r2	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047
	0.0051	0.0050	0.0049	0.0050	0.0052	0.0053	0.0052	0.0050	0.0049	0.0049	0.0051	0.0052
r3	0.0201	0.0201	0.0201	0.0201	0.0202	0.0203	0.0202	0.0201	0.0201	0.0201	0.0201	0.0202
	0.0254	0.0233	0.0224	0.0235	0.0267	0.0294	0.0280	0.0245	0.0226	0.0228	0.0248	0.0264
$\alpha$	0.0424	0.0406	0.0395	0.0408	0.0432	0.0445	0.0453	0.0417	0.0397	0.0401	0.0419	0.0431
	0.0541	0.0523	0.0512	0.0525	0.0549	0.0562	0.0570	0.0534	0.0514	0.0518	0.0536	0.0548
$\epsilon$	0.8943	0.8961	0.8971	0.8959	0.8935	0.8920	0.8915	0.8951	0.8969	0.8975	0.8949	0.8936
	0.8718	0.8779	0.8809	0.8773	0.8684	0.8615	0.8638	0.8745	0.8804	0.8796	0.8736	0.8690
$\epsilon_{cm}$	0.8844	0.8878	0.8896	0.8875	0.8825	0.8790	0.8807	0.8858	0.8894	0.8888	0.8854	0.8829
f	0.5645	0.5543	0.5485	0.5555	0.5693	0.5776	0.5824	0.5604	0.5494	0.5513	0.5617	0.5683
	0.4355	0.4457	0.4515	0.4445	0.4307	0.4224	0.4176	0.4396	0.4506	0.4487	0.4383	0.4317
q (Kcal/hr)	279.74	280.01	332.35	303.35	289.67	254.65	256.02	271.26	289.81	297.4	281.96	

TABLA C.4.2.2.4



## RADIACION TOTAL TRANSMITIDA POR LA CUBIERTA CUANDO

 $\psi = 14.00$  :10H00-11H00

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
$G_{med}$ (Kcal/hr)	316.30	319.90	373.60	341.80	327.10	289.70	290.70	313.00	332.60	332.70	325.00	296.70
$\theta_{is}$ (°)	29.20	25.21	22.77	25.66	30.96	33.91	35.52	27.61	23.18	23.95	28.13	30.62
$\theta_{ic}$ (°)	15.20 43.20	11.21 39.21	8.77 36.77	11.66 39.66	16.96 44.96	19.91 47.91	21.52 49.52	13.61 41.61	9.18 37.18	9.95 37.95	14.13 42.13	16.62 44.62
$\theta_{ai-v}$ (°)	9.89 26.65	7.32 24.47	5.73 23.10	7.61 24.72	11.02 27.58	12.89 29.10	13.91 29.90	8.87 25.80	6.00 23.33	6.50 23.77	9.21 26.08	10.80 27.41
$\theta_{v-ag}$ (°)	11.37 30.98	8.41 28.38	6.58 26.75	8.74 28.68	12.67 32.09	14.84 33.92	16.01 34.88	10.19 29.95	6.89 27.02	7.46 27.54	10.58 30.29	12.42 31.88
$\theta_{ag-ai}$ (°)	15.20 43.20	11.21 39.21	8.77 36.77	11.66 39.66	16.96 44.96	19.91 47.91	21.52 49.52	13.61 41.61	9.18 37.18	9.95 37.95	14.13 42.13	16.62 44.62
$r_1$	0.0434 0.0520	0.0434 0.0487	0.0434 0.0473	0.0434 0.0490	0.0435 0.0538	0.0436 0.0578	0.0436 0.0558	0.0434 0.0505	0.0434 0.0475	0.0434 0.0480	0.0434 0.0510	0.0435 0.0535
$r_2$	0.0047 0.0051	0.0047 0.0050	0.0047 0.0049	0.0047 0.0050	0.0047 0.0052	0.0047 0.0054	0.0047 0.0053	0.0047 0.0051	0.0047 0.0049	0.0047 0.0050	0.0047 0.0051	0.0047 0.0052
$r_3$	0.0201 0.0261	0.0201 0.0238	0.0201 0.0228	0.0201 0.0240	0.0201 0.0275	0.0202 0.0305	0.0202 0.0290	0.0201 0.0250	0.0201 0.0229	0.0201 0.0232	0.0201 0.0254	0.0201 0.0272
$\alpha$	0.0420 0.0546	0.0402 0.0528	0.0391 0.0517	0.0404 0.0530	0.0428 0.0554	0.0441 0.0567	0.0448 0.0574	0.0413 0.0539	0.0393 0.0519	0.0396 0.0522	0.0415 0.0541	0.0426 0.0552
$\beta$	0.8948 0.8699	0.8965 0.8765	0.8975 0.8798	0.8963 0.8759	0.8940 0.8663	0.8926 0.8589	0.8919 0.8613	0.8955 0.8728	0.8974 0.8793	0.8970 0.8782	0.8953 0.8718	0.8941 0.8670
$f$	0.5697 0.4303	0.5587 0.4413	0.5523 0.4477	0.5599 0.4401	0.5748 0.4252	0.5838 0.4162	0.5890 0.4110	0.5652 0.4348	0.5534 0.4466	0.5554 0.4446	0.5666 0.4334	0.5738 0.4262
$\epsilon_{cm}$	0.8839	0.8876	0.8895	0.8872	0.8820	0.8783	0.8801	0.8855	0.8892	0.8886	0.8850	0.8824
$q$ (Kcal/hr)	279.58	283.94	332.32	303.24	288.50	254.44	255.85	277.16	295.75	295.64	287.63	261.81

TABLA C.4.2.2.5

## RADIACION TOTAL TRANSMITIDA POR LA CUBIERTA CUANDO

 $\psi = 15.00$  :10H00-11H00

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
$G_{med}$ (Kcal/hr)	316.30	319.90	373.60	341.80	327.10	289.70	290.70	313.00	332.60	332.70	325.00	296.70
$\theta_{is}$ (°)	29.20	25.21	22.77	25.66	30.96	33.91	35.52	27.61	23.18	23.95	28.13	30.62
$\theta_{ic}$ (°)	14.20 44.20	10.21 40.21	7.77 37.77	10.66 40.66	15.96 45.96	18.91 48.91	20.52 50.52	12.61 42.61	8.18 38.18	8.95 38.95	13.13 43.13	15.62 45.62
$\theta_{ai-v}$ (°)	9.25 27.18	6.67 25.03	5.08 23.66	6.96 25.28	10.38 28.10	12.26 29.60	13.28 30.38	8.23 26.34	5.35 23.90	5.85 24.33	8.56 26.62	10.16 27.93
$\theta_{v-ag}$ (°)	10.63 31.61	7.66 29.04	5.83 27.42	7.99 29.33	11.93 32.72	14.10 34.52	15.28 35.47	9.45 30.60	6.14 27.69	6.72 28.21	9.83 30.93	11.68 32.51
$\theta_{ag-ai}$ (°)	14.20 44.20	10.21 40.21	7.77 37.77	10.66 40.66	15.96 45.96	18.91 48.91	20.52 50.52	12.61 42.61	8.18 38.18	8.95 38.95	13.13 43.13	15.62 45.62
$r_1$	0.0434 0.0520	0.0434 0.0487	0.0434 0.0473	0.0434 0.0490	0.0435 0.0538	0.0436 0.0578	0.0436 0.0558	0.0434 0.0505	0.0434 0.0475	0.0434 0.0480	0.0434 0.0510	0.0435 0.0535
$r_2$	0.0047 0.0052	0.0047 0.0050	0.0047 0.0050	0.0047 0.0050	0.0047 0.0053	0.0047 0.0054	0.0047 0.0053	0.0047 0.0051	0.0047 0.0050	0.0047 0.0050	0.0047 0.0051	0.0047 0.0052
$r_3$	0.0201 0.0269	0.0201 0.0243	0.0201 0.0231	0.0201 0.0245	0.0201 0.0284	0.0201 0.0317	0.0202 0.0300	0.0201 0.0257	0.0201 0.0233	0.0201 0.0236	0.0201 0.0260	0.0201 0.0281
$\alpha$	0.0415 0.0550	0.0397 0.0532	0.0386 0.0521	0.0399 0.0534	0.0423 0.0558	0.0436 0.0571	0.0444 0.0579	0.0408 0.0543	0.0388 0.0523	0.0392 0.0527	0.0410 0.0545	0.0422 0.0557
$\beta$	0.8952 0.8687	0.8969 0.8757	0.8980 0.8790	0.8967 0.8751	0.8944 0.8651	0.8931 0.8575	0.8923 0.8601	0.8959 0.8718	0.8978 0.8785	0.8975 0.8774	0.8957 0.8709	0.8946 0.8658
$\delta$	0.5749 0.4251	0.5631 0.4369	0.5562 0.4438	0.5644 0.4356	0.5804 0.4196	0.5901 0.4099	0.5956 0.4044	0.5701 0.4299	0.5574 0.4426	0.5595 0.4405	0.5716 0.4284	0.5793 0.4207
$\beta_{cm}$	0.8835	0.8872	0.8892	0.8868	0.8815	0.8776	0.8795	0.8851	0.8889	0.8883	0.8845	0.8818
$q$ (Kcal/hr)	279.45	283.82	332.21	303.11	288.34	254.24	255.67	277.04	295.65	295.54	287.46	261.63

TABLA C.4.2.2.6

## RADIACION TOTAL TRANSMITIDA POR LA CUBIERTA CUANDO

 $\psi = 16.00$  :10H00-11H00

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
$G_{med}$ (Kcal/hr)	316.30	319.90	373.60	341.80	327.10	289.70	290.70	313.00	332.60	332.70	325.00	296.70
$\theta_{is}$ (°)	29.20	25.21	22.77	25.66	30.96	33.91	35.52	27.61	23.18	23.95	28.13	30.62
$\theta_{ic}$ (°)	13.20 45.20	9.21 41.21	6.77 38.77	9.66 41.66	14.96 46.96	17.91 49.91	19.52 51.52	11.61 43.61	7.18 39.18	7.95 39.95	12.13 44.13	14.62 46.62
$\theta_{ai-v}$ (°)	8.61 27.71	6.02 25.58	4.43 24.23	6.31 25.82	9.74 28.62	11.63 30.09	12.65 30.86	7.58 26.87	4.70 24.46	5.20 24.88	7.91 27.15	9.52 28.44
$\theta_{v-ag}$ (°)	9.89 32.24	6.91 29.69	5.09 28.09	7.25 29.99	11.19 33.33	13.37 35.11	14.55 36.06	8.70 31.24	5.39 28.36	5.97 28.87	9.09 31.57	10.94 33.13
$\theta_{ag-ai}$ (°)	13.20 45.20	9.21 41.21	6.77 38.77	9.66 41.66	14.96 46.96	17.91 49.91	19.52 51.52	11.61 43.61	7.18 39.18	7.95 39.95	12.13 44.13	14.62 46.62
$r_1$	0.0434 0.0541	0.0434 0.0502	0.0434 0.0485	0.0434 0.0506	0.0434 0.0564	0.0435 0.0613	0.0435 0.0588	0.0434 0.0524	0.0434 0.0487	0.0434 0.0492	0.0434 0.0529	0.0434 0.0560
$r_2$	0.0047 0.0052	0.0047 0.0051	0.0047 0.0050	0.0047 0.0051	0.0047 0.0053	0.0047 0.0055	0.0047 0.0054	0.0047 0.0052	0.0047 0.0050	0.0047 0.0050	0.0047 0.0052	0.0047 0.0053
$r_3$	0.0201 0.0277	0.0201 0.0248	0.0201 0.0236	0.0201 0.0251	0.0201 0.0294	0.0202 0.0331	0.0201 0.0312	0.0201 0.0264	0.0201 0.0228	0.0201 0.0241	0.0201 0.0268	0.0201 0.0291
$\alpha$	0.0411 0.0555	0.0393 0.0537	0.0382 0.0526	0.0395 0.0539	0.0419 0.0563	0.0432 0.0576	0.0439 0.0583	0.0404 0.0548	0.0384 0.0528	0.0387 0.0531	0.0406 0.0550	0.0417 0.0561
$\beta$	0.8957 0.8658	0.8973 0.8734	0.8984 0.8771	0.8972 0.8726	0.8949 0.8615	0.8935 0.8528	0.8929 0.8559	0.8963 0.8690	0.8982 0.8774	0.8979 0.8755	0.8961 0.8680	0.8951 0.8623
$f$	0.5801 0.4199	0.5675 0.4325	0.5602 0.4398	0.5689 0.4311	0.5860 0.4140	0.5964 0.4036	0.6023 0.3977	0.5750 0.4250	0.5614 0.4386	0.5637 0.4363	0.5767 0.4233	0.5849 0.4151
$\delta_{om}$	0.8829	0.8869	0.8889	0.8865	0.8808	0.8769	0.8788	0.8846	0.8886	0.8880	0.8841	0.8813
$q$ (Kcal/hr)	279.26	283.72	332.09	303.01	288.11	254.04	255.47	276.88	295.55	295.44	287.33	261.48

TABLA C.4.2.2.7

RADIACION TOTAL TRANSMITIDA POR LA CUBIERTA CUANDO  $\psi = 17.00$  :10H00-11H00

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
$G_{med}$ (Kcal/hr)	316.30	319.90	373.60	341.80	327.10	289.70	290.70	313.00	332.60	332.70	325.00	296.70
$\theta_{is}$ (°)	29.20	25.21	22.77	25.66	30.96	33.91	35.52	27.61	23.18	23.95	28.13	30.62
$\theta_{ic}$ (°)	12.20 46.20	8.21 42.21	5.77 39.77	8.66 42.66	13.96 47.96	16.91 50.91	18.52 52.52	10.61 44.61	6.18 40.18	6.95 40.95	11.13 45.13	13.62 47.62
$\theta_{ai-v}$ (°)	7.96 28.23	5.37 26.12	3.78 24.78	5.66 26.36	9.10 29.12	10.99 30.57	12.01 31.33	6.93 27.40	4.05 25.01	4.55 25.44	7.27 27.67	8.88 28.95
$\theta_{v-ag}$ (°)	9.14 32.87	6.16 30.34	4.34 28.75	6.50 30.63	10.45 33.95	12.63 35.70	13.82 36.63	7.96 31.87	4.64 29.02	5.22 29.52	8.35 32.20	10.20 33.74
$\theta_{ag-ai}$ (°)	12.20 46.20	8.21 42.21	5.77 39.77	8.66 42.66	13.96 47.96	16.91 50.91	18.52 52.52	10.61 44.61	6.18 40.18	6.95 40.95	11.13 45.13	13.62 47.62
$r_1$	0.0434 0.0554	0.0434 0.0510	0.0434 0.0491	0.0434 0.0514	0.0434 0.0579	0.0435 0.0633	0.0435 0.0606	0.0434 0.0534	0.0434 0.0494	0.0434 0.0500	0.0434 0.0540	0.0434 0.0574
$r_2$	0.0047 0.0053	0.0047 0.0051	0.0047 0.0050	0.0047 0.0051	0.0047 0.0054	0.0047 0.0056	0.0047 0.0055	0.0047 0.0053	0.0047 0.0050	0.0047 0.0050	0.0047 0.0052	0.0047 0.0053
$r_3$	0.0201 0.0286	0.0201 0.0254	0.0201 0.0240	0.0201 0.0257	0.0201 0.0305	0.0201 0.0347	0.0201 0.0326	0.0201 0.0272	0.0201 0.0242	0.0201 0.0247	0.0201 0.0276	0.0201 0.0302
$\alpha$	0.0406 0.0559	0.0388 0.0541	0.0377 0.0530	0.0390 0.0543	0.0414 0.0567	0.0427 0.0580	0.0435 0.0588	0.0399 0.0552	0.0379 0.0532	0.0383 0.0536	0.0401 0.0554	0.0413 0.0566
$\beta$	0.8961 0.8634	0.8978 0.8718	0.8988 0.8758	0.8976 0.8710	0.8953 0.8588	0.8940 0.8492	0.8933 0.8527	0.8968 0.8670	0.8986 0.8752	0.8983 0.8739	0.8965 0.8660	0.8955 0.8597
$f$	0.5854 0.4146	0.5720 0.4280	0.5642 0.4358	0.5734 0.4266	0.5917 0.4083	0.6028 0.3972	0.6091 0.3909	0.5800 0.4200	0.5655 0.4345	0.5679 0.4321	0.5817 0.4183	0.5905 0.4095
$\beta_{cm}$	0.8824	0.8865	0.8886	0.8861	0.8802	0.8760	0.8781	0.8841	0.8883	0.8876	0.8836	0.8806
$q$ (Kcal/hr)	279.10	283.59	331.98	302.87	287.91	253.78	255.26	276.72	295.45	295.30	287.17	261.27

TABLA C.4.2.2.8

RADIACION TOTAL TRANSMITIDA POR LA CUBIERTA CUANDO  $\psi = 18.00$  :10H00-11H00

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
Gmed (Kcal/hr)	316.30	319.90	373.60	341.80	327.10	289.70	290.70	313.00	332.60	332.70	325.00	296.70
$\theta_{is}$ (°)	29.20	25.21	22.77	25.66	30.96	33.91	35.52	27.61	23.18	23.95	28.13	30.62
$\theta_{ic}$ (°)	11.20 47.20	7.21 43.21	4.77 40.77	7.66 43.66	12.96 48.96	15.91 51.91	17.52 53.52	9.61 45.61	5.18 41.18	5.95 41.95	10.13 46.13	12.62 48.62
$\theta_{ai-v}$ (°)	7.31 28.74	4.72 26.66	3.12 25.34	5.01 26.90	8.45 29.62	10.35 31.05	11.38 31.80	6.28 27.92	3.39 25.56	3.90 25.98	6.62 28.19	8.23 29.45
$\theta_{v-ag}$ (°)	8.40 33.48	5.41 30.98	3.58 29.41	5.75 31.27	9.71 34.55	11.89 36.28	13.08 37.20	7.21 32.50	3.89 29.67	4.47 30.17	7.60 32.82	9.46 34.34
$\theta_{ag-ai}$ (°)	11.20 47.20	7.21 43.21	4.77 40.77	7.66 43.66	12.96 48.96	15.91 51.91	17.52 53.52	9.61 45.61	5.18 41.18	5.95 41.95	10.13 46.13	12.62 48.62
$r_1$	0.0434 0.0568	0.0434 0.0520	0.0434 0.0498	0.0434 0.0524	0.0434 0.0596	0.0435 0.0655	0.0434 0.0625	0.0434 0.0546	0.0434 0.0502	0.0434 0.0508	0.0434 0.0553	0.0434 0.0590
$r_2$	0.0047 0.0053	0.0047 0.0051	0.0047 0.0050	0.0047 0.0052	0.0047 0.0054	0.0047 0.0056	0.0047 0.0055	0.0047 0.0052	0.0047 0.0051	0.0047 0.0051	0.0047 0.0053	0.0047 0.0054
$r_3$	0.0201 0.0297	0.0201 0.0261	0.0201 0.0246	0.0201 0.0264	0.0201 0.0318	0.0201 0.0364	0.0201 0.0340	0.0201 0.0281	0.0201 0.0248	0.0201 0.0253	0.0201 0.0053	0.0201 0.0314
$\alpha$	0.0402 0.0564	0.0384 0.0546	0.0373 0.0535	0.0386 0.0548	0.0410 0.0572	0.0423 0.0585	0.0430 0.0592	0.0395 0.0557	0.0375 0.0537	0.0378 0.0540	0.0397 0.0559	0.0408 0.0570
$\beta$	0.8965 0.8608	0.8982 0.8699	0.8992 0.8742	0.8980 0.8690	0.8958 0.8558	0.8944 0.8455	0.8939 0.8495	0.8972 0.8648	0.8990 0.8734	0.8987 0.8722	0.8970 0.8830	0.8959 0.8568
$f$	0.5908 0.4092	0.5765 0.4235	0.5682 0.4318	0.5780 0.4220	0.5975 0.4025	0.6092 0.3908	0.6160 0.3840	0.5850 0.4150	0.5696 0.4304	0.5722 0.4278	0.5869 0.4131	0.5962 0.4038
$\beta_m$	0.8817	0.8861	0.8883	0.8856	0.8795	0.8751	0.8772	0.8836	0.8879	0.8873	0.8830	0.8799
$q$ (Kcal/hr)	278.88	283.46	331.87	302.70	287.68	253.52	255.00	276.57	295.32	295.20	286.98	261.07

TABLA C.4.2.2.9

RADIACION TOTAL TRANSMITIDA POR LA CUBIERTA CUANDO  $\psi = 19.00$  :10H00-11H00

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
Emed (Kcal/hr)	316.30	319.90	373.60	341.80	327.10	289.70	290.70	313.00	332.60	332.70	325.00	296.70
$\theta_{is}$ (°)	29.20	29.21	22.77	25.66	30.96	33.91	35.52	27.61	23.18	23.95	28.13	30.62
$\theta_{ic}$ (°)	10.20	6.21	3.77	6.66	11.96	14.91	16.52	8.61	4.18	4.95	9.13	11.62
	48.20	44.21	41.77	44.66	49.96	52.91	54.52	46.61	42.18	42.95	47.13	49.62
$\theta_{ai-v}$ (°)	6.66	4.06	2.47	4.36	7.80	9.71	10.74	5.63	2.74	3.24	5.97	7.58
	29.24	27.19	25.88	27.43	30.11	31.52	32.25	28.44	26.10	26.52	28.70	29.95
$\theta_{v-ag}$ (°)	7.65	4.67	2.83	5.00	8.96	11.15	12.34	6.46	3.14	3.72	6.85	8.71
	34.09	31.62	30.06	31.90	35.14	36.85	37.75	33.12	30.32	30.82	33.44	34.94
$\theta_{ag-ai}$ (°)	10.20	6.21	3.77	6.66	11.96	14.91	16.52	8.61	4.18	4.95	9.13	11.62
	48.20	44.21	41.77	44.66	49.96	52.91	54.52	46.61	42.18	42.95	47.13	49.62
r1	0.0434	0.0434	0.0434	0.0434	0.0434	0.0434	0.0434	0.0434	0.0434	0.0434	0.0434	0.0434
	0.0583	0.0530	0.0506	0.0535	0.0614	0.0679	0.0646	0.0559	0.0510	0.0517	0.0567	0.0608
r2	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047
	0.0054	0.0052	0.0051	0.0052	0.0055	0.0057	0.0056	0.0053	0.0051	0.0051	0.0053	0.0055
r3	0.0201	0.0201	0.0201	0.0201	0.0201	0.0201	0.0201	0.0201	0.0201	0.0201	0.0201	0.0201
	0.0308	0.0269	0.0251	0.0272	0.0332	0.0383	0.0357	0.0291	0.0254	0.0259	0.0296	0.0327
$\alpha$	0.0397	0.0379	0.0368	0.0381	0.0405	0.0418	0.0426	0.0390	0.0370	0.0374	0.0392	0.0404
	0.0568	0.0550	0.0539	0.0552	0.0576	0.0589	0.0597	0.0561	0.0541	0.0545	0.0563	0.0575
$\xi$	0.8969	0.8986	0.8996	0.8984	0.8962	0.8949	0.8943	0.8976	0.8995	0.8991	0.8974	0.8963
	0.8581	0.8678	0.8726	0.8670	0.8626	0.8414	0.8458	0.8623	0.8718	0.8704	0.8610	0.8536
f	0.5962	0.5811	0.5723	0.5827	0.6033	0.6157	0.6229	0.5900	0.5737	0.5765	0.5920	0.6019
	0.4038	0.4189	0.4277	0.4173	0.3967	0.3843	0.3771	0.4100	0.4263	0.4235	0.4080	0.3981
$\xi_{cm}$	0.8811	0.8857	0.8879	0.8852	0.8787	0.8741	0.8744	0.8830	0.8875	0.8869	0.8824	0.8772
q (Kcal/hr)	278.69	283.34	331.72	302.56	287.42	253.23	254.77	276.38	295.18	295.07	286.78	260.86

TABLA C 4 : : 10

RADIACION TOTAL TRANSMITIDA POR LA CUBIERTA CUANDO  $\psi = 20.00$  :10H00-11H00

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
$G_{med}$ (Kcal/hr)	316.30	319.90	373.60	341.80	327.10	289.70	290.70	313.00	332.60	332.70	325.00	296.70
$\theta_{is}$ (°)	29.20	25.21	22.77	25.66	30.96	33.91	35.52	27.61	23.18	23.95	28.13	30.62
$\theta_{ic}$ (°)	9.20 49.20	5.21 45.21	2.77 42.77	5.66 45.66	10.96 50.96	13.91 53.91	15.52 55.52	7.61 47.61	3.18 43.18	3.95 43.95	8.13 48.13	10.62 50.62
$\theta_{ai-v}$ (°)	6.01 29.74	3.41 27.71	1.81 26.42	3.71 27.95	7.16 30.60	9.06 31.98	10.10 32.70	4.98 28.95	2.08 26.64	2.59 27.05	5.32 29.21	6.94 30.43
$\theta_{v-ag}$ (°)	6.90 34.69	3.91 32.25	2.08 30.70	4.25 32.53	8.22 35.73	10.41 37.42	11.61 38.30	5.71 33.73	2.39 30.96	2.97 31.45	6.10 34.05	7.96 35.53
$\theta_{ag-ai}$ (°)	9.20 49.20	5.21 45.21	2.77 42.77	5.66 45.66	10.96 50.96	13.91 53.91	15.52 55.52	7.61 47.61	3.18 43.18	3.95 43.95	8.13 48.13	10.62 50.62
$r_1$	0.0434 0.0600	0.0434 0.0541	0.0434 0.0515	0.0434 0.0547	0.0434 0.0634	0.0434 0.0706	0.0434 0.0669	0.0434 0.0574	0.0434 0.0519	0.0434 0.0527	0.0434 0.0582	0.0434 0.0627
$r_2$	0.0047 0.0054	0.0047 0.0052	0.0047 0.0051	0.0047 0.0052	0.0047 0.0056	0.0047 0.0058	0.0047 0.0057	0.0047 0.0053	0.0047 0.0051	0.0047 0.0052	0.0047 0.0054	0.0047 0.0055
$r_3$	0.0201 0.0321	0.0201 0.0277	0.0201 0.0258	0.0201 0.0281	0.0201 0.0347	0.0201 0.0404	0.0201 0.0375	0.0201 0.0301	0.0201 0.0261	0.0201 0.0267	0.0201 0.0308	0.0201 0.0342
$\alpha$	0.0393 0.0573	0.0375 0.0555	0.0364 0.0544	0.0377 0.0557	0.0401 0.0581	0.0414 0.0594	0.0421 0.0601	0.0386 0.0566	0.0366 0.0546	0.0369 0.0549	0.0388 0.0568	0.0399 0.0579
$\beta$	0.8973 0.8551	0.8990 0.8658	0.9001 0.8708	0.8988 0.8647	0.8966 0.8491	0.8954 0.8368	0.8947 0.8418	0.8980 0.8598	0.8999 0.8700	0.8996 0.8684	0.8978 0.8582	0.8968 0.8503
$f$	0.6017 0.3983	0.5765 0.4235	0.5682 0.4318	0.5780 0.4220	0.5975 0.4025	0.6092 0.3908	0.6160 0.3840	0.5850 0.4150	0.5696 0.4304	0.5722 0.4278	0.5869 0.4131	0.5962 0.4038
$G_{cm}$	0.8803	0.8851	0.8875	0.8846	0.8778	0.8730	0.8754	0.8824	0.8871	0.8864	0.8817	0.8783
$q$ (Kcal/hr)	278.44	283.14	331.57	302.36	287.13	252.91	254.48	276.19	295.05	294.91	286.55	260.59

TABLA C.4.2.2.11

RADIACION TOTAL TRANSMITIDA POR LA CUBIERTA CUANDO  $\psi = 21.00$  :10H00-11H00

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
Gmed (Kcal/hr)	316.30	319.90	373.60	341.80	327.10	289.70	290.70	313.00	332.60	332.70	325.00	296.70
$\theta_{is}$ (°)	29.20	25.21	22.77	25.66	30.96	33.91	35.52	27.61	23.18	23.95	28.13	30.62
$\theta_{ic}$ (°)	8.20 50.20	4.21 46.21	1.77 43.77	4.66 46.66	9.96 51.96	12.91 54.91	14.52 56.52	6.61 48.61	2.18 44.18	2.95 44.95	7.13 49.13	9.62 51.62
$\theta_{ai-v}$ (°)	5.36 30.23	2.76 28.23	1.16 26.96	3.05 28.46	6.51 31.07	8.42 32.43	9.46 33.13	4.33 29.45	1.43 27.17	1.93 27.58	4.67 29.71	6.29 30.91
$\theta_{v-ag}$ (°)	6.16 35.29	3.16 32.87	1.33 31.34	3.50 33.15	7.47 36.31	9.67 37.97	10.87 38.84	4.97 34.34	1.64 31.60	2.22 32.09	5.35 34.65	7.22 36.11
$\theta_{ag-ai}$ (°)	8.20 50.20	4.21 46.21	1.77 43.77	4.66 46.66	9.96 51.96	12.91 54.91	14.52 56.52	6.61 48.61	2.18 44.18	2.95 44.95	7.13 49.13	9.62 51.62
$r_1$	0.0424 0.0619	0.0434 0.0554	0.0434 0.0525	0.0434 0.0560	0.0434 0.0656	0.0434 0.0735	0.0434 0.0695	0.0434 0.0590	0.0434 0.0530	0.0434 0.0538	0.0434 0.0599	0.0434 0.0648
$r_2$	0.0047 0.0055	0.0047 0.0053	0.0047 0.0052	0.0047 0.0053	0.0047 0.0056	0.0047 0.0059	0.0047 0.0057	0.0047 0.0054	0.0047 0.0052	0.0047 0.0052	0.0047 0.0054	0.0047 0.0056
$r_3$	0.0201 0.0336	0.0201 0.0286	0.0201 0.0265	0.0201 0.0291	0.0201 0.0365	0.0201 0.0427	0.0201 0.0395	0.0201 0.0313	0.0201 0.0268	0.0201 0.0275	0.0201 0.0320	0.0201 0.0359
$\alpha$	0.0388 0.0577	0.0370 0.0559	0.0359 0.0548	0.0372 0.0561	0.0396 0.0585	0.0409 0.0598	0.0417 0.0606	0.0381 0.0570	0.0361 0.0550	0.0365 0.0554	0.0383 0.0572	0.0395 0.0584
$\beta$	0.8987 0.8517	0.8994 0.8634	0.9005 0.8688	0.8993 0.8622	0.8970 0.8453	0.8958 0.8320	0.8951 0.8376	0.8984 0.8569	0.9003 0.8679	0.9000 0.8663	0.8982 0.8553	0.8972 0.8466
$f$	0.6073 0.3927	0.5765 0.4235	0.5682 0.4318	0.5780 0.4220	0.5975 0.4025	0.6092 0.3908	0.6160 0.3840	0.5850 0.4150	0.5696 0.4304	0.5722 0.4278	0.5869 0.4131	0.5962 0.4038
$\beta_{am}$	0.8795	0.8845	0.8871	0.8840	0.8769	0.8719	0.8744	0.8817	0.8867	0.8859	0.8810	0.8774
$q$ (Kcal/hr)	278.19	282.95	331.42	302.15	286.83	252.59	254.19	275.97	294.92	294.74	286.33	260.32

TABLA C.4.2.2.12



RADIACION TOTAL TRANSMITIDA POR LA CUBIERTA CUANDO  $\psi = 22.00$  :10H00-11H00

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
Gmed (Kcal/hr)	316.30	319.90	373.60	341.80	327.10	289.70	290.70	313.00	332.60	332.70	325.00	296.70
$\theta_{is}$ (°)	29.20	25.21	22.77	25.66	30.96	33.91	35.52	27.61	23.18	23.95	28.13	30.62
$\theta_{ic}$ (°)	7.20 51.20	3.21 47.21	0.77 44.77	3.66 47.66	8.96 52.96	11.91 55.91	13.52 57.52	5.61 49.61	1.18 45.18	1.95 45.95	6.13 50.13	8.62 52.62
$\theta_{ai-v}$ (°)	4.71 30.71	2.10 28.74	0.50 27.48	2.40 28.97	5.86 31.54	7.77 32.87	8.81 33.56	3.67 29.94	0.77 27.70	1.28 28.10	4.01 30.20	5.64 31.38
$\theta_{v-ag}$ (°)	5.41 35.87	2.41 33.49	0.58 31.97	2.75 33.76	6.72 36.88	8.93 38.51	10.12 39.37	4.22 34.94	0.89 32.23	1.47 32.71	4.61 35.24	6.47 36.69
$\theta_{ag-ai}$ (°)	7.20 51.20	3.21 47.21	0.77 44.77	3.66 47.66	8.96 52.96	11.91 55.91	13.52 57.52	5.61 49.61	1.18 45.18	1.95 45.95	6.13 50.13	8.62 52.62
$r_1$	0.0434 0.0639	0.0434 0.0568	0.0434 0.0536	0.0434 0.0575	0.0434 0.0680	0.0434 0.0767	0.0434 0.0723	0.0434 0.0607	0.0434 0.0541	0.0434 0.0551	0.0434 0.0617	0.0434 0.0672
$r_2$	0.0047 0.0056	0.0047 0.0053	0.0047 0.0052	0.0047 0.0054	0.0047 0.0057	0.0047 0.0059	0.0047 0.0058	0.0047 0.0058	0.0047 0.0052	0.0047 0.0053	0.0047 0.0055	0.0047 0.0057
$r_3$	0.0201 0.0351	0.0201 0.0297	0.0201 0.0273	0.0201 0.0302	0.0201 0.0384	0.0201 0.0453	0.0201 0.0417	0.0201 0.0327	0.0201 0.0277	0.0201 0.0284	0.0201 0.0334	0.0201 0.0377
$\alpha$	0.0384 0.0582	0.0366 0.0564	0.0355 0.0553	0.0368 0.0566	0.0392 0.0590	0.0405 0.0603	0.0412 0.0610	0.0377 0.0575	0.0357 0.0555	0.0360 0.0558	0.0379 0.0577	0.0390 0.0588
$\beta$	0.8982 0.8482	0.8999 0.8608	0.9009 0.8667	0.8997 0.8595	0.8975 0.8412	0.8962 0.8268	0.8955 0.8329	0.8989 0.8535	0.9007 0.8658	0.9004 0.8639	0.8986 0.8521	0.8976 0.8426
$f$	0.6129 0.3871	0.5765 0.4235	0.5682 0.4318	0.5780 0.4220	0.5975 0.4025	0.6092 0.3908	0.6160 0.3840	0.5850 0.4150	0.5696 0.4304	0.5722 0.4278	0.5869 0.4131	0.5962 0.4038
$\beta_{cm}$	0.8785	0.8839	0.8866	0.8834	0.8759	0.8706	0.8732	0.8809	0.8861	0.8853	0.8802	0.8765
$q$ (Kcal/hr)	277.87	282.76	331.23	301.95	286.51	252.21	253.84	275.72	294.72	294.54	286.07	260.06

TABLA C.4.2.2.13

RADIACION TOTAL TRANSMITIDA POR LA CUBIERTA CUANDO  $\psi = 23.00$  ;10H00-11H00

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
Gmed (Kcal/hr)	316.30	319.90	373.60	341.80	327.10	289.70	290.70	313.00	332.60	332.70	325.00	296.70
$\theta_{15}$ (°)	29.20	25.21	22.77	25.66	30.96	33.91	35.52	27.61	23.18	23.95	29.13	30.62
$\theta_{1c}$ (°)	6.20	2.21	-0.23	2.66	7.96	10.91	12.52	4.61	0.18	0.95	5.13	7.62
	52.20	48.21	45.77	48.66	53.96	56.91	58.52	50.61	46.18	46.95	51.13	53.62
$\theta_{a1-v}$ (°)	4.06	1.45	-0.15	1.74	5.21	7.12	8.17	3.02	0.12	0.62	3.36	4.99
	31.18	29.25	28.01	29.47	32.00	33.30	33.98	30.43	28.22	28.61	30.68	31.84
( )	4.66	1.66	-0.17	2.00	5.98	8.18	9.38	3.46	0.14	0.71	3.85	5.72
	36.45	34.10	32.60	34.37	37.44	39.05	39.88	35.53	32.85	33.33	35.83	37.25
( )	6.20	2.21	-0.23	2.66	7.96	10.91	12.52	4.61	0.18	0.95	5.13	7.62
	52.20	48.21	45.77	48.66	53.96	56.91	58.52	50.61	46.18	46.95	51.13	53.62
0.0434	0.0434	0.0434	0.0434	0.0434	0.0434	0.0434	0.0434	0.0434	0.0434	0.0434	0.0434	0.0434
0.0662	0.0583	0.0548	0.0591	0.0707	0.0802	0.0754	0.0637	0.0554	0.0564	0.0564	0.0538	0.0698
0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047
0.0056	0.0054	0.0053	0.0054	0.0058	0.0060	0.0059	0.0055	0.0053	0.0053	0.0053	0.0056	0.0058
0.0701	0.0201	0.0201	0.0201	0.0201	0.0201	0.0201	0.0201	0.0201	0.0201	0.0201	0.0201	0.0201
0.0369	0.0308	0.0282	0.0314	0.0405	0.0481	0.0442	0.0342	0.0286	0.0294	0.0350	0.0397	
$\alpha$	0.0379	0.0361	0.0350	0.0363	0.0387	0.0400	0.0408	0.0372	0.0352	0.0356	0.0374	0.0386
	0.0586	0.0569	0.0557	0.0570	0.0594	0.0607	0.0615	0.0579	0.0559	0.0563	0.0581	0.0593
$Z$	0.8986	0.9003	0.9013	0.9001	0.8979	0.8966	0.8960	0.8993	0.9011	0.9008	0.8991	0.8980
	0.8443	0.8581	0.8644	0.8567	0.8367	0.8211	0.8277	0.8495	0.8634	0.8615	0.8484	0.8382
f	0.6186	0.5765	0.5682	0.5780	0.5975	0.6092	0.6160	0.5850	0.5696	0.5722	0.5869	0.5962
	0.3814	0.4235	0.4318	0.4220	0.4025	0.3908	0.3840	0.4150	0.4304	0.4276	0.4131	0.4038
$Z_{cm}$	0.8777	0.8832	0.8859	0.8827	0.8748	0.8693	0.8720	0.8801	0.8856	0.8847	0.8793	0.8755
q (Kcal/hr)	27.82	28.8	330.9	301.71	286.15	251.84	253.49	275.47	294.55	294.34	285.77	259.76

TABLA C.A.2.2.14

## RADIACION TOTAL TRANSMITIDA POR LA CUBIERTA CUANDO

 $\psi = 24.00$  :10H00-11H00

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
$G_{med}$ (Kcal/hr)	316.30	319.90	373.60	341.80	327.10	289.70	290.70	313.00	332.60	332.70	325.00	296.70
$\theta_{is}$ (°)	29.20	25.21	22.77	25.66	30.96	33.91	35.52	27.61	23.18	23.95	28.13	30.62
$\theta_{ic}$ (°)	5.20 53.20	1.21 49.21	-1.23 46.77	1.66 49.66	6.96 54.96	9.91 57.91	11.52 59.52	3.61 51.61	-0.82 47.18	-0.05 47.95	4.13 52.13	6.62 54.62
$\theta_{ai-v}$ (°)	3.40 31.65	0.79 29.74	-0.81 28.52	1.09 29.97	4.55 32.45	6.48 33.72	7.52 34.38	2.36 30.91	-0.54 28.73	-0.03 29.12	2.71 31.15	4.33 32.30
$\theta_{v-ag}$ (°)	3.91 37.02	0.91 34.70	-0.92 33.22	1.25 34.97	5.23 38.00	7.43 39.57	8.64 40.39	2.71 36.11	-0.62 33.47	-0.04 33.94	3.10 36.41	4.97 37.81
$\theta_{ag-ai}$ (°)	5.20 53.20	1.21 49.21	-1.23 46.77	1.66 49.66	6.96 54.96	9.91 57.91	11.52 59.52	3.61 51.61	-0.82 47.18	-0.05 47.95	4.13 52.13	6.62 54.62
$r_1$	0.0434 0.0686	0.0434 0.0600	0.0434 0.0562	0.0434 0.0608	0.0434 0.0736	0.0434 0.0841	0.0434 0.0788	0.0434 0.0648	0.0434 0.0567	0.0434 0.0579	0.0434 0.0660	0.0434 0.0726
$r_2$	0.0047 0.0057	0.0047 0.0054	0.0047 0.0053	0.0047 0.0055	0.0047 0.0059	0.0047 0.0061	0.0047 0.0060	0.0047 0.0056	0.0047 0.0053	0.0047 0.0054	0.0047 0.0056	0.0047 0.0058
$r_3$	0.0201 0.0388	0.0201 0.0321	0.0201 0.0292	0.0201 0.0328	0.0201 0.0428	0.0201 0.0513	0.0201 0.0470	0.0201 0.0358	0.0201 0.0297	0.0201 0.0305	0.0201 0.0368	0.0201 0.0420
$\alpha$	0.0375 0.0591	0.0357 0.0573	0.0346 0.0562	0.0359 0.0575	0.0383 0.0599	0.0396 0.0612	0.0403 0.0619	0.0368 0.0584	0.0348 0.0564	0.0351 0.0567	0.0370 0.0586	0.0381 0.0597
$\beta$	0.8990 0.8402	0.9007 0.8551	0.9017 0.8619	0.9005 0.8535	0.8983 0.8318	0.8971 0.8148	0.8964 0.8221	0.8997 0.8467	0.9016 0.8609	0.9012 0.8588	0.8995 0.8446	0.8984 0.8335
$f$	0.6244 0.3756	0.5765 0.4235	0.5682 0.4318	0.5780 0.4220	0.5975 0.4025	0.6092 0.3908	0.6160 0.3840	0.5850 0.4150	0.5696 0.4304	0.5722 0.4278	0.5869 0.4131	0.5962 0.4038
$\beta_{cm}$	0.8767	0.8825	0.8842	0.8819	0.8737	0.8679	0.8708	0.8792	0.8845	0.8840	0.8784	0.8743
$q$ (Kcal/hr)	277.30	282.31	330.34	301.43	285.79	251.43	253.14	275.19	294.18	294.11	285.48	259.40

TABLA C.4.2.2.15

## RADIACION TOTAL TRANSMITIDA POR LA CUBIERTA CUANDO

 $\psi = 25.00$  :10H00-11H00

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
$G_{med}$ (Kcal/hr)	316.30	319.90	373.60	341.80	327.10	289.70	290.70	313.00	332.60	332.70	325.00	296.70
$\theta_{is}$ (°)	29.20	25.21	22.77	25.66	30.96	33.91	35.52	27.61	23.18	23.95	28.13	30.62
$\theta_{ic}$ (°)	4.20 54.20	0.21 50.21	-2.23 47.77	0.66 50.66	5.96 55.96	8.91 58.91	10.52 60.52	2.61 52.61	-1.82 48.18	-1.05 48.95	3.13 53.13	5.62 55.62
$\theta_{ai-v}$ (°)	2.75 32.11	0.14 30.23	-1.46 29.03	0.43 30.45	3.90 32.89	5.83 34.14	6.87 34.78	1.71 31.38	-1.19 29.23	-0.69 29.62	2.05 31.62	3.68 32.74
$\theta_{v-ag}$ (°)	3.16 37.58	0.16 35.29	-1.68 33.83	0.50 35.56	4.48 38.54	6.69 40.08	7.89 40.88	1.96 36.68	-1.37 34.08	-0.79 34.54	2.35 36.98	4.22 38.36
$\theta_{ag-ai}$ (°)	4.20 54.20	0.21 50.21	-2.23 47.77	0.66 50.66	5.96 55.96	8.91 58.91	10.52 60.52	2.61 52.61	-1.82 48.18	-1.05 48.95	3.13 53.13	5.62 55.62
$r_1$	0.0434 0.0714	0.0434 0.0619	0.0434 0.0576	0.0434 0.0628	0.0434 0.0768	0.0434 0.0883	0.0434 0.0825	0.0434 0.0671	0.0434 0.0583	0.0434 0.0596	0.0434 0.0685	0.0434 0.0757
$r_2$	0.0047 0.0058	0.0047 0.0055	0.0047 0.0054	0.0047 0.0055	0.0047 0.0059	0.0047 0.0062	0.0047 0.0061	0.0047 0.0057	0.0047 0.0054	0.0047 0.0054	0.0047 0.0057	0.0047 0.0059
$r_3$	0.0201 0.0410	0.0201 0.0336	0.0201 0.0303	0.0201 0.0343	0.0201 0.0454	0.0201 0.0548	0.0201 0.0500	0.0201 0.0377	0.0201 0.0308	0.0201 0.0318	0.0201 0.0387	0.0201 0.0445
$\alpha$	0.0370 0.0595	0.0352 0.0577	0.0341 0.0566	0.0354 0.0579	0.0378 0.0603	0.0391 0.0616	0.0399 0.0624	0.0363 0.0588	0.0343 0.0568	0.0347 0.0572	0.0365 0.0590	0.0377 0.0602
$\beta$	0.8995 0.8356	0.9011 0.8517	0.9022 0.8593	0.9009 0.8501	0.8987 0.8266	0.8975 0.8081	0.8968 0.8162	0.9001 0.8427	0.9020 0.8581	0.9017 0.8558	0.8999 0.8404	0.8989 0.8284
$f$	0.6303 0.3697	0.5765 0.4235	0.5682 0.4318	0.5780 0.4220	0.5975 0.4025	0.6092 0.3908	0.6160 0.3840	0.5850 0.4150	0.5696 0.4304	0.5722 0.4278	0.5869 0.4131	0.5962 0.4038
$\beta_m$	0.8756	0.8817	0.8836	0.8811	0.8725	0.8664	0.8694	0.8782	0.8834	0.8828	0.8774	0.8731
$q$ (Kcal/hr)	276.95	282.06	330.11	301.16	285.39	251.00	252.73	274.88	293.82	293.71	285.16	259.05

TABLA C.4.2.2.16

## RADIACION TOTAL TRANSMITIDA POR LA CUBIERTA CUANDO

 $\psi = 26.00$  :10H00-11H00

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
Gmed (Kcal/hr)	316.30	319.90	373.60	341.80	327.10	289.70	290.70	313.00	332.60	332.70	325.00	296.70
$\theta_{is}$ (°)	29.20	25.21	22.77	25.66	30.96	33.91	35.52	27.61	23.18	23.95	28.13	30.62
$\theta_{ic}$ (°)	3.20 55.20	-0.79 51.21	-3.23 48.77	-0.34 51.66	4.96 56.96	7.91 59.91	9.52 61.52	1.61 53.61	-2.82 49.18	-2.05 49.95	2.13 54.13	4.62 56.62
$\theta_{ai-v}$ (°)	2.10 32.55	-0.52 30.72	-2.12 29.53	-0.22 30.93	3.25 33.32	5.17 34.54	6.22 35.17	1.05 31.84	-1.85 29.73	-1.34 30.11	1.40 32.07	3.03 33.18
$\theta_{v-ag}$ (°)	2.41 38.13	-0.59 35.88	-2.43 34.43	-0.26 36.14	3.73 39.07	5.94 40.58	7.14 41.37	1.21 37.25	-2.12 34.68	-1.54 35.14	1.60 37.54	3.47 38.89
$\theta_{ag-ai}$ (°)	3.20 55.20	-0.79 51.21	-3.23 48.77	-0.34 51.66	4.96 56.96	7.91 59.91	9.52 61.52	1.61 53.61	-2.82 49.18	-2.05 49.95	2.13 54.13	4.62 56.62
$r_1$	0.0434 0.0744	0.0434 0.0639	0.0434 0.0593	0.0434 0.0649	0.0434 0.0804	0.0434 0.0930	0.0434 0.0866	0.0434 0.0697	0.0434 0.0600	0.0434 0.0614	0.0434 0.0712	0.0434 0.0791
$r_2$	0.0047 0.0059	0.0047 0.0056	0.0047 0.0054	0.0047 0.0056	0.0047 0.0060	0.0047 0.0063	0.0047 0.0062	0.0047 0.0057	0.0047 0.0054	0.0047 0.0055	0.0047 0.0058	0.0047 0.0060
$r_3$	0.0201 0.0434	0.0201 0.0352	0.0201 0.0316	0.0201 0.0359	0.0201 0.0483	0.0201 0.0588	0.0201 0.0534	0.0201 0.0397	0.0201 0.0321	0.0201 0.0332	0.0201 0.0408	0.0201 0.0473
$\alpha$	0.0366 0.0600	0.0348 0.0582	0.0337 0.0571	0.0350 0.0584	0.0374 0.0608	0.0387 0.0621	0.0394 0.0628	0.0359 0.0593	0.0339 0.0573	0.0342 0.0576	0.0361 0.0595	0.0372 0.0606
$\beta$	0.8999 0.8306	0.9016 0.8481	0.9026 0.8563	0.9014 0.8465	0.8991 0.8208	0.8979 0.8006	0.8972 0.8096	0.9005 0.8384	0.9024 0.8551	0.9021 0.8526	0.9003 0.8359	0.8993 0.8228
$f$	0.6363 0.3637	0.5765 0.4235	0.5682 0.4318	0.5780 0.4220	0.5975 0.4025	0.6092 0.3908	0.6160 0.3840	0.5850 0.4150	0.5696 0.4304	0.5722 0.4278	0.5869 0.4131	0.5962 0.4038
$\beta_{am}$	0.8744	0.8804	0.8824	0.8800	0.8711	0.8648	0.8679	0.8771	0.8821	0.8815	0.8763	0.8718
$q$ (Kcal/hr)	276.57	281.64	329.66	300.78	284.94	250.53	252.30	274.53	293.39	293.28	284.80	258.66

TABLA C.4.2.2.17

## RADIACION TOTAL TRANSMITIDA POR LA CUBIERTA CUANDO

 $\psi = 27.00$  :10H00-11H00

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
$G_{med}$ (Kcal/hr)	316.30	319.90	373.60	341.80	327.10	289.70	290.70	313.00	332.60	332.70	325.00	296.70
$\theta_{is}$ (°)	29.20	25.21	22.77	25.66	30.96	33.91	35.52	27.61	23.18	23.95	28.13	30.62
$\theta_{ic}$ (°)	2.20 56.20	-1.79 52.21	-4.23 49.77	-1.34 52.66	3.96 57.96	6.91 60.91	8.52 62.52	0.61 54.61	-3.82 50.18	-3.05 50.95	1.13 55.13	3.62 57.62
$\theta_{ai-v}$ (°)	1.44 32.99	-1.17 31.19	-2.77 30.02	-0.88 31.40	2.59 33.74	4.52 34.93	5.57 35.55	0.40 32.29	-2.50 30.22	-2.00 30.59	0.74 32.52	2.37 33.60
$\theta_{v-ag}$ (°)	1.65 38.67	-1.35 36.45	-3.18 35.03	-1.01 36.71	2.98 39.59	5.19 41.07	6.40 41.84	0.46 37.80	-2.87 35.27	-2.29 35.73	0.85 38.09	2.72 39.42
$\theta_{ag-ai}$ (°)	2.20 56.20	-1.79 52.21	-4.23 49.77	-1.34 52.66	3.96 57.96	6.91 60.91	8.52 62.52	0.61 54.61	-3.82 50.18	-3.05 50.95	1.13 55.13	3.62 57.62
$r_1$	0.0434 0.0777	0.0434 0.0662	0.0434 0.0610	0.0434 0.0673	0.0434 0.0843	0.0434 0.0982	0.0434 0.0911	0.0434 0.0726	0.0434 0.0618	0.0434 0.0634	0.0434 0.0741	0.0434 0.0829
$r_2$	0.0047 0.0060	0.0047 0.0056	0.0047 0.0055	0.0047 0.0057	0.0047 0.0061	0.0047 0.0064	0.0047 0.0063	0.0047 0.0058	0.0047 0.0055	0.0047 0.0056	0.0047 0.0059	0.0047 0.0061
$r_3$	0.0201 0.0461	0.0201 0.0369	0.0201 0.0329	0.0201 0.0378	0.0201 0.0515	0.0201 0.0631	0.0201 0.0572	0.0201 0.0420	0.0201 0.0335	0.0201 0.0347	0.0201 0.0432	0.0201 0.0504
$\alpha$	0.0361 0.0604	0.0343 0.0586	0.0332 0.0575	0.0345 0.0588	0.0369 0.0612	0.0382 0.0625	0.0390 0.0633	0.0354 0.0597	0.0334 0.0577	0.0338 0.0581	0.0356 0.0599	0.0368 0.0611
$\beta$	0.9003 0.8251	0.9020 0.8443	0.9030 0.8532	0.9018 0.8424	0.8996 0.8145	0.8983 0.7925	0.8976 0.8024	0.9010 0.8336	0.9028 0.8519	0.9025 0.8491	0.9007 0.8310	0.8997 0.8167
$f$	0.6424 0.3576	0.5765 0.4235	0.5682 0.4318	0.5780 0.4220	0.5975 0.4025	0.6092 0.3908	0.6160 0.3840	0.5850 0.4150	0.5696 0.4304	0.5722 0.4278	0.5869 0.4131	0.5962 0.4038
$\beta_m$	0.8731	0.8789	0.8811	0.8785	0.8697	0.8631	0.8663	0.8760	0.8808	0.8801	0.8751	0.8704
$q$ (Kcal/hr)	276.16	281.16	329.18	300.27	284.48	250.04	251.83	274.19	292.95	292.81	284.41	258.25

TABLA C.4.2.2.18

RADIACION TOTAL TRANSMITIDA POR LA CUBIERTA CUANDO  $\phi = 28.00$  :10H00-11H00

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
$G_{med}$ (Kcal/hr)	316.30	319.90	373.60	341.80	327.10	289.70	290.70	313.00	332.60	332.70	325.00	296.70
$\theta_{is}$ (°)	29.20	25.21	22.77	25.66	30.96	33.91	35.52	27.61	23.18	23.95	28.13	30.62
$\theta_{ic}$ (°)	1.20 57.20	-2.79 53.21	-5.23 50.77	-2.34 53.66	2.96 58.96	5.91 61.91	7.52 63.52	-0.39 55.61	-4.82 51.18	-4.05 51.95	0.13 56.13	2.62 58.62
$\theta_{ai-v}$ (°)	0.79 33.42	-1.83 31.65	-3.42 30.50	-1.53 31.86	1.94 34.16	3.87 35.32	4.92 35.91	-0.26 32.74	-3.16 30.70	-2.65 31.07	0.09 32.96	1.72 34.02
$\theta_{v-ag}$ (°)	0.90 39.20	-2.10 37.02	-3.93 35.62	-1.76 37.28	2.23 40.11	4.44 41.55	5.65 42.30	-0.29 38.35	-3.62 35.86	-3.04 36.31	0.10 38.63	1.97 39.93
$\theta_{ag-ai}$ (°)	1.20 57.20	-2.79 53.21	-5.23 50.77	-2.34 53.66	2.96 58.96	5.91 61.91	7.52 63.52	-0.39 55.61	-4.82 51.18	-4.05 51.95	0.13 56.13	2.62 58.62
$r_1$	0.0434 0.0813	0.0434 0.0687	0.0434 0.0620	0.0434 0.0699	0.0434 0.0886	0.0434 0.1038	0.0434 0.0961	0.0434 0.0757	0.0434 0.0639	0.0434 0.0656	0.0434 0.0774	0.0434 0.0871
$r_2$	0.0047 0.0061	0.0047 0.0057	0.0047 0.0055	0.0047 0.0058	0.0047 0.0062	0.0047 0.0065	0.0047 0.0064	0.0047 0.0059	0.0047 0.0056	0.0047 0.0056	0.0047 0.0060	0.0047 0.0062
$r_3$	0.0201 0.0490	0.0201 0.0389	0.0201 0.0344	0.0201 0.0398	0.0201 0.0550	0.0201 0.0679	0.0201 0.0614	0.0201 0.0445	0.0201 0.0351	0.0201 0.0364	0.0201 0.0459	0.0201 0.0538
$\alpha$	0.0357 0.0609	0.0339 0.0591	0.0328 0.0580	0.0341 0.0593	0.0365 0.0617	0.0378 0.0630	0.0385 0.0637	0.0350 0.0602	0.0330 0.0582	0.0333 0.0585	0.0352 0.0604	0.0363 0.0615
$\beta$	0.9007 0.8193	0.9024 0.8401	0.9034 0.8507	0.9022 0.8380	0.9000 0.8077	0.8987 0.7838	0.8981 0.7946	0.9014 0.8284	0.9032 0.8482	0.9029 0.8454	0.9012 0.8256	0.9001 0.8100
$f$	0.6486 0.3514	0.5765 0.4235	0.5682 0.4318	0.5780 0.4220	0.5975 0.4025	0.6092 0.3908	0.6160 0.3840	0.5850 0.4150	0.5696 0.4304	0.5722 0.4278	0.5869 0.4131	0.5962 0.4038
$\beta_m$	0.8718	0.8774	0.8794	0.8781	0.8682	0.8613	0.8647	0.8746	0.8793	0.8786	0.8738	0.8689
$q$ (Kcal/hr)	275.75	280.68	328.54	300.13	283.99	249.52	251.37	273.75	292.46	292.31	283.99	257.80

TABLA C.4.2.2.19

RADIACION TOTAL TRANSMITIDA POR LA CUBIERTA CUANDO  $\phi = 29.00$ ; 10H00-11H00

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	C.
ed (Kcal/hr)	316.30	319.90	373.60	341.80	327.10	289.70	290.70	313.00	332.60	332.70	325.00	296.70	70
5 (°)	29.20	25.21	22.77	25.66	30.96	33.91	35.52	27.61	23.18	23.95	28.13	30.62	52
c (°)	0.20	-3.79	-6.23	-3.34	1.96	4.91	6.52	-1.39	-5.82	-5.05	-0.87	1.62	52
	58.20	54.21	51.77	54.66	59.96	62.91	64.52	56.61	52.18	52.95	57.13	59.62	52
1-v (°)	0.13	-2.48	-4.08	-2.19	1.28	3.22	4.27	-0.91	-3.81	-3.31	-0.57	1.06	11
	33.84	32.11	30.98	32.31	34.56	35.69	36.27	33.17	31.18	31.53	33.39	34.43	12
r-ag (°)	0.15	-2.85	-4.68	-2.51	1.47	3.69	4.90	-1.05	-4.37	-3.79	-0.65	1.22	17
	39.72	37.58	36.20	37.83	40.61	42.02	42.75	38.89	36.44	36.88	39.16	40.44	12
30-rai (°)	0.20	-3.79	-6.23	-3.34	1.96	4.91	6.52	-1.39	-5.82	-5.05	-0.87	1.62	17
	58.20	54.21	51.77	54.66	59.96	62.91	64.52	56.61	52.18	52.95	57.13	59.62	17
1	0.0434	0.0434	0.0434	0.0434	0.0434	0.0434	0.0434	0.0434	0.0434	0.0434	0.0434	0.0434	4
	0.0853	0.0714	0.0652	0.0727	0.0933	0.1100	0.1015	0.0791	0.0661	0.0680	0.0810	0.0916	6
2	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	7
	0.0042	0.0058	0.0056	0.0058	0.0063	0.0067	0.0065	0.0060	0.0056	0.0057	0.0061	0.0063	8
3	0.0201	0.0201	0.0201	0.0201	0.0201	0.0201	0.0201	0.0201	0.0201	0.0201	0.0201	0.0201	1
	0.0523	0.0410	0.0361	0.0421	0.0590	0.0733	0.0660	0.0472	0.0369	0.0383	0.0488	0.0576	3
x	0.0352	0.0334	0.0323	0.0336	0.0360	0.0373	0.0381	0.0345	0.0325	0.0329	0.0347	0.0359	4
	0.0613	0.0595	0.0584	0.0597	0.0621	0.0634	0.0642	0.0606	0.0586	0.0590	0.0608	0.0620	4
z	0.9011	0.9028	0.9038	0.9026	0.9004	0.8992	0.8985	0.9018	0.9037	0.9033	0.9016	0.9005	2
	0.8128	0.8356	0.8460	0.8334	0.8002	0.7742	0.7862	0.8229	0.8444	0.8413	0.8197	0.8028	7
t	0.6549	0.5765	0.5682	0.5780	0.5975	0.6092	0.6160	0.5850	0.5696	0.5722	0.5869	0.5962	1
	0.3451	0.4235	0.4318	0.4220	0.4025	0.3908	0.3840	0.4150	0.4304	0.4278	0.4131	0.4038	1
$T_{em}$	0.8704	0.8757	0.8782	0.8752	0.8665	0.8594	0.8629	0.8727	0.8778	0.8771	0.8720	0.8673	2
q (Kcal/hr)	275.31	280.14	328.10	299.14	283.43	248.97	250.85	273.16	291.96	291.81	283.40	257.33	1

TABLA C.4.2.2.20



## RADIACION TOTAL TRANSMITIDA POR LA CUBIERTA CUANDO

 $\psi = 30.00$  :10H00-11H00

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
$G_{med}$ (Kcal/hr)	316.30	319.90	373.60	341.80	327.10	289.70	290.70	313.00	332.60	332.70	325.00	296.70
$\theta_{is}$ (°)	29.20	25.21	22.77	25.66	30.96	33.91	35.52	27.61	23.18	23.95	28.13	30.62
$\theta_{ic}$ (°)	-0.80 59.20	-4.79 55.21	-7.23 52.77	-4.34 55.66	0.96 60.96	3.91 63.91	5.52 65.52	-2.39 57.61	-6.82 53.18	-6.05 53.95	-1.87 58.13	0.62 60.62
$\theta_{ai-v}$ (°)	-0.52 34.26	-3.14 32.56	-4.73 31.45	-2.84 32.76	0.63 34.95	2.56 36.05	3.61 36.61	-1.57 33.60	-4.46 31.64	-3.96 31.99	-1.23 33.82	0.41 34.82
$\theta_{v-ag}$ (°)	-0.60 40.23	-3.60 38.13	-5.43 36.77	-3.26 38.38	0.72 41.10	2.94 42.47	4.15 43.18	-1.80 39.41	-5.12 37.01	-4.55 37.44	-1.41 39.68	0.47 40.93
$\theta_{ag-ai}$ (°)	-0.80 59.20	-4.79 55.21	-7.23 52.77	-4.34 55.66	0.96 60.96	3.91 63.91	5.52 65.52	-2.39 57.61	-6.82 53.18	-6.05 53.95	-1.87 58.13	0.62 60.62
$r_1$	0.0434 0.0897	0.0434 0.0744	0.0434 0.0675	0.0434 0.0758	0.0434 0.0984	0.0434 0.1168	0.0434 0.1075	0.0434 0.0829	0.0434 0.0686	0.0434 0.0707	0.0434 0.0850	0.0434 0.0966
$r_2$	0.0047 0.0063	0.0047 0.0059	0.0047 0.0057	0.0047 0.0059	0.0047 0.0064	0.0047 0.0068	0.0047 0.0066	0.0047 0.0061	0.0047 0.0057	0.0047 0.0058	0.0047 0.0064	0.0047 0.0068
$r_3$	0.0201 0.0559	0.0201 0.0434	0.0201 0.0380	0.0201 0.0446	0.0201 0.0633	0.0201 0.0792	0.0201 0.0711	0.0201 0.0503	0.0201 0.0388	0.0201 0.0404	0.0201 0.0521	0.0201 0.0618
$\alpha$	0.0348 0.0618	0.0330 0.0600	0.0319 0.0589	0.0332 0.0602	0.0356 0.0626	0.0369 0.0639	0.0376 0.0646	0.0341 0.0611	0.0321 0.0591	0.0324 0.0594	0.0343 0.0613	0.0354 0.0624
$\beta$	0.9016 0.8059	0.9032 0.8306	0.9043 0.8420	0.9030 0.8282	0.9008 0.7922	0.8996 0.7639	0.8989 0.7770	0.9022 0.8167	0.9041 0.8402	0.9038 0.8367	0.9020 0.8131	0.9010 0.7947
$f$	0.6613 0.3387	0.5765 0.4235	0.5682 0.4318	0.5780 0.4220	0.5975 0.4025	0.6092 0.3908	0.6160 0.3840	0.5850 0.4150	0.5696 0.4304	0.5722 0.4278	0.5869 0.4131	0.5962 0.4038
$\beta_m$	0.8683	0.8740	0.8767	0.8734	0.8649	0.8574	0.8610	0.8708	0.8762	0.8754	0.8700	0.8656
$q$ (Kcal/hr)	274.64	279.59	327.54	298.53	282.91	248.39	250.29	272.56	291.42	291.25	282.75	256.82

TABLA C.4.2.2.21

RADIACION TOTAL TRANSMITIDA POR LA CUBIERTA CUANDO  $\psi = \theta_{is}$  :10H00-11H00

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
$\theta_{med}$ (Kcal/hr)	316.30	319.90	373.60	341.80	327.10	289.70	290.70	313.00	332.60	332.70	325.00	296.70
$\theta_{is}$ (°)	29.20	25.21	22.77	25.66	30.96	33.91	35.52	27.61	23.18	23.95	28.13	30.62
$\theta_{ic}$ (°)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	58.40	50.42	45.54	51.32	61.92	67.82	71.04	55.22	46.36	47.90	56.26	61.24
$\theta_{ai-v}$ (°)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	33.93	30.34	27.89	30.77	35.32	37.36	38.30	32.56	28.31	29.09	33.02	35.06
$\theta_{v-ag}$ (°)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	39.82	35.42	32.46	35.94	41.56	44.13	45.32	38.14	32.97	33.91	38.70	41.23
$\theta_{ag-ai}$ (°)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	58.40	50.42	45.54	51.32	61.92	67.82	71.04	55.22	46.36	47.90	56.26	61.24
$r_1$	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	0.0861	0.0623	0.0545	0.0642	0.1039	0.1507	0.1254	0.0744	0.0556	0.0578	0.0779	0.1000
$r_2$	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	0.0062	0.0055	0.0052	0.0056	0.0065	0.0073	0.0069	0.0059	0.0053	0.0054	0.0060	0.0065
$r_3$	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	0.0530	0.0339	0.0280	0.0353	0.0680	0.1095	0.0876	0.0435	0.0288	0.0305	0.0462	0.0646
$\alpha$	0.0351	0.0351	0.0351	0.0351	0.0351	0.0351	0.0351	0.0351	0.0351	0.0351	0.0351	0.0351
	0.0614	0.0578	0.0556	0.0582	0.0630	0.0657	0.0671	0.0600	0.0560	0.0567	0.0605	0.0627
$\beta$	0.9649	0.9649	0.9649	0.9649	0.9649	0.9649	0.9649	0.9649	0.9649	0.9649	0.9649	0.9649
	0.8115	0.8510	0.8650	0.8478	0.7837	0.7142	0.7483	0.8305	0.8630	0.8589	0.8248	0.7897
$f$	0.6562	0.6108	0.5881	0.6154	0.6799	0.7259	0.7548	0.6368	0.5917	0.5986	0.6429	0.6752
	0.3438	0.3892	0.4119	0.3846	0.3201	0.2741	0.2452	0.3632	0.4083	0.4014	0.3571	0.3248
$\beta_{cm}$	0.9119	0.9205	0.9236	0.9197	0.9064	0.8951	0.9007	0.9159	0.9232	0.9222	0.9147	0.9076
$q$ (Kcal/hr)	288.43	294.47	345.06	314.35	296.48	259.31	261.83	286.68	307.06	306.82	297.28	269.28

TABLA C.4.2.2.22

RADIACION TOTAL TRANSMITIDA POR LA CUBIERTA CUANDO  $\psi = 10.00$  :11H00-12H00

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
$G_{min}$ (Kcal/hr)	361.30	360.00	455.90	382.00	378.20	320.60	315.00	383.00	387.10	377.80	360.30	383.00
$\theta_{is}$ (°)	21.17	14.88	9.20	15.40	23.34	27.23	25.42	18.53	10.16	12.30	19.60	23.16
$\theta_{ic}$ (°)	11.17 31.17	4.88 24.88	-0.80 19.20	5.40 25.40	13.34 33.34	17.23 37.23	15.42 35.42	8.53 28.53	0.16 20.16	2.30 22.30	9.60 29.60	13.16 33.16
$\theta_{ai-v}$ (°)	7.29 19.83	3.20 16.00	-0.52 12.45	3.54 16.32	8.70 21.11	11.19 23.36	10.03 22.32	5.58 18.24	0.10 13.05	1.51 14.40	6.27 18.89	8.58 21.00
$\theta_{v-ag}$ (°)	8.38 22.90	3.67 18.44	-0.60 14.32	4.06 18.81	9.99 24.41	12.87 27.06	11.53 25.83	6.40 21.05	0.12 15.02	1.73 16.58	7.20 21.80	9.86 24.28
$\theta_{ag-ai}$ (°)	11.17 31.17	4.88 24.88	-0.80 19.20	5.40 25.40	13.34 33.34	17.23 37.23	15.42 35.42	8.53 28.53	0.16 20.16	2.30 22.30	9.60 29.60	13.16 33.16
$r_1$	0.0434 0.0452	0.0434 0.0441	0.0434 0.0436	0.0434 0.0441	0.0434 0.0459	0.0434 0.0476	0.0434 0.0467	0.0434 0.0446	0.0434 0.0436	0.0434 0.0438	0.0434 0.0448	0.0434 0.0458
$r_2$	0.0047 0.0048	0.0047 0.0048	0.0047 0.0047	0.0047 0.0048	0.0047 0.0049	0.0047 0.0049	0.0047 0.0049	0.0047 0.0048	0.0047 0.0047	0.0047 0.0047	0.0047 0.0048	0.0047 0.0049
$r_3$	0.0201 0.0213	0.0201 0.0205	0.0201 0.0202	0.0201 0.0206	0.0201 0.0218	0.0201 0.0229	0.0201 0.0223	0.0201 0.0209	0.0201 0.0202	0.0201 0.0203	0.0201 0.0211	0.0201 0.0217
$\alpha$	0.0402 0.0492	0.0373 0.0463	0.0348 0.0438	0.0376 0.0466	0.0411 0.0501	0.0429 0.0519	0.0421 0.0511	0.0390 0.0480	0.0352 0.0442	0.0362 0.0452	0.0395 0.0485	0.0411 0.0501
$\beta$	0.8965 0.8854	0.8992 0.8897	0.9016 0.8929	0.8989 0.8894	0.8956 0.8833	0.8940 0.8792	0.8947 0.8813	0.8976 0.8874	0.9012 0.8925	0.9003 0.8913	0.8972 0.8866	0.8957 0.8836
$f$	0.5341 0.4659	0.5432 0.4568	0.5263 0.4737	0.5447 0.4553	0.5701 0.4299	0.5836 0.4164	0.5772 0.4228	0.5545 0.4455	0.5291 0.4709	0.5354 0.4646	0.5578 0.4422	0.5695 0.4305
$\beta_{cm}$	0.8912	0.8946	0.8969	0.8943	0.8898	0.8870	0.8884	0.8927	0.8968	0.8958	0.8920	0.8900
$q$ (Kcal/hr)	321.99	322.06	408.90	341.62	336.52	284.37	279.85	341.90	347.15	338.43	321.39	340.87

TABLA C-4.2.3.1

RADIACION TOTAL TRANSMITIDA POR LA CUBIERTA CUANDO  $\psi = 11.00 : 11H00-12H00$ 

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
$G_{min}$ (Kcal/hr)	361.30	360.00	455.90	382.00	378.20	320.60	315.00	383.00	387.10	377.80	360.30	383.00
$\theta_{is}$ (°)	21.17	14.88	9.20	15.40	23.34	27.23	25.42	18.53	10.16	12.30	19.60	23.16
$\theta_{ic}$ (°)	10.17 32.17	3.88 25.88	-1.80 20.20	4.40 26.40	12.34 34.34	16.23 38.23	14.42 36.42	7.53 29.53	-0.84 21.16	1.30 23.30	8.60 30.60	12.16 34.16
$\theta_{ai-v}$ (°)	6.64 20.42	2.54 16.62	-1.18 13.08	2.88 16.94	8.05 21.69	10.55 23.92	9.39 22.90	4.93 18.84	-0.55 13.68	0.85 15.02	5.62 19.49	7.93 21.59
$\theta_{v-ag}$ (°)	7.63 23.60	2.92 19.16	-1.35 15.05	3.31 19.53	9.25 25.10	12.13 27.73	10.79 26.51	5.65 21.75	-0.63 15.75	0.98 17.30	6.46 22.50	9.11 24.97
$\theta_{ag-ai}$ (°)	10.17 32.17	3.88 25.88	-1.80 20.20	4.40 26.40	12.34 34.34	16.23 38.23	14.42 36.42	7.53 29.53	-0.84 21.16	1.30 23.30	8.60 30.60	12.16 34.16
$r_1$	0.0434 0.0455	0.0434 0.0442	0.0434 0.0436	0.0434 0.0443	0.0434 0.0463	0.0434 0.0481	0.0434 0.0472	0.0434 0.0448	0.0434 0.0437	0.0434 0.0439	0.0434 0.0451	0.0434 0.0462
$r_2$	0.0047 0.0048	0.0047 0.0048	0.0047 0.0047	0.0047 0.0048	0.0047 0.0049	0.0047 0.0050	0.0047 0.0049	0.0047 0.0048	0.0047 0.0047	0.0047 0.0047	0.0047 0.0048	0.0047 0.0049
$r_3$	0.0201 0.0215	0.0201 0.0206	0.0201 0.0202	0.0201 0.0207	0.0201 0.0220	0.0201 0.0233	0.0201 0.0227	0.0201 0.0210	0.0201 0.0203	0.0201 0.0204	0.0201 0.0212	0.0201 0.0220
$\alpha$	0.0397 0.0496	0.0369 0.0468	0.0343 0.0442	0.0371 0.0470	0.0407 0.0506	0.0424 0.0523	0.0416 0.0515	0.0385 0.0484	0.0348 0.0447	0.0357 0.0456	0.0390 0.0489	0.0406 0.0505
$\beta$	0.8969 0.8845	0.8996 0.8891	0.9020 0.8925	0.8994 0.8887	0.8960 0.8824	0.8944 0.8779	0.8952 0.8801	0.8981 0.8867	0.9016 0.8919	0.9007 0.8907	0.8976 0.8858	0.8961 0.8825
$f$	0.5376 0.4624	0.5432 0.4568	0.5263 0.4737	0.5447 0.4553	0.5701 0.4299	0.5836 0.4164	0.5772 0.4228	0.5545 0.4455	0.5291 0.4709	0.5354 0.4646	0.5578 0.4422	0.5695 0.4305
$\beta_{cm}$	0.8911	0.8945	0.8964	0.8943	0.8896	0.8868	0.8882	0.8926	0.8964	0.8958	0.8920	0.8898
$q$ (Kcal/hr)	321.95	322.02	408.67	341.62	336.45	284.31	279.78	341.87	347.00	338.43	321.39	340.79

TABLA C-4.2.3.2

RADIACION TOTAL TRANSMITIDA POR LA CUBIERTA CUANDO  $\psi = 12.00$  :11H00-12H00

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
$G_{min}$ (Kcal/hr)	361.30	360.00	455.90	382.00	378.20	320.60	315.00	383.00	387.10	377.80	360.30	383.00
$\theta_{is}$ (°)	21.17	14.88	9.20	15.40	23.34	27.23	25.42	18.53	10.16	12.30	19.60	23.16
$\theta_{ic}$ (°)	9.17 33.17	2.88 26.88	-2.80 21.20	3.40 27.40	11.34 35.34	15.23 39.23	13.42 37.42	6.53 30.53	-1.84 22.16	0.30 24.30	7.60 31.60	11.16 35.16
$\theta_{ai-v}$ (°)	5.99 21.01	1.89 17.23	-1.83 13.71	2.23 17.55	7.40 22.27	9.91 24.48	8.75 23.47	4.27 19.44	-1.21 14.31	0.20 15.64	4.97 20.08	7.29 22.17
$\theta_{v-ag}$ (°)	6.88 24.29	2.17 19.87	-2.10 15.78	2.56 20.24	8.50 25.78	11.39 28.39	10.05 27.19	4.91 22.45	-1.38 16.48	0.23 18.02	5.71 23.20	8.37 25.66
$\theta_{ag-ai}$ (°)	9.17 33.17	2.88 26.88	-2.80 21.20	3.40 27.40	11.34 35.34	15.23 39.23	13.42 37.42	6.53 30.53	-1.84 22.16	0.30 24.30	7.60 31.60	11.16 35.16
$r_1$	0.0434 0.0458	0.0434 0.0443	0.0434 0.0437	0.0434 0.0444	0.0434 0.0467	0.0435 0.0487	0.0434 0.0477	0.0434 0.0451	0.0434 0.0438	0.0434 0.0440	0.0434 0.0453	0.0434 0.0466
$r_2$	0.0047 0.0049	0.0047 0.0048	0.0047 0.0047	0.0047 0.0048	0.0047 0.0049	0.0047 0.0050	0.0047 0.0049	0.0047 0.0048	0.0047 0.0047	0.0047 0.0048	0.0047 0.0048	0.0047 0.0049
$r_3$	0.0201 0.0217	0.0201 0.0207	0.0201 0.0203	0.0201 0.0208	0.0201 0.0223	0.0201 0.0238	0.0201 0.0230	0.0201 0.0212	0.0201 0.0203	0.0201 0.0205	0.0201 0.0214	0.0201 0.0223
$\alpha$	0.0393 0.0501	0.0364 0.0472	0.0339 0.0447	0.0367 0.0475	0.0402 0.0510	0.0420 0.0528	0.0412 0.0520	0.0381 0.0489	0.0343 0.0451	0.0353 0.0461	0.0386 0.0494	0.0402 0.0510
$\beta$	0.8974 0.8836	0.9000 0.8885	0.9024 0.8919	0.8998 0.8881	0.8964 0.8813	0.8947 0.8765	0.8956 0.8789	0.8985 0.8858	0.9020 0.8914	0.9011 0.8900	0.8980 0.8850	0.8965 0.8815
$f$	0.5412 0.4588	0.5432 0.4568	0.5263 0.4737	0.5447 0.4553	0.5701 0.4299	0.5836 0.4164	0.5772 0.4228	0.5545 0.4455	0.5291 0.4709	0.5354 0.4646	0.5578 0.4422	0.5695 0.4305
$\tau_{on}$	0.8909	0.8927	0.8960	0.8942	0.8895	0.8865	0.8879	0.8925	0.8968	0.8958	0.8919	0.8896
$q$ (Kcal/hr)	321.88	321.37	408.49	341.58	336.41	284.21	279.69	341.83	347.15	338.43	321.35	340.72

TABLA C.4.2.3.3

## RADIACION TOTAL TRANSMITIDA POR LA CUBIERTA CUANDO

$\psi = 13.00 : 11H00-12H00$

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
$G_{min}$ (Kcal/hr)	361.30	360.00	455.90	382.00	378.20	320.60	315.00	383.00	387.10	377.80	360.30	383.00
$\theta_{is}$ (°)	21.17	14.88	9.20	15.40	23.34	27.23	25.42	18.53	10.16	12.30	19.60	23.16
$\theta_{ic}$ (°)	8.17 34.17	1.88 27.88	-3.80 22.20	2.40 28.40	10.34 36.34	14.23 40.23	12.42 38.42	5.53 31.53	-2.84 23.16	-0.70 25.30	6.60 32.60	10.16 36.16
$\theta_{ai-v}$ (°)	5.34 21.60	1.23 17.84	-2.49 14.34	1.57 18.16	6.75 22.85	9.27 25.04	8.10 24.03	3.62 20.04	-1.86 14.94	-0.46 16.26	4.32 20.67	6.64 22.75
$\theta_{v-ag}$ (°)	6.13 24.98	1.41 20.58	-2.86 16.50	1.80 20.95	7.76 26.46	10.65 29.05	9.31 27.85	4.16 23.15	-2.13 17.20	-0.53 18.74	4.96 23.90	7.62 26.34
$\theta_{ag-ai}$ (°)	8.17 34.17	1.88 27.88	-3.80 22.20	2.40 28.40	10.34 36.34	14.23 40.23	12.42 38.42	5.53 31.53	-2.84 23.16	-0.70 25.30	6.60 32.60	10.16 36.16
$r_1$	0.0434 0.0462	0.0434 0.0445	0.0434 0.0438	0.0434 0.0446	0.0434 0.0471	0.0434 0.0494	0.0434 0.0482	0.0434 0.0453	0.0434 0.0439	0.0434 0.0441	0.0434 0.0456	0.0434 0.0470
$r_2$	0.0047 0.0049	0.0047 0.0048	0.0047 0.0047	0.0047 0.0048	0.0047 0.0049	0.0047 0.0050	0.0047 0.0050	0.0047 0.0048	0.0047 0.0047	0.0047 0.0048	0.0047 0.0048	0.0047 0.0049
$r_3$	0.0201 0.0220	0.0201 0.0208	0.0201 0.0203	0.0201 0.0209	0.0201 0.0226	0.0201 0.0243	0.0201 0.0234	0.0201 0.0214	0.0201 0.0204	0.0201 0.0206	0.0201 0.0216	0.0201 0.0226
$\alpha$	0.0388 0.0505	0.0360 0.0477	0.0334 0.0451	0.0362 0.0479	0.0398 0.0515	0.0415 0.0532	0.0407 0.0524	0.0376 0.0493	0.0339 0.0456	0.0348 0.0465	0.0381 0.0498	0.0397 0.0514
$\beta$	0.8978 0.8825	0.9004 0.8878	0.9028 0.8913	0.9002 0.8874	0.8969 0.8803	0.8952 0.8751	0.8960 0.8777	0.8989 0.8850	0.9024 0.8908	0.9015 0.8894	0.8984 0.8841	0.8969 0.8804
$f$	0.5447 0.4553	0.5432 0.4568	0.5263 0.4737	0.5447 0.4553	0.5701 0.4299	0.5836 0.4164	0.5772 0.4228	0.5545 0.4455	0.5291 0.4709	0.5354 0.4646	0.5578 0.4422	0.5695 0.4305
$\beta_{cm}$	0.8907	0.8944	0.8956	0.8942	0.8893	0.8862	0.8877	0.8924	0.8955	0.8954	0.8917	0.8894
$q$ (Kcal/hr)	321.81	321.98	408.30	341.58	336.33	284.12	279.63	341.79	346.65	338.28	321.28	340.64

TABLA C-4.2.3.4

RADIACION TOTAL TRANSMITIDA POR LA CUBIERTA CUANDO  $\psi = 14.00$  :11H00-12H00

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
$\theta_{min}$ (Kcal/hr)	361.30	360.00	455.90	382.00	378.20	320.60	315.00	383.00	387.10	377.80	360.30	383.00
$\theta_{is}$ (°)	21.17	14.88	9.20	15.40	23.34	27.23	25.42	18.53	10.16	12.30	19.60	23.16
$\theta_{ic}$ (°)	7.17 35.17	0.88 28.88	-4.80 23.20	1.40 29.40	9.34 37.34	13.23 41.23	11.42 39.42	4.53 32.53	-3.84 24.16	-1.70 26.30	5.60 33.60	9.16 37.16
$\theta_{ai-v}$ (°)	4.69 22.18	0.58 18.45	-3.14 14.96	0.92 18.77	6.11 23.42	8.63 25.59	7.46 24.59	2.97 20.63	-2.52 15.56	-1.11 16.88	3.67 21.26	5.99 23.32
$\theta_{v-ag}$ (°)	5.38 25.66	0.66 21.29	-3.61 17.23	1.05 21.66	7.01 27.13	9.91 29.71	8.56 28.52	3.40 23.85	-2.89 17.92	-1.28 19.46	4.21 24.59	6.87 27.01
$\theta_{ag-ai}$ (°)	7.17 35.17	0.88 28.88	-4.80 23.20	1.40 29.40	9.34 37.34	13.23 41.23	11.42 39.42	4.53 32.53	-3.84 24.16	-1.70 26.30	5.60 33.60	9.16 37.16
$r_1$	0.0434 0.0466	0.0434 0.0447	0.0434 0.0439	0.0434 0.0448	0.0434 0.0476	0.0434 0.0502	0.0434 0.0489	0.0434 0.0456	0.0434 0.0440	0.0434 0.0442	0.0434 0.0460	0.0434 0.0475
$r_2$	0.0047 0.0049	0.0047 0.0048	0.0047 0.0047	0.0047 0.0048	0.0047 0.0049	0.0047 0.0051	0.0047 0.0059	0.0047 0.0048	0.0047 0.0047	0.0047 0.0048	0.0047 0.0049	0.0047 0.0049
$r_3$	0.0201 0.0223	0.0201 0.0209	0.0201 0.0204	0.0201 0.0210	0.0201 0.0230	0.0201 0.0248	0.0201 0.0239	0.0201 0.0216	0.0201 0.0205	0.0201 0.0206	0.0201 0.0219	0.0201 0.0229
$\alpha$	0.0384 0.0510	0.0355 0.0481	0.0330 0.0456	0.0358 0.0484	0.0393 0.0519	0.0411 0.0537	0.0403 0.0529	0.0372 0.0498	0.0334 0.0460	0.0344 0.0470	0.0377 0.0503	0.0393 0.0519
$\beta$	0.8982 0.8815	0.9008 0.8871	0.9032 0.8907	0.9006 0.8867	0.8973 0.8791	0.8957 0.8734	0.8964 0.8755	0.8993 0.8842	0.9028 0.8902	0.9019 0.8889	0.8989 0.8830	0.8974 0.8793
$f$	0.5483 0.4517	0.5432 0.4568	0.5263 0.4737	0.5447 0.4553	0.5701 0.4299	0.5836 0.4164	0.5772 0.4228	0.5545 0.4455	0.5291 0.4709	0.5354 0.4646	0.5578 0.4422	0.5695 0.4305
$\beta_{cm}$	0.8906	0.8944	0.8950	0.8941	0.8890	0.8858	0.8874	0.8923	0.8951	0.8949	0.8916	0.8892
$q$ (Kcal/hr)	321.77	321.98	408.03	241.55	336.22	283.99	279.53	341.75	346.49	338.09	321.24	340.56

TABLA C-4.2.3.5

RADIACION TOTAL TRANSMITIDA POR LA CUBIERTA CUANDO  $\psi = 15.00$  :11H00-12H00

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
$G_{min}$ (Kcal/hr)	361.30	360.00	455.90	382.00	378.20	320.60	315.00	383.00	387.10	377.80	360.30	383.00
$\theta_{is}$ (°)	21.17	14.88	9.20	15.40	23.34	27.23	25.42	18.53	10.16	12.30	19.60	23.16
$\theta_{ic}$ (°)	6.17 36.17	-0.12 29.88	-5.80 24.20	0.40 30.40	8.34 38.34	12.23 42.23	10.42 40.42	3.53 33.53	-4.84 25.16	-2.70 27.30	4.60 34.60	8.16 38.16
$\theta_{ai-v}$ (°)	4.04 22.75	-0.08 19.05	-3.80 15.58	0.26 19.37	5.45 23.99	7.98 26.13	6.81 25.14	2.31 21.22	-3.17 16.18	-1.77 17.49	3.01 21.85	5.34 23.88
$\theta_{v-ag}$ (°)	4.64 26.34	-0.09 22.00	-4.36 17.95	0.30 22.36	6.26 27.80	9.16 30.35	7.82 29.18	2.65 24.54	-3.64 18.64	-2.03 20.17	3.46 25.27	6.13 27.68
$\theta_{ag-ai}$ (°)	6.17 36.17	-0.12 29.88	-5.80 24.20	0.40 30.40	8.34 38.34	12.23 42.23	10.42 40.42	3.53 33.53	-4.84 25.16	-2.70 27.30	4.60 34.60	8.16 38.16
$r_1$	0.0434 0.0470	0.0434 0.0449	0.0434 0.0440	0.0434 0.0450	0.0434 0.0482	0.0434 0.0510	0.0434 0.0496	0.0434 0.0460	0.0434 0.0441	0.0434 0.0444	0.0434 0.0464	0.0434 0.0481
$r_2$	0.0047 0.0049	0.0047 0.0048	0.0047 0.0047	0.0047 0.0048	0.0047 0.0050	0.0047 0.0051	0.0047 0.0050	0.0047 0.0049	0.0047 0.0048	0.0047 0.0048	0.0047 0.0049	0.0047 0.0050
$r_3$	0.0201 0.0226	0.0201 0.0211	0.0201 0.0205	0.0201 0.0212	0.0201 0.0234	0.0201 0.0254	0.0201 0.0244	0.0201 0.0218	0.0201 0.0205	0.0201 0.0208	0.0201 0.0221	0.0201 0.0233
$\alpha$	0.0379 0.0514	0.0351 0.0486	0.0325 0.0460	0.0353 0.0488	0.0389 0.0524	0.0406 0.0541	0.0398 0.0533	0.0367 0.0502	0.0330 0.0465	0.0339 0.0474	0.0372 0.0507	0.0388 0.0523
$\beta$	0.8986 0.8804	0.9013 0.8863	0.9037 0.8901	0.9011 0.8860	0.8977 0.8777	0.8961 0.8718	0.8968 0.8747	0.8997 0.8831	0.9033 0.8896	0.9024 0.8881	0.8993 0.8821	0.8978 0.8779
$f$	0.5519 0.4481	0.5432 0.4568	0.5263 0.4737	0.5447 0.4553	0.5701 0.4299	0.5836 0.4164	0.5772 0.4228	0.5545 0.4455	0.5291 0.4709	0.5354 0.4646	0.5578 0.4422	0.5695 0.4305
$G_{m}$	0.8904	0.8942	0.8945	0.8940	0.8888	0.8854	0.8871	0.8921	0.8945	0.8944	0.8914	0.8889
$q$ (Kcal/hr)	321.70	321.91	407.80	341.51	336.14	283.84	279.44	341.67	346.26	337.90	321.17	340.45

TABLA C-4.2.3.6



RADIACION TOTAL TRANSMITIDA POR LA CUBIERTA CUANDO  $\psi = 16.00$  :11H00-12H00

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
$G_{min}$ (Kcal/hr)	361.30	360.00	455.90	382.00	378.20	320.60	315.00	383.00	387.10	377.80	360.30	383.00
$\theta_{is}$ (°)	21.17	14.88	9.20	15.40	23.34	27.23	25.42	18.53	10.16	12.30	19.60	23.16
$\theta_{ic}$ (°)	5.17 37.17	-1.12 30.88	-6.80 25.20	-0.60 31.40	7.34 39.34	11.23 43.23	9.42 41.42	2.53 34.53	-5.84 26.16	-3.70 28.30	3.60 35.60	7.16 39.16
$\theta_{ai-v}$ (°)	3.39 23.32	-0.73 19.65	-4.45 16.20	-0.39 19.96	4.80 24.55	7.33 26.67	6.16 25.69	1.66 21.81	-3.82 16.79	-2.42 18.10	2.36 22.42	4.69 24.44
$\theta_{v-ag}$ (°)	3.88 27.02	-0.84 22.70	-5.11 18.67	-0.45 23.06	5.51 28.47	8.42 31.00	7.07 29.83	1.90 25.23	-4.39 19.36	-2.78 20.88	2.71 25.96	5.38 28.35
$\theta_{ag-ai}$ (°)	5.17 37.17	-1.12 30.88	-6.80 25.20	-0.60 31.40	7.34 39.34	11.23 43.23	9.42 41.42	2.53 34.53	-5.84 26.16	-3.70 28.30	3.60 35.60	7.16 39.16
$r_1$	0.0434 0.0475	0.0434 0.0452	0.0434 0.0441	0.0434 0.0453	0.0434 0.0488	0.0434 0.0520	0.0434 0.0504	0.0434 0.0463	0.0434 0.0442	0.0434 0.0446	0.0434 0.0468	0.0434 0.0487
$r_2$	0.0047 0.0049	0.0047 0.0048	0.0047 0.0048	0.0047 0.0048	0.0047 0.0050	0.0047 0.0051	0.0047 0.0051	0.0047 0.0049	0.0047 0.0048	0.0047 0.0048	0.0047 0.0049	0.0047 0.0050
$r_3$	0.0201 0.0229	0.0201 0.0213	0.0201 0.0205	0.0201 0.0214	0.0201 0.0238	0.0201 0.0261	0.0201 0.0249	0.0201 0.0221	0.0201 0.0206	0.0201 0.0209	0.0201 0.0224	0.0201 0.0237
$\alpha$	0.0375 0.0519	0.0346 0.0490	0.0321 0.0465	0.0349 0.0493	0.0384 0.0528	0.0402 0.0546	0.0394 0.0538	0.0363 0.0507	0.0325 0.0469	0.0335 0.0479	0.0368 0.0512	0.0384 0.0528
$\beta$	0.8990 0.8793	0.9017 0.8855	0.9041 0.8896	0.9015 0.8851	0.8981 0.8764	0.8965 0.8699	0.8973 0.8731	0.9002 0.8822	0.9037 0.8890	0.9028 0.8875	0.8997 0.8810	0.8982 0.8766
$f$	0.5555 0.4445	0.5432 0.4568	0.5263 0.4737	0.5447 0.4553	0.5701 0.4299	0.5836 0.4164	0.5772 0.4228	0.5545 0.4455	0.5291 0.4709	0.5354 0.4646	0.5578 0.4422	0.5695 0.4305
$\beta_{cm}$	0.8902	0.8936	0.8941	0.8936	0.8885	0.8850	0.8867	0.8920	0.8940	0.8939	0.8913	0.8886
$q$ (Kcal/hr)	321.63	321.70	407.62	341.16	336.03	283.73	279.31	341.64	346.07	337.72	321.14	340.33

TABLA C-4.2.3.7

RADIACION TOTAL TRANSMITIDA POR LA CUBIERTA CUANDO  $\psi = 17.00$  :11H00-12H00

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
$G_{min}$ (Kcal/hr)	361.30	360.00	455.90	382.00	378.20	320.60	315.00	383.00	387.10	377.80	360.30	383.00
$\theta_{is}$ (°)	21.17	14.88	9.20	15.40	23.34	27.23	25.42	18.53	10.16	12.30	19.60	23.16
$\theta_{ic}$ (°)	4.17 38.17	-2.12 31.88	-7.80 26.20	-1.60 32.40	6.34 40.34	10.23 44.23	8.42 42.42	1.53 35.53	-6.84 27.16	-4.70 29.30	2.60 36.60	6.16 40.16
$\theta_{ai-v}$ (°)	2.73 23.89	-1.39 20.25	-5.10 16.82	-1.05 20.56	4.15 25.10	6.68 27.20	5.51 26.23	1.00 22.38	-4.48 17.41	-3.08 18.71	1.70 23.00	4.03 25.00
$\theta_{v-ag}$ (°)	3.13 27.69	-1.59 23.40	-5.86 19.39	-1.20 23.76	4.76 29.12	7.67 31.63	6.32 30.48	1.15 25.91	-5.14 20.07	-3.53 21.59	1.95 26.63	4.63 29.01
$\theta_{ag-ai}$ (°)	4.17 38.17	-2.12 31.88	-7.80 26.20	-1.60 32.40	6.34 40.34	10.23 44.23	8.42 42.42	1.53 35.53	-6.84 27.16	-4.70 29.30	2.60 36.60	6.16 40.16
$r_1$	0.0434 0.0481	0.0434 0.0454	0.0434 0.0442	0.0434 0.0456	0.0434 0.0459	0.0434 0.0530	0.0434 0.0512	0.0434 0.0467	0.0434 0.0444	0.0434 0.0448	0.0434 0.0472	0.0434 0.0494
$r_2$	0.0047 0.0050	0.0047 0.0048	0.0047 0.0048	0.0047 0.0048	0.0047 0.0050	0.0047 0.0052	0.0047 0.0051	0.0047 0.0049	0.0047 0.0048	0.0047 0.0048	0.0047 0.0049	0.0047 0.0050
$r_3$	0.0201 0.0233	0.0201 0.0214	0.0201 0.0206	0.0201 0.0216	0.0201 0.0243	0.0201 0.0269	0.0201 0.0256	0.0201 0.0224	0.0201 0.0207	0.0201 0.0210	0.0201 0.0227	0.0201 0.0242
$\alpha$	0.0370 0.0523	0.0342 0.0495	0.0316 0.0469	0.0344 0.0497	0.0380 0.0533	0.0397 0.0550	0.0389 0.0542	0.0358 0.0511	0.0321 0.0474	0.0330 0.0483	0.0363 0.0516	0.0379 0.0532
$\beta$	0.8995 0.8779	0.9021 0.8848	0.9045 0.8890	0.9019 0.8842	0.8986 0.8782	0.8969 0.8678	0.8977 0.8714	0.9006 0.8812	0.9041 0.8883	0.9032 0.8868	0.9001 0.8800	0.8986 0.8752
$f$	0.5592 0.4408	0.5432 0.4568	0.5263 0.4737	0.5447 0.4553	0.5701 0.4299	0.5836 0.4164	0.5772 0.4228	0.5545 0.4455	0.5291 0.4709	0.5354 0.4646	0.5578 0.4422	0.5695 0.4305
$\beta_m$	0.8899	0.8931	0.8936	0.8930	0.8882	0.8845	0.8863	0.8917	0.8935	0.8933	0.8911	0.8883
$q$ (Kcal/hr)	321.52	321.52	407.39	341.13	335.92	283.57	279.18	341.52	345.87	337.49	321.06	340.22

TABLA C-4.2.3.8

RADIACION TOTAL TRANSMITIDA POR LA CUBIERTA CUANDO  $\psi = 18.00$  :11H00-12H00

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
$G_{min}$ (Kcal/hr)	361.30	360.00	455.90	382.00	378.20	320.60	315.00	383.00	387.10	377.80	360.30	383.00
$\theta_{is}$ (°)	21.17	14.88	9.20	15.40	23.34	27.23	25.42	18.53	10.16	12.30	19.60	23.16
$\theta_{ic}$ (°)	4.17 38.17	-2.12 31.88	-7.80 26.20	-1.60 32.40	6.34 40.34	10.23 44.23	8.42 42.42	1.53 35.53	-6.84 27.16	-4.70 29.30	2.60 36.60	6.16 40.16
$\theta_{ai-v}$ (°)	2.73 23.89	-1.39 20.25	-5.10 16.82	-1.05 20.56	4.15 25.10	6.68 27.20	5.51 26.23	1.00 22.38	-4.48 17.41	-3.08 18.71	1.70 23.00	4.03 25.00
$\theta_{v-ag}$ (°)	3.13 27.69	-1.59 23.40	-5.86 19.39	-1.20 23.76	4.76 29.12	7.67 31.63	6.32 30.48	1.15 25.91	-5.14 20.07	-3.53 21.59	1.95 26.63	4.63 29.01
$\theta_{ag-ai}$ (°)	4.17 38.17	-2.12 31.88	-7.80 26.20	-1.60 32.40	6.34 40.34	10.23 44.23	8.42 42.42	1.53 35.53	-6.84 27.16	-4.70 29.30	2.60 36.60	6.16 40.16
$r_1$	0.0434 0.0487	0.0434 0.0457	0.0434 0.0444	0.0434 0.0459	0.0434 0.0503	0.0434 0.0542	0.0434 0.0522	0.0434 0.0472	0.0434 0.0446	0.0434 0.0450	0.0434 0.0478	0.0434 0.0501
$r_2$	0.0047 0.0050	0.0047 0.0048	0.0047 0.0048	0.0047 0.0049	0.0047 0.0051	0.0047 0.0052	0.0047 0.0051	0.0047 0.0049	0.0047 0.0048	0.0047 0.0048	0.0047 0.0049	0.0047 0.0051
$r_3$	0.0201 0.0237	0.0201 0.0217	0.0201 0.0207	0.0201 0.0218	0.0201 0.0249	0.0201 0.0277	0.0201 0.0263	0.0201 0.0227	0.0201 0.0209	0.0201 0.0212	0.0201 0.0231	0.0201 0.0248
$\alpha$	0.0370 0.0523	0.0342 0.0495	0.0316 0.0469	0.0344 0.0497	0.0380 0.0533	0.0397 0.0550	0.0389 0.0542	0.0358 0.0511	0.0321 0.0474	0.0330 0.0483	0.0363 0.0516	0.0379 0.0532
$\beta$	0.8995 0.8771	0.9021 0.8843	0.9045 0.8887	0.9019 0.8837	0.8986 0.8736	0.8969 0.8661	0.8977 0.8699	0.9006 0.8804	0.9041 0.8879	0.9032 0.8864	0.9001 0.8791	0.8986 0.8740
$f$	0.5592 0.4408	0.5432 0.4568	0.5263 0.4737	0.5447 0.4553	0.5701 0.4299	0.5836 0.4164	0.5772 0.4228	0.5545 0.4455	0.5291 0.4709	0.5354 0.4646	0.5578 0.4422	0.5695 0.4305
$\beta_{cm}$	0.8896	0.8925	0.8930	0.8924	0.8878	0.8840	0.8859	0.8915	0.8930	0.8928	0.8908	0.8880
$q$ (Kcal/hr)	321.41	321.30	407.12	340.90	335.77	283.41	279.06	341.44	345.68	337.30	320.96	340.10

TABLA C-4.2.3.9

RADIACION TOTAL TRANSMITIDA POR LA CUBIERTA CUANDO  $\psi = 19.00$  :11H00-12H00

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
$\theta_{min}$ (Kcal/hr)	361.30	360.00	455.90	382.00	378.20	320.60	315.00	383.00	387.10	377.80	360.30	383.00
$\theta_{is}$ (°)	21.17	14.88	9.20	15.40	23.34	27.23	25.42	18.53	10.16	12.30	19.60	23.16
$\theta_{ic}$ (°)	4.17 38.17	-2.12 31.88	-7.80 26.20	-1.60 32.40	6.34 40.34	10.23 44.23	8.42 42.42	1.53 35.53	-6.84 27.16	-4.70 29.30	2.60 36.60	6.16 40.16
$\theta_{ai-v}$ (°)	2.73 23.89	-1.39 20.25	-5.10 16.82	-1.05 20.56	4.15 25.10	6.68 27.20	5.51 26.23	1.00 22.38	-4.48 17.41	-3.08 18.71	1.70 23.00	4.03 25.00
$\theta_{v-ag}$ (°)	3.13 27.69	-1.59 23.40	-5.86 19.39	-1.20 23.76	4.76 29.12	7.67 31.63	6.32 30.48	1.15 25.91	-5.14 20.07	-3.53 21.59	1.95 26.63	4.63 29.01
$\theta_{ag-ai}$ (°)	4.17 38.17	-2.12 31.88	-7.80 26.20	-1.60 32.40	6.34 40.34	10.23 44.23	8.42 42.42	1.53 35.53	-6.84 27.16	-4.70 29.30	2.60 36.60	6.16 40.16
$r_1$	0.0434 0.0494	0.0434 0.0461	0.0434 0.0446	0.0434 0.0463	0.0434 0.0511	0.0434 0.0554	0.0434 0.0532	0.0434 0.0477	0.0434 0.0448	0.0434 0.0453	0.0434 0.0483	0.0434 0.0510
$r_2$	0.0047 0.0050	0.0047 0.0048	0.0047 0.0048	0.0047 0.0049	0.0047 0.0051	0.0047 0.0052	0.0047 0.0051	0.0047 0.0049	0.0047 0.0048	0.0047 0.0048	0.0047 0.0049	0.0047 0.0051
$r_3$	0.0201 0.0242	0.0201 0.0219	0.0201 0.0209	0.0201 0.0220	0.0201 0.0253	0.0201 0.0287	0.0201 0.0270	0.0201 0.0231	0.0201 0.0210	0.0201 0.0213	0.0201 0.0235	0.0201 0.0254
$\alpha$	0.0370 0.0523	0.0342 0.0495	0.0316 0.0469	0.0344 0.0497	0.0380 0.0533	0.0397 0.0550	0.0389 0.0542	0.0358 0.0511	0.0321 0.0474	0.0330 0.0483	0.0363 0.0516	0.0379 0.0532
$\beta$	0.8995 0.8760	0.9021 0.8837	0.9045 0.8883	0.9019 0.8832	0.8986 0.8726	0.8969 0.8642	0.8977 0.8684	0.9006 0.8797	0.9041 0.8877	0.9032 0.8861	0.9001 0.8783	0.8986 0.8726
$f$	0.5592 0.4408	0.5432 0.4568	0.5263 0.4737	0.5447 0.4553	0.5701 0.4299	0.5836 0.4164	0.5772 0.4228	0.5545 0.4455	0.5291 0.4709	0.5354 0.4646	0.5578 0.4422	0.5695 0.4305
$\delta_m$	0.8893	0.8918	0.8925	0.8918	0.8874	0.8834	0.8854	0.8911	0.8924	0.8922	0.8905	0.8875
$q$ (Kcal/hr)	321.30	321.05	406.89	340.67	335.61	283.22	278.90	341.29	345.45	337.07	320.85	339.91

TABLA C-4.2.3.10

## RADIACION TOTAL TRANSMITIDA POR LA CUBIERTA CUANDO

 $\psi = 20.00$  :11H00-12H00

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
$G_{min}$ (Kcal/hr)	361.30	360.00	455.90	382.00	378.20	320.60	315.00	383.00	387.10	377.80	360.30	383.00
$\theta_{is}$ (°)	21.17	14.88	9.20	15.40	23.34	27.23	25.42	18.53	10.16	12.30	19.60	23.16
$\theta_{ic}$ (°)	4.17 38.17	-2.12 31.88	-7.80 26.20	-1.60 32.40	6.34 40.34	10.23 44.23	8.42 42.42	1.53 35.53	-6.84 27.16	-4.70 29.30	2.60 36.60	6.16 40.16
$\theta_{ai-v}$ (°)	2.73 23.89	-1.39 20.25	-5.10 16.82	-1.05 20.56	4.15 25.10	6.68 27.20	5.51 26.23	1.00 22.38	-4.48 17.41	-3.08 18.71	1.70 23.00	4.03 25.00
$\theta_{v-ag}$ (°)	3.13 27.69	-1.59 23.40	-5.86 19.39	-1.20 23.76	4.76 29.12	7.67 31.63	6.32 30.48	1.15 25.91	-5.14 20.07	-3.53 21.59	1.95 26.63	4.63 29.01
$\theta_{ag-ai}$ (°)	4.17 38.17	-2.12 31.88	-7.80 26.20	-1.60 32.40	6.34 40.34	10.23 44.23	8.42 42.42	1.53 35.53	-6.84 27.16	-4.70 29.30	2.60 36.60	6.16 40.16
$r_1$	0.0434 0.0452	0.0434 0.0441	0.0434 0.0436	0.0434 0.0441	0.0434 0.0459	0.0434 0.0476	0.0434 0.0467	0.0434 0.0446	0.0434 0.0436	0.0434 0.0438	0.0434 0.0448	0.0434 0.0458
$r_2$	0.0047 0.0051	0.0047 0.0049	0.0047 0.0048	0.0047 0.0049	0.0047 0.0051	0.0047 0.0053	0.0047 0.0052	0.0047 0.0050	0.0047 0.0048	0.0047 0.0048	0.0047 0.0050	0.0047 0.0051
$r_3$	0.0201 0.0248	0.0201 0.0222	0.0201 0.0210	0.0201 0.0223	0.0201 0.0262	0.0201 0.0297	0.0201 0.0279	0.0201 0.0235	0.0201 0.0211	0.0201 0.0215	0.0201 0.0240	0.0201 0.0261
$\alpha$	0.0370 0.0523	0.0342 0.0495	0.0316 0.0469	0.0344 0.0497	0.0380 0.0533	0.0397 0.0550	0.0389 0.0542	0.0358 0.0511	0.0321 0.0474	0.0330 0.0483	0.0363 0.0516	0.0379 0.0532
$\beta$	0.8995 0.8792	0.9021 0.8852	0.9045 0.8892	0.9019 0.8849	0.8986 0.8764	0.8969 0.8702	0.8977 0.8733	0.9006 0.8820	0.9041 0.8887	0.9032 0.8872	0.9001 0.8810	0.8986 0.8767
$f$	0.5592 0.4408	0.5432 0.4568	0.5263 0.4737	0.5447 0.4553	0.5701 0.4299	0.5836 0.4164	0.5772 0.4228	0.5545 0.4455	0.5291 0.4709	0.5354 0.4646	0.5578 0.4422	0.5695 0.4305
$\epsilon_{em}$	0.8889	0.8912	0.8919	0.8911	0.8870	0.8828	0.8849	0.8904	0.8919	0.8916	0.8900	0.8871
$q$ (Kcal/hr)	321.16	320.83	406.62	340.40	335.46	283.03	278.74	341.02	341.25	336.85	320.67	339.76

TABLA C-4.2.3.11

RADIACION TOTAL TRANSMITIDA POR LA CUBIERTA CUANDO  $\psi = 21.00$  :11H00-12H00

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
$G_{min}$ (Kcal/hr)	361.30	360.00	455.90	382.00	378.20	320.60	315.00	383.00	387.10	377.80	360.30	383.00
$\theta_{is}$ (°)	21.17	14.88	9.20	15.40	23.34	27.23	25.42	18.53	10.16	12.30	19.60	23.16
$\theta_{ic}$ (°)	4.17 38.17	-2.12 31.88	-7.80 26.20	-1.60 32.40	6.34 40.34	10.23 44.23	8.42 42.42	1.53 35.53	-6.84 27.16	-4.70 29.30	2.60 36.60	6.16 40.16
$\theta_{ai-v}$ (°)	2.73 23.89	-1.39 20.25	-5.10 16.82	-1.05 20.56	4.15 25.10	6.68 27.20	5.51 26.23	1.00 22.38	-4.48 17.41	-3.08 18.71	1.70 23.00	4.03 25.00
$\theta_{v-ag}$ (°)	3.13 27.69	-1.59 23.40	-5.86 19.39	-1.20 23.76	4.76 29.12	7.67 31.63	6.32 30.48	1.15 25.91	-5.14 20.07	-3.53 21.59	1.95 26.63	4.63 29.01
$\theta_{ag-ai}$ (°)	4.17 38.17	-2.12 31.88	-7.80 26.20	-1.60 32.40	6.34 40.34	10.23 44.23	8.42 42.42	1.53 35.53	-6.84 27.16	-4.70 29.30	2.60 36.60	6.16 40.16
$r_1$	0.0434 0.0510	0.0434 0.0469	0.0434 0.0450	0.0434 0.0471	0.0434 0.0531	0.0434 0.0584	0.0434 0.0557	0.0434 0.0489	0.0434 0.0452	0.0434 0.0459	0.0434 0.0497	0.0434 0.0529
$r_2$	0.0047 0.0051	0.0047 0.0049	0.0047 0.0048	0.0047 0.0049	0.0047 0.0052	0.0047 0.0054	0.0047 0.0053	0.0047 0.0050	0.0047 0.0048	0.0047 0.0049	0.0047 0.0050	0.0047 0.0052
$r_3$	0.0201 0.0254	0.0201 0.0225	0.0201 0.0211	0.0201 0.0226	0.0201 0.0270	0.0201 0.0309	0.0201 0.0289	0.0201 0.0239	0.0201 0.0213	0.0201 0.0218	0.0201 0.0245	0.0201 0.0268
$\alpha$	0.0370 0.0523	0.0342 0.0495	0.0316 0.0469	0.0344 0.0497	0.0380 0.0533	0.0397 0.0550	0.0389 0.0542	0.0358 0.0511	0.0321 0.0474	0.0330 0.0483	0.0363 0.0516	0.0379 0.0532
$\beta$	0.8995 0.8735	0.9021 0.8824	0.9045 0.8878	0.9019 0.8819	0.8986 0.8693	0.8969 0.8595	0.8977 0.8644	0.9006 0.8778	0.9041 0.8870	0.9032 0.8850	0.9001 0.8761	0.8986 0.8697
$f$	0.5592 0.4408	0.5432 0.4568	0.5263 0.4737	0.5447 0.4553	0.5701 0.4299	0.5836 0.4164	0.5772 0.4228	0.5545 0.4455	0.5291 0.4709	0.5354 0.4646	0.5578 0.4422	0.5695 0.4305
$\tau_m$	0.8885	0.8911	0.8914	0.8904	0.8865	0.8821	0.8843	0.8896	0.8913	0.8910	0.8892	0.8867
$q$ (Kcal/hr)	321.02	320.80	406.39	340.13	335.27	282.80	278.55	340.72	345.02	346.62	320.38	339.61

TABLA C-4.2.3.12

RADIACION TOTAL TRANSMITIDA POR LA CUBIERTA CUANDO  $\psi = 22.00$  :11H00-12H00

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
$G_{max}$ (Kcal/hr)	361.30	360.00	455.90	382.00	378.20	320.60	315.00	383.00	387.10	377.80	360.30	383.00
$\theta_{is}$ (°)	21.17	14.88	9.20	15.40	23.34	27.23	25.42	18.53	10.16	12.30	19.60	23.16
$\theta_{ic}$ (°)	-0.83 43.17	-7.12 36.88	-12.80 31.20	-6.60 37.40	1.34 45.34	5.23 49.23	3.42 47.42	-3.47 40.53	-11.84 32.16	-9.70 34.30	-2.40 41.60	1.16 45.16
$\theta_{ai-v}$ (°)	-0.54 26.64	-4.66 23.16	-8.35 19.84	-4.32 23.45	0.88 27.78	3.42 29.75	2.24 28.85	-2.27 25.20	-7.73 20.41	-6.34 21.67	-1.57 25.79	0.76 27.69
$\theta_{v-ag}$ (°)	-0.62 30.96	-5.35 26.82	-9.59 22.92	-4.96 27.17	1.01 32.33	3.93 34.71	2.57 33.62	-2.61 29.25	-8.87 23.59	-7.28 25.07	-1.80 29.95	0.87 32.22
$\theta_{ag-ai}$ (°)	-0.83 43.17	-7.12 36.88	-12.80 31.20	-6.60 37.40	1.34 45.34	5.23 49.23	3.42 47.42	-3.47 40.53	-11.84 32.16	-9.70 34.30	-2.40 41.60	1.16 45.16
$r_1$	0.0434 0.0519	0.0434 0.0474	0.0434 0.0452	0.0434 0.0477	0.0434 0.0543	0.0434 0.0601	0.0434 0.0571	0.0434 0.0407	0.0434 0.0455	0.0434 0.0462	0.0434 0.0505	0.0434 0.0541
$r_2$	0.0047 0.0051	0.0047 0.0049	0.0047 0.0048	0.0047 0.0049	0.0047 0.0052	0.0047 0.0054	0.0047 0.0053	0.0047 0.0050	0.0047 0.0048	0.0047 0.0049	0.0047 0.0051	0.0047 0.0052
$r_3$	0.0201 0.0261	0.0201 0.0228	0.0201 0.0213	0.0201 0.0230	0.0201 0.0278	0.0201 0.0322	0.0201 0.0299	0.0201 0.0244	0.0201 0.0215	0.0201 0.0220	0.0201 0.0250	0.0201 0.0555
$\alpha$	0.0355 0.0546	0.0383 0.0517	0.0409 0.0492	0.0381 0.0520	0.0357 0.0555	0.0375 0.0573	0.0367 0.0565	0.0367 0.0534	0.0405 0.0496	0.0395 0.0506	0.0362 0.0539	0.0357 0.0555
$\beta$	0.9008 0.8698	0.8982 0.8794	0.8957 0.8851	0.8984 0.8788	0.9006 0.8652	0.8990 0.8546	0.8997 0.8600	0.8997 0.8744	0.8961 0.8843	0.8971 0.8823	0.9002 0.8726	0.9007 0.8656
$f$	0.5782 0.4218	0.5537 0.4463	0.5327 0.4673	0.5556 0.4424	0.5872 0.4128	0.6040 0.3960	0.5950 0.4040	0.5667 0.4323	0.5362 0.4638	0.5540 0.4561	0.5719 0.4281	0.5864 0.4136
$\beta_m$	0.8877	0.8898	0.8907	0.8897	0.8860	0.8814	0.8828	0.8888	0.8906	0.8904	0.8884	0.8862
$q$ (Kcal/hr)	320.73	320.33	406.07	339.87	335.09	282.58	278.08	340.41	344.75	336.39	320.09	339.41

TABLA C-4.2.3.13

RADIACION TOTAL TRANSMITIDA POR LA CUBIERTA CUANDO  $\psi = 23.00$  :11H00-12H00

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
$E_{max}$ (Kcal/hr)	361.30	360.00	455.90	382.00	378.20	320.60	315.00	383.00	387.10	377.80	360.30	383.00
$\theta_{is}$ (°)	21.17	14.88	9.20	15.40	23.34	27.23	25.42	18.53	10.16	12.30	19.60	23.16
$\theta_{ic}$ (°)	-1.83 44.17	-8.12 37.88	-13.80 32.20	-7.60 38.40	0.34 46.34	4.23 50.23	2.42 48.42	-4.47 41.53	-12.84 33.16	-10.70 35.30	-3.40 42.60	0.16 46.16
$\theta_{ai-v}$ (°)	-1.20 27.17	-5.31 23.73	-8.99 20.44	-4.97 24.02	0.22 28.30	2.77 30.24	1.59 29.35	-2.93 25.75	-8.37 21.00	-6.99 22.25	-2.23 26.33	0.10 28.21
$\theta_{v-ag}$ (°)	-1.38 31.59	-6.10 27.49	-10.33 23.62	-5.71 27.84	0.26 32.95	3.18 35.30	1.82 34.22	-3.36 29.90	-9.62 24.28	-8.02 25.75	-2.56 30.59	0.12 32.84
$\theta_{ag-ai}$ (°)	-1.83 44.17	-8.12 37.88	-13.80 32.20	-7.60 38.40	0.34 46.34	4.23 50.23	2.42 48.42	-4.47 41.53	-12.84 33.16	-10.70 35.30	-3.40 42.60	0.16 46.16
$r_1$	0.0434 0.0530	0.0434 0.0479	0.0434 0.0455	0.0434 0.0482	0.0434 0.0556	0.0434 0.0619	0.0434 0.0587	0.0434 0.0504	0.0434 0.0458	0.0434 0.0466	0.0434 0.0514	0.0434 0.0553
$r_2$	0.0047 0.0052	0.0047 0.0050	0.0047 0.0048	0.0047 0.0050	0.0047 0.0053	0.0047 0.0055	0.0047 0.0054	0.0047 0.0051	0.0047 0.0049	0.0047 0.0049	0.0047 0.0051	0.0047 0.0053
$r_3$	0.0201 0.0268	0.0201 0.0232	0.0201 0.0215	0.0201 0.0234	0.0201 0.0288	0.0201 0.0336	0.0201 0.0311	0.0201 0.0250	0.0201 0.0217	0.0201 0.0223	0.0201 0.0257	0.0201 0.0286
$\alpha$	0.0360 0.0550	0.0388 0.0522	0.0414 0.0496	0.0386 0.0524	0.0355 0.0560	0.0370 0.0577	0.0362 0.0589	0.0372 0.0538	0.0409 0.0501	0.0400 0.0510	0.0367 0.0547	0.0352 0.0559
$\beta$	0.9040 0.8677	0.8977 0.8782	0.8953 0.8843	0.8980 0.8775	0.9010 0.8628	0.8994 0.8513	0.9002 0.8571	0.8993 0.8727	0.8957 0.8834	0.8966 0.8708	0.8997 0.8708	0.9011 0.8635
$f$	0.5822 0.4178	0.5564 0.4568	0.5344 0.4737	0.5585 0.4553	0.5916 0.4299	0.6092 0.4164	0.6009 0.4228	0.5711 0.4455	0.5291 0.4709	0.5354 0.4646	0.5578 0.4422	0.5695 0.4305
$\beta_{om}$	0.8867	0.8890	0.8902	0.8889	0.8854	0.8806	0.8830	0.8879	0.8900	0.8896	0.8874	0.8856
$q$ (Kcal/hr)	320.36	320.04	405.84	339.56	334.86	382.32	278.15	340.07	344.45	336.09	319.73	339.18

TABLA C-4.2.3.14



RADIACION TOTAL TRANSMITIDA POR LA CUBIERTA CUANDO  $\psi = 24.00$  :11H00-12H00

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
Bmax (Kcal/hr)	361.30	360.00	455.90	382.00	378.20	320.60	315.00	383.00	387.10	377.80	360.30	383.00
$\theta_{is}$ (°)	21.17	14.88	9.20	15.40	23.34	27.23	25.42	18.53	10.16	12.30	19.60	23.16
$\theta_{ic}$ (°)	-2.83 45.17	-9.12 38.88	-14.80 33.20	-8.60 39.40	-0.66 47.34	3.23 51.23	1.42 49.42	-5.47 42.53	-13.84 34.16	-11.70 36.30	-4.40 43.60	-0.84 47.16
$\theta_{ai-v}$ (°)	-1.85 27.69	-5.96 24.29	-9.64 21.03	-5.62 24.58	-0.43 28.81	2.12 30.73	0.93 29.85	-3.58 26.29	-9.02 21.59	-7.64 22.83	-2.88 26.87	-0.55 28.72
$\theta_{v-ag}$ (°)	-2.13 32.22	-6.84 28.16	-11.07 24.31	-6.46 28.51	-0.50 33.57	2.43 35.89	1.07 34.82	-4.11 30.55	-10.36 24.97	-8.77 26.43	-3.31 31.23	-0.63 33.46
$\theta_{ag-ai}$ (°)	-2.83 45.17	-9.12 38.88	-14.80 33.20	-8.60 39.40	-0.66 47.34	3.23 51.23	1.42 49.42	-5.47 42.53	-13.84 34.16	-11.70 36.30	-4.40 43.60	-0.84 47.16
$r_1$	0.0434 0.0541	0.0434 0.0485	0.0434 0.0458	0.0434 0.0489	0.0434 0.0570	0.0434 0.0640	0.0434 0.0604	0.0434 0.0513	0.0434 0.0462	0.0434 0.0471	0.0434 0.0524	0.0434 0.0567
$r_2$	0.0047 0.0052	0.0047 0.0050	0.0047 0.0049	0.0047 0.0050	0.0047 0.0053	0.0047 0.0056	0.0047 0.0055	0.0047 0.0051	0.0047 0.0049	0.0047 0.0049	0.0047 0.0052	0.0047 0.0053
$r_3$	0.0201 0.0277	0.0201 0.0236	0.0201 0.0217	0.0201 0.0239	0.0201 0.0298	0.0201 0.0352	0.0201 0.0324	0.0201 0.0256	0.0201 0.0220	0.0201 0.0226	0.0201 0.0264	0.0201 0.0296
$\alpha$	0.0364 0.0555	0.0392 0.0526	0.0418 0.0501	0.0390 0.0529	0.0354 0.0564	0.0366 0.0582	0.0358 0.0574	0.0376 0.0543	0.0414 0.0505	0.0404 0.0515	0.0371 0.0548	0.0355 0.0564
$\beta$	0.9000 0.8656	0.8973 0.8768	0.8948 0.8834	0.8975 0.8761	0.9009 0.8602	0.8999 0.8477	0.9006 0.8540	0.8989 0.8710	0.8952 0.8824	0.8962 0.8801	0.8993 0.8689	0.9008 0.8607
$f$	0.5862 0.4138	0.5591 0.4409	0.5361 0.4639	0.5613 0.4383	0.5961 0.4039	0.6146 0.3854	0.6058 0.3942	0.5746 0.4254	0.5399 0.4601	0.5485 0.4515	0.5793 0.4207	0.5952 0.4048
$\beta_{on}$	0.8858	0.8883	0.8895	0.8881	0.8845	0.8797	0.8822	0.8870	0.8899	0.8889	0.8865	0.8846
q (Kcal/hr)	320.04	319.79	405.52	339.25	334.52	282.03	277.89	339.72	344.48	335.83	319.41	338.80

TABLA C-4.2.3.15

RADIACION TOTAL TRANSMITIDA POR LA CUBIERTA CUANDO  $\psi = 25.00$  :11H00-12H00

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
$G_{max}$ (Kcal/hr)	361.30	360.00	455.90	382.00	378.20	320.60	315.00	383.00	387.10	377.80	360.30	383.00
$\theta_{is}$ (°)	21.17	14.88	9.20	15.40	23.34	27.23	25.42	18.53	10.16	12.30	19.60	23.16
$\theta_{ic}$ (°)	-3.83 46.17	-10.12 39.88	-15.80 34.20	-9.60 40.40	-1.66 48.34	2.23 52.23	0.42 50.42	-6.47 43.53	-14.84 35.16	-12.70 37.30	-5.40 44.60	-1.84 48.16
$\theta_{ai-v}$ (°)	-2.51 28.21	-6.61 24.85	-10.28 21.61	-6.27 25.13	-1.09 29.31	1.46 31.20	0.28 30.34	-4.23 26.83	-9.66 22.17	-8.28 23.40	-3.54 27.40	-1.21 29.22
$\theta_{v-ag}$ (°)	-2.88 32.85	-7.59 28.82	-11.81 25.00	-7.20 29.16	-1.25 34.18	1.68 36.47	0.32 35.42	-4.86 31.19	-11.10 25.66	-9.51 27.11	-4.06 31.87	-1.38 34.07
$\theta_{ag-ai}$ (°)	-3.83 46.17	-10.12 39.88	-15.80 34.20	-9.60 40.40	-1.66 48.34	2.23 52.23	0.42 50.42	-6.47 43.53	-14.84 35.16	-12.70 37.30	-5.40 44.60	-1.84 48.16
$r_1$	0.0434 0.0553	0.0434 0.0492	0.0434 0.0463	0.0434 0.0496	0.0434 0.0585	0.0434 0.0662	0.0434 0.0623	0.0434 0.0523	0.0434 0.0466	0.0434 0.0476	0.0434 0.0534	0.0434 0.0582
$r_2$	0.0047 0.0053	0.0047 0.0050	0.0047 0.0049	0.0047 0.0050	0.0047 0.0054	0.0047 0.0056	0.0047 0.0055	0.0047 0.0051	0.0047 0.0049	0.0047 0.0049	0.0047 0.0052	0.0047 0.0054
$r_3$	0.0201 0.0286	0.0201 0.0241	0.0201 0.0220	0.0201 0.0244	0.0201 0.0310	0.0201 0.0369	0.0201 0.0339	0.0201 0.0263	0.0201 0.0223	0.0201 0.0230	0.0201 0.0272	0.0201 0.0308
$\alpha$	0.0369 0.0559	0.0367 0.0531	0.0423 0.0505	0.3950 0.0533	0.3590 0.0569	0.3610 0.0586	0.3530 0.0578	0.3810 0.0547	0.4180 0.0510	0.4090 0.0519	0.3760 0.0552	0.3600 0.0568
$\tau$	0.9028 0.8632	0.8969 0.8754	0.8944 0.8824	0.8971 0.8746	0.9005 0.8573	0.9002 0.8438	0.9010 0.8507	0.8984 0.8691	0.8948 0.8814	0.8958 0.8789	0.8989 0.8668	0.9004 0.8579
$f$	0.5903 0.4097	0.5620 0.4380	0.5378 0.4622	0.5642 0.4358	0.6006 0.3994	0.6200 0.3800	0.6108 0.3892	0.5781 0.4219	0.5418 0.4582	0.5508 0.4492	0.5830 0.4170	0.5997 0.4003
$\tau_{om}$	0.8866	0.8875	0.8889	0.8873	0.8832	0.8788	0.8814	0.8860	0.8887	0.8882	0.8855	0.8834
$q$ (Kcal/hr)	320.33	319.50	405.25	338.95	334.03	281.74	277.64	339.34	344.02	335.56	319.05	338.34

TABLA C-4.2.3.16

RADIACION TOTAL TRANSMITIDA POR LA CUBIERTA CUANDO  $\psi = 26.00$  :11H00-12H00

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
$G_{max}$ (Kcal/hr)	361.30	360.00	455.90	382.00	378.20	320.60	315.00	383.00	387.10	377.80	360.30	383.00
$\theta_{is}$ (°)	21.17	14.88	9.20	15.40	23.34	27.23	25.42	18.53	10.16	12.30	19.60	23.16
$\theta_{ic}$ (°)	-4.83 47.17	-11.12 40.88	-16.80 35.20	-10.60 41.40	-2.66 49.34	1.23 53.23	-0.58 51.42	-7.47 44.53	-15.84 36.16	-13.70 38.30	-6.40 45.60	-2.84 49.16
$\theta_{ai-v}$ (°)	-3.16 28.72	-7.26 25.40	-10.92 22.19	-6.92 25.68	-1.74 29.81	0.81 31.66	-0.38 30.82	-4.89 27.36	-10.30 22.75	-8.93 23.96	-4.19 27.92	-1.86 29.72
$\theta_{v-ag}$ (°)	-3.63 33.46	-8.34 29.48	-12.55 25.68	-7.95 29.82	-2.00 34.78	0.92 37.03	-0.44 36.00	-5.61 31.82	-11.84 26.34	-10.26 27.77	-4.81 32.49	-2.13 34.67
$\theta_{ag-ai}$ (°)	-4.83 47.17	-11.12 40.88	-16.80 35.20	-10.60 41.40	-2.66 49.34	1.23 53.23	-0.58 51.42	-7.47 44.53	-15.84 36.16	-13.70 38.30	-6.40 45.60	-2.84 49.16
$r_1$	0.0434 0.0567	0.0434 0.0567	0.0434 0.0499	0.0434 0.0466	0.0434 0.0503	0.0434 0.0672	0.0434 0.0644	0.0434 0.0534	0.0434 0.0470	0.0434 0.0482	0.0434 0.0546	0.0434 0.0599
$r_2$	0.0047 0.0053	0.0047 0.0050	0.0047 0.0049	0.0047 0.0051	0.0047 0.0054	0.0047 0.0057	0.0047 0.0056	0.0047 0.0052	0.0047 0.0049	0.0047 0.0050	0.0047 0.0052	0.0047 0.0054
$r_3$	0.0201 0.0296	0.0201 0.0246	0.0201 0.0223	0.0201 0.0249	0.0201 0.0323	0.0201 0.0389	0.0201 0.0355	0.0201 0.0271	0.0201 0.0226	0.0201 0.0234	0.0201 0.0281	0.0201 0.0321
$\alpha$	0.0373 0.0564	0.0401 0.0535	0.0427 0.0510	0.0399 0.0538	0.0363 0.0573	0.0357 0.0591	0.0354 0.0583	0.0385 0.0552	0.0423 0.0514	0.0418 0.0524	0.0380 0.0557	0.0364 0.0573
$\delta$	0.8991 0.8606	0.8964 0.8738	0.8939 0.8813	0.8967 0.8730	0.9001 0.8543	0.9007 0.8395	0.9009 0.8470	0.8960 0.8670	0.8943 0.8803	0.8953 0.8776	0.8985 0.8646	0.9000 0.8548
$f$	0.5944 0.4056	0.5648 0.4352	0.5395 0.4605	0.5672 0.4328	0.6052 0.3948	0.6255 0.3745	0.6159 0.3841	0.5817 0.4183	0.5437 0.4563	0.5532 0.4468	0.5868 0.4132	0.6043 0.3957
$\delta_{cm}$	0.8835	0.8866	0.8881	0.8864	0.8820	0.8778	0.8802	0.8850	0.8879	0.8874	0.8845	0.8821
$q$ (Kcal/hr)	319.21	319.18	404.88	338.60	333.57	281.42	277.26	338.96	343.71	335.26	318.69	337.84

TABLA C-4.2.3.17

RADIACION TOTAL TRANSMITIDA POR LA CUBIERTA CUANDO  $\psi = 27.00$  :11H00-12H00

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
$\theta_{max}$ (Kcal/hr)	361.30	360.00	455.90	382.00	378.20	320.60	315.00	383.00	387.10	377.80	360.30	383.00
$\theta_{is}$ (°)	21.17	14.88	9.20	15.40	23.34	27.23	25.42	18.53	10.16	12.30	19.60	23.16
$\theta_{ic}$ (°)	-5.83 48.17	-12.12 41.88	-17.80 36.20	-11.60 42.40	-3.66 50.34	0.23 54.23	-1.58 52.42	-8.47 45.53	-16.84 37.16	-14.70 39.30	-7.40 46.60	-3.84 50.16
$\theta_{ai-v}$ (°)	-3.82 29.23	-7.91 25.94	-11.56 22.77	-7.57 26.22	-2.40 30.30	0.15 32.12	-1.04 31.29	-5.54 27.88	-10.94 23.32	-9.57 24.52	-4.84 28.43	-2.52 30.21
$\theta_{v-ag}$ (°)	-4.38 34.07	-9.08 30.13	-13.29 26.36	-8.70 30.46	-2.75 35.37	0.17 37.59	-1.19 36.57	-6.36 32.45	-12.58 27.01	-11.00 28.44	-5.56 33.11	-2.89 35.26
$\theta_{ag-ai}$ (°)	-5.83 48.17	-12.12 41.88	-17.80 36.20	-11.60 42.40	-3.66 50.34	0.23 54.23	-1.58 52.42	-8.47 45.53	-16.84 37.16	-14.70 39.30	-7.40 46.60	-3.84 50.16
$r_1$	0.0434 0.0567	0.0434 0.0499	0.0434 0.0466	0.0434 0.0503	0.0434 0.0602	0.0434 0.0687	0.0434 0.0644	0.0434 0.0534	0.0434 0.0470	0.0434 0.0482	0.0434 0.0546	0.0434 0.0599
$r_2$	0.0047 0.0054	0.0047 0.0051	0.0047 0.0049	0.0047 0.0051	0.0047 0.0055	0.0047 0.0058	0.0047 0.0057	0.0047 0.0052	0.0047 0.0049	0.0047 0.0050	0.0047 0.0053	0.0047 0.0055
$r_3$	0.0201 0.0308	0.0201 0.0252	0.0201 0.0226	0.0201 0.0255	0.0201 0.0338	0.0201 0.0411	0.0201 0.0373	0.0201 0.0280	0.0201 0.0229	0.0201 0.0238	0.0201 0.0290	0.0201 0.0335
$\alpha$	0.0378 0.0568	0.0406 0.0540	0.0432 0.0514	0.0404 0.0542	0.0368 0.0578	0.0352 0.0595	0.0359 0.0587	0.0390 0.0556	0.0427 0.0519	0.0418 0.0528	0.0385 0.0561	0.0369 0.0577
$\beta$	0.8987 0.8578	0.8960 0.8721	0.8934 0.8802	0.8962 0.8712	0.8996 0.8509	0.9011 0.8349	0.9005 0.8430	0.8976 0.8647	0.8939 0.8791	0.8949 0.8762	0.8980 0.8621	0.8996 0.8516
$f$	0.5987 0.4013	0.5677 0.4323	0.5413 0.4587	0.5702 0.4298	0.6099 0.3901	0.6311 0.3689	0.6211 0.3789	0.5854 0.4146	0.5457 0.4543	0.5555 0.4445	0.5907 0.4093	0.6090 0.3910
$\epsilon_{cm}$	0.8823	0.8857	0.8873	0.8855	0.8806	0.8767	0.8787	0.8840	0.8872	0.8866	0.8833	0.8808
$q$ (Kcal/hr)	318.77	318.85	404.52	338.26	333.04	281.07	276.79	338.57	343.44	334.96	318.25	337.35

TABLA C-4.2.3.18

RADIACION TOTAL TRANSMITIDA POR LA CUBIERTA CUANDO  $\psi = 28.00$  :11H00-12H00

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
$G_{max}$ (Kcal/hr)	361.30	360.00	455.90	382.00	378.20	320.60	315.00	383.00	387.10	377.80	360.30	383.00
$\theta_{is}$ (°)	21.17	14.88	9.20	15.40	23.34	27.23	25.42	18.53	10.16	12.30	19.60	23.16
$\theta_{ic}$ (°)	-6.83 49.17	-13.12 42.88	-18.80 37.20	-12.60 43.40	-4.66 51.34	-0.77 55.23	-2.58 53.42	-9.47 46.53	-17.84 38.16	-15.70 40.30	-8.40 47.60	-4.84 51.16
$\theta_{ai-v}$ (°)	-4.47 29.73	-8.55 26.48	-12.19 23.34	-8.22 26.76	-3.05 30.78	-0.50 32.57	-1.69 31.75	-6.19 28.40	-11.58 23.88	-10.21 25.08	-5.49 28.94	-3.17 30.69
$\theta_{v-ag}$ (°)	-5.13 34.67	-9.83 30.77	-14.02 27.04	-9.44 31.10	-3.50 35.95	-0.58 38.14	-1.94 37.14	-7.11 33.07	-13.32 27.68	-11.74 29.10	-6.31 33.73	-3.64 35.85
$\theta_{ag-ai}$ (°)	-6.83 49.17	-13.12 42.88	-18.80 37.20	-12.60 43.40	-4.66 51.34	-0.77 55.23	-2.58 53.42	-9.47 46.53	-17.84 38.16	-15.70 40.30	-8.40 47.60	-4.84 51.16
$r_1$	0.0434 0.0599	0.0434 0.0516	0.0434 0.0476	0.0434 0.0522	0.0434 0.0642	0.0434 0.0745	0.0434 0.0692	0.0434 0.0558	0.0434 0.0481	0.0434 0.0495	0.0434 0.0574	0.0434 0.0638
$r_2$	0.0047 0.0054	0.0047 0.0051	0.0047 0.0049	0.0047 0.0051	0.0047 0.0056	0.0047 0.0059	0.0047 0.0057	0.0047 0.0053	0.0047 0.0050	0.0047 0.0050	0.0047 0.0053	0.0047 0.0056
$r_3$	0.0201 0.0321	0.0201 0.0259	0.0201 0.0229	0.0201 0.0262	0.0201 0.0354	0.0201 0.0435	0.0201 0.0393	0.0201 0.0290	0.0201 0.0233	0.0201 0.0533	0.0201 0.0566	0.0201 0.0582
$\alpha$	0.0382 0.0573	0.0410 0.0544	0.0436 0.0519	0.0408 0.0547	0.0372 0.0582	0.0355 0.0600	0.0363 0.0592	0.0389 0.0561	0.0432 0.0523	0.0422 0.0533	0.0389 0.0566	0.0373 0.0582
$\beta$	0.8983 0.8548	0.8956 0.8703	0.8929 0.8790	0.8958 0.8693	0.8992 0.8473	0.9008 0.8298	0.9001 0.8387	0.8972 0.8623	0.8934 0.8778	0.8944 0.8747	0.8976 0.8595	0.8991 0.8480
$f$	0.6030 0.3970	0.5706 0.4294	0.5431 0.4569	0.5732 0.4268	0.6147 0.3853	0.6368 0.3632	0.6264 0.3736	0.5891 0.4109	0.5476 0.4524	0.5580 0.4420	0.5947 0.4053	0.6137 0.3863
$\epsilon_m$	0.8810	0.8847	0.8865	0.8845	0.8792	0.8750	0.8772	0.8829	0.8863	0.8857	0.8822	0.8794
$q$ (Kcal/hr)	318.31	318.49	404.16	337.88	332.51	280.53	276.32	338.15	343.09	334.62	317.86	336.81

TABLA C.4.2.3.19

RADIACION TOTAL TRANSMITIDA POR LA CUBIERTA CUANDO  $\psi = 29.00$  :11H00-12H00

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
$G_{max}$ (Kcal/hr)	361.30	360.00	455.90	382.00	378.20	320.60	315.00	383.00	387.10	377.80	360.30	383.00
$\theta_{is}$ (°)	21.17	14.88	9.20	15.40	23.34	27.23	25.42	18.53	10.16	12.30	19.60	23.16
$\theta_{ic}$ (°)	-7.83 50.17	-14.12 43.88	-19.80 38.20	-13.60 44.40	-5.66 52.34	-1.77 56.23	-3.58 54.42	-10.47 47.53	-18.84 39.16	-16.70 41.30	-9.40 48.60	-5.84 52.16
$\theta_{ai-v}$ (°)	-5.12 30.21	-9.20 27.02	-12.83 23.91	-8.86 27.29	-3.71 31.25	-1.16 33.01	-2.35 32.21	-6.84 28.91	-12.22 24.44	-10.85 25.63	-6.14 29.44	-3.82 31.17
$\theta_{v-ag}$ (°)	-5.88 35.27	-10.57 31.41	-14.76 27.71	-10.18 31.74	-4.25 36.53	-1.33 38.68	-2.69 37.70	-7.85 33.68	-14.05 28.35	-12.48 29.75	-7.05 34.33	-4.39 36.43
$\theta_{ag-ai}$ (°)	-7.83 50.17	-14.12 43.88	-19.80 38.20	-13.60 44.40	-5.66 52.34	-1.77 56.23	-3.58 54.42	-10.47 47.53	-18.84 39.16	-16.70 41.30	-9.40 48.60	-5.84 52.16
$r_1$	0.0434 0.0618	0.0434 0.0526	0.0434 0.0481	0.0434 0.0532	0.0434 0.0665	0.0434 0.0778	0.0434 0.0720	0.0434 0.0573	0.0434 0.0487	0.0434 0.0503	0.0434 0.0590	0.0434 0.0661
$r_2$	0.0047 0.0055	0.0047 0.0052	0.0047 0.0050	0.0047 0.0052	0.0047 0.0057	0.0047 0.0060	0.0047 0.0058	0.0047 0.0053	0.0047 0.0050	0.0047 0.0051	0.0047 0.0054	0.0047 0.0056
$r_3$	0.0201 0.0335	0.0201 0.0266	0.0201 0.0233	0.0201 0.0270	0.0201 0.0372	0.0201 0.0462	0.0201 0.0415	0.0201 0.0300	0.0201 0.0237	0.0201 0.0249	0.0201 0.0313	0.0201 0.0368
$\alpha$	0.0387 0.0577	0.0415 0.0549	0.0441 0.0523	0.0413 0.0551	0.0377 0.0587	0.0359 0.0604	0.0368 0.0596	0.0399 0.0565	0.0436 0.0528	0.0427 0.0537	0.0394 0.0570	0.0378 0.0586
$\beta$	0.8979 0.8515	0.8951 0.8683	0.8924 0.8778	0.8954 0.8673	0.8988 0.8434	0.9004 0.8243	0.8997 0.8340	0.8967 0.8596	0.8929 0.8764	0.8939 0.8731	0.8972 0.8566	0.8987 0.8441
$f$	0.6073 0.3927	0.5736 0.4264	0.5449 0.4551	0.5763 0.4237	0.6196 0.3804	0.6426 0.3574	0.6317 0.3683	0.5929 0.4071	0.5497 0.4503	0.5604 0.4396	0.5987 0.4013	0.6186 0.3814
$\beta_m$	0.8797	0.8837	0.8858	0.8835	0.8777	0.8732	0.8755	0.8816	0.8855	0.8848	0.8809	0.8779
$q$ (Kcal/hr)	317.84	318.13	403.84	337.50	331.95	279.95	275.78	337.65	342.78	334.28	317.39	336.24

TABLA C-4.2.3.20

## RADIACION TOTAL TRANSMITIDA POR LA CUBIERTA CUANDO

$$= 30.00 \pm 1100-12000$$

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
Gmax (Kcal/hr)	361.30	350.00	455.90	382.00	378.20	320.60	315.00	383.00	387.10	377.80	360.30	383.00
θ15 (°)	21.17	14.88	9.20	15.40	23.34	27.23	25.42	18.53	10.16	12.30	19.60	23.16
θ1c (°)	-8.83	-15.12	-20.80	-14.60	-6.66	-2.77	-4.58	-11.47	-19.84	-17.70	-10.40	-6.84
	51.17	44.88	39.20	45.40	53.34	57.23	55.42	48.53	40.16	42.30	49.60	53.16
θa1-v (°)	-5.77	-9.84	-13.46	-9.51	-4.36	-1.81	-3.00	-7.49	-12.85	-11.49	-6.79	-4.48
	30.70	27.54	24.47	27.81	31.71	33.44	32.65	29.41	25.00	26.17	29.94	31.63
θv-ag (°)	-6.63	-11.31	-15.49	-10.93	-5.00	-2.08	-3.44	-8.60	-14.78	-13.21	-7.80	-5.14
	35.85	32.04	28.37	32.37	37.10	39.21	38.25	34.29	29.01	30.40	34.93	36.99
θag-a1 (°)	-8.83	-15.12	-20.80	-14.60	-6.66	-2.77	-4.58	-11.47	-19.84	-17.70	-10.40	-6.84
	51.17	44.88	39.20	45.40	53.34	57.23	55.42	48.53	40.16	42.30	49.60	53.16
r1	0.0434	0.0434	0.0434	0.0434	0.0434	0.0434	0.0434	0.0434	0.0434	0.0434	0.0434	0.0434
	0.0638	0.0537	0.0487	0.0544	0.0690	0.0814	0.0751	0.0588	0.0494	0.0511	0.0607	0.0685
r2	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047
	0.0056	0.0052	0.0050	0.0052	0.0057	0.0061	0.0059	0.0054	0.0050	0.0051	0.0055	0.0057
β	0.0201	0.0201	0.0201	0.0201	0.0201	0.0201	0.0201	0.0201	0.0201	0.0201	0.0201	0.0201
	0.0351	0.0274	0.0238	0.0279	0.0391	0.0491	0.0440	0.0312	0.0242	0.0255	0.0327	0.0388
α	0.0391	0.0419	0.0445	0.0417	0.0381	0.0364	0.0372	0.0403	0.0441	0.0431	0.0398	0.0382
	0.0582	0.0553	0.0528	0.0556	0.0591	0.0609	0.0601	0.0570	0.0532	0.0542	0.0575	0.0591
ε	0.8974	0.8947	0.8919	0.8949	0.8964	0.9000	0.8992	0.8963	0.8924	0.8935	0.8968	0.8953
	0.8479	0.8662	0.8764	0.8650	0.8391	0.8183	0.8286	0.8568	0.8750	0.8714	0.8534	0.8399
f	0.6118	0.5767	0.5468	0.5795	0.6246	0.6485	0.6372	0.4032	0.5517	0.5629	0.6028	0.6235
	0.3882	0.4233	0.4532	0.4205	0.3754	0.3515	0.3628	0.5968	0.4483	0.4371	0.3972	0.3765
ε <sub>com</sub>	0.8782	0.8826	0.8849	0.8823	0.8761	0.8713	0.8737	0.8727	0.8846	0.8838	0.8796	0.8763
q (Kcal/hr)	317.29	317.74	403.43	337.04	331.34	279.34	275.22	334.24	342.43	333.90	316.92	335.62

TABLA C-4.2.3.21

RADIACION TOTAL TRANSMITIDA POR LA CUBIERTA CUANDO  $\psi = \theta_{is}$  :11H00-12H00

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
$G_{max}$ (Kcal/hr)	361.30	360.00	455.90	382.00	378.20	320.60	315.00	383.00	387.10	377.80	360.30	383.00
$\theta_{is}$ (°)	21.17	14.88	9.20	15.40	23.34	27.23	25.42	18.53	10.16	12.30	19.60	23.16
$\theta_{ic}$ (°)	0.00 42.34	0.00 29.76	0.00 18.40	0.00 30.80	0.00 46.68	0.00 54.46	0.00 50.84	0.00 37.06	0.00 20.32	0.00 24.60	0.00 39.20	0.00 46.32
$\theta_{ai-v}$ (°)	0.00 26.19	0.00 18.98	0.00 11.94	0.00 19.61	0.00 28.47	0.00 32.22	0.00 30.54	0.00 23.26	0.00 13.15	0.00 15.83	0.00 24.47	0.00 28.29
$\theta_{v-ag}$ (°)	0.00 30.43	0.00 21.91	0.00 13.73	0.00 22.64	0.00 33.16	0.00 37.72	0.00 35.66	0.00 26.95	0.00 15.14	0.00 18.24	0.00 28.37	0.00 32.94
$\theta_{ag-ai}$ (°)	0.00 42.34	0.00 29.76	0.00 18.40	0.00 30.80	0.00 46.68	0.00 54.46	0.00 50.84	0.00 37.06	0.00 20.32	0.00 24.60	0.00 39.20	0.00 46.32
$r_1$	0.0000 0.0511	0.0000 0.0449	0.0000 0.0436	0.0000 0.0451	0.0000 0.0560	0.0000 0.0721	0.0000 0.0631	0.0000 0.0475	0.0000 0.0437	0.0000 0.0440	0.0000 0.0487	0.0000 0.0555
$r_2$	0.0000 0.0051	0.0000 0.0048	0.0000 0.0047	0.0000 0.0048	0.0000 0.0053	0.0000 0.0058	0.0000 0.0055	0.0000 0.0049	0.0000 0.0047	0.0000 0.0048	0.0000 0.0050	0.0000 0.0288
$r_3$	0.0000 0.0255	0.0000 0.0211	0.0000 0.0202	0.0000 0.0212	0.0000 0.0291	0.0000 0.0416	0.0000 0.0345	0.0000 0.0229	0.0000 0.0203	0.0000 0.0205	0.0000 0.0238	0.0000 0.0288
$\alpha$	0.0351 0.0542	0.0351 0.0485	0.0351 0.0434	0.0351 0.0490	0.0351 0.0561	0.0351 0.0596	0.0351 0.0580	0.0351 0.0518	0.0351 0.0443	0.0351 0.0462	0.0351 0.0528	0.0351 0.0560
$\epsilon$	0.9649 0.8713	0.9649 0.8863	0.9649 0.8931	0.9649 0.8855	0.9649 0.8619	0.9649 0.8338	0.9649 0.8492	0.9649 0.8792	0.9649 0.8922	0.9649 0.8898	0.9649 0.8764	0.9649 0.8628
$f$	0.5750 0.4250	0.5353 0.4676	0.5131 0.4869	0.5379 0.4621	0.5931 0.4069	0.6324 0.3676	0.6129 0.3871	0.5562 0.4438	0.5161 0.4839	0.5238 0.4762	0.5634 0.4366	0.5915 0.4085
$\epsilon_m$	0.9251	0.9284	0.9299	0.9282	0.9230	0.9167	0.9201	0.9269	0.9297	0.9291	0.9263	0.9232
$q$ (Kcal/hr)	334.24	334.22	423.94	354.57	349.08	293.89	289.83	355.00	359.89	351.01	333.75	353.59

TABLA C-4.2.3.22



	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
10	250.50	246.70	211.96	267.08	226.04	214.24	222.94	218.37	244.18	235.73	236.74	223.06
11	230.27	246.51	271.74	266.86	225.81	213.97	222.68	218.17	244.01	235.57	236.53	222.83
12	230.03	246.31	271.53	266.62	225.52	213.67	222.40	217.97	243.79	235.35	236.25	222.60
13	229.74	246.06	271.28	266.34	225.23	213.35	222.09	217.72	243.57	235.11	236.01	222.29
14	229.44	245.77	271.03	266.04	224.92	213.00	221.75	217.44	243.32	234.87	235.71	222.01
15	229.13	245.49	270.72	265.73	224.58	212.63	221.36	217.17	243.06	234.52	235.41	221.65
16	228.78	245.15	270.41	265.36	224.19	212.23	220.98	216.84	242.76	234.33	235.06	221.31
17	228.41	244.81	270.07	264.97	223.80	211.81	220.54	216.52	242.45	234.01	234.68	220.51
18	227.99	244.45	269.69	264.57	223.36	211.33	220.10	216.14	242.09	233.68	234.30	220.51
19	227.59	244.05	269.29	264.11	222.91	210.89	219.64	215.76	241.73	233.23	233.86	220.08
20	227.11	243.63	268.86	263.65	222.42	210.37	219.12	215.34	241.34	232.93	233.43	219.61
21	226.63	243.17	268.39	263.16	221.92	209.87	218.60	214.91	240.94	232.52	232.94	219.13
22	226.13	242.72	267.89	262.64	221.40	209.30	218.06	214.43	240.47	232.09	232.45	218.61
23	225.60	242.19	267.40	262.06	220.83	208.77	217.49	213.96	240.02	231.61	231.93	218.00
24	225.04	241.68	266.84	261.48	220.28	208.20	216.93	213.43	239.49	231.12	231.36	217.53
25	224.49	241.11	266.28	260.87	219.70	207.63	216.10	212.90	238.99	230.61	230.79	216.79
26	223.90	240.55	265.66	260.22	219.10	207.06	215.74	212.38	238.43	230.07	230.19	216.38
27	223.29	239.93	265.03	259.55	218.50	206.51	215.17	211.83	237.88	229.51	229.59	215.81
28	222.71	239.33	264.35	258.88	217.90	205.97	214.53	211.25	237.36	228.94	228.97	215.22
29	222.07	238.68	263.67	258.17	217.33	205.44	214.01	210.67	236.65	228.35	228.37	214.63
30	221.46	238.03	263.02	257.47	216.73	204.97	213.47	210.07	236.03	227.73	227.72	214.04

M D L A C 4 2 A 1      RADIACION TOTAL TRANSMITIDA A LAS 9H00-10H00, SOBRE LA CUBIERTA DEL DESTILADOR SOLAR PARA  
 VARIOS ANGULOS DE INCLINACION DE LA MISMA. (Kcal/hr.).

	ENERO	FEBRERO	MAR	ABRIL	MAYO	JUNIO	EL IO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
10	280.05	284.23	332.58	303.59	289.06	255.08	256.43	277.54	295.98	295.90	288.05	282.28
11	279.93	284.17	332.50	303.52	288.93	254.96	256.31	277.47	295.95	295.84	287.95	282.19
12	279.83	284.10	332.47	303.45	288.80	254.79	256.19	277.35	295.88	295.77	287.85	281.96
13	279.74	284.01	332.35	303.35	288.67	254.65	256.02	277.26	295.81	295.70	287.76	281.96
14	279.58	283.94	332.32	303.24	288.50	254.44	255.85	277.16	295.75	295.64	287.63	281.81
15	279.45	283.82	332.21	303.11	288.34	254.24	255.67	277.04	295.65	295.54	287.46	281.63
16	279.26	283.72	332.09	303.01	288.11	254.04	255.47	276.88	295.55	295.44	287.33	281.48
17	279.10	283.59	331.98	302.87	287.91	253.78	255.26	276.72	295.45	295.30	287.17	281.27
18	278.88	283.46	331.87	302.70	287.68	253.52	255.00	276.57	295.32	295.20	286.98	281.07
19	278.69	283.34	331.72	302.56	287.42	253.23	254.77	276.38	295.18	295.07	286.98	280.86
20	278.44	283.14	331.57	302.36	287.13	252.91	254.48	276.19	295.05	294.91	286.55	280.59
21	278.19	282.95	331.42	302.15	286.63	252.59	254.19	275.97	294.92	294.74	286.33	280.32
22	277.87	282.76	331.23	301.95	286.51	252.21	253.84	275.72	294.72	294.54	286.07	280.06
23	277.62	282.54	345.06	301.71	286.15	251.84	253.49	275.47	307.06	294.34	285.77	259.76
24	277.30	282.31	330.34	301.34	285.79	251.43	253.14	275.19	294.18	306.82	285.48	259.40
25	276.95	294.47	330.11	301.16	285.39	251.00	252.73	274.88	293.82	293.71	285.16	259.05
26	276.57	281.64	329.66	314.35	284.94	250.53	252.30	274.53	293.39	293.28	284.80	258.66
27	276.16	281.16	329.18	300.27	284.48	250.04	251.83	274.19	292.95	292.81	284.41	258.25
28	275.75	280.68	328.54	300.16	283.99	249.52	251.37	286.68	292.46	292.31	297.28	257.80
29	288.43	280.04	328.10	299.14	283.43	248.97	250.85	273.16	291.96	291.81	283.40	257.33
30	274.64	279.59	327.54	298.53	282.91	248.39	250.29	272.56	291.42	291.25	282.75	256.82

TABLA C.4.2.4.2.- RADIACION TOTAL TRANSMITIDA A LAS 10H00-11H00, SOBRE LA CUBIERTA DEL DESTILADOR SOLAR PARA VARIOS ANGULOS DE INCLINACION DE LA MISMA. (Kcal/hr).

X	ENERO	FEB	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT	OCT.	NOV.	DIC.
10	321.99	322.06	408.90	341.62	336.52	284.37	279.85	341.90	347.15	338.43	321.39	340.87
11	321.95	322.02	408.67	341.62	336.45	284.31	279.78	341.87	347.00	338.43	321.39	340.79
12	321.88	321.37	408.49	341.58	336.41	284.21	278.69	341.83	346.84	338.43	321.35	340.72
13	321.81	321.98	408.30	341.58	336.33	284.12	279.63	341.79	346.65	338.28	321.28	340.64
14	321.77	321.98	408.03	341.55	336.22	283.99	279.53	341.75	346.49	338.09	321.24	340.56
15	321.70	334.22	407.80	354.57	336.14	283.86	279.44	341.67	346.26	337.90	321.17	340.5
16	321.63	321.70	407.62	341.16	336.03	283.73	279.31	341.64	346.07	337.72	321.14	340.33
17	321.52	321.52	407.39	341.13	335.92	283.57	279.18	341.54	345.87	337.49	321.06	340.22
18	321.41	321.30	407.12	340.90	335.77	283.41	279.06	341.44	345.68	337.30	320.96	340.10
19	321.30	321.05	406.89	340.67	335.61	283.22	278.90	355.00	345.45	337.07	320.85	339.91
20	321.16	320.83	406.62	340.40	335.46	283.03	278.74	341.02	345.25	336.85	333.75	339.76
21	334.24	320.80	406.39	340.13	335.27	282.80	278.55	340.72	345.02	336.62	320.38	339.61
22	320.73	320.33	406.07	339.87	335.09	282.58	278.08	340.41	344.75	336.39	320.09	339.41
23	320.36	320.04	405.84	339.56	349.08	282.32	278.15	340.07	344.45	336.09	319.73	53.5
24	320.04	319.79	405.52	339.25	334.52	282.03	277.89	339.72	344.48	335.83	319.41	338.80
25	320.33	319.50	405.25	338.95	334.03	281.74	289.83	339.34	344.02	335.56	319.05	338.34
26	319.21	319.18	404.88	338.60	333.57	281.42	277.26	338.96	343.71	335.26	318.69	337.84
27	318.77	318.85	404.52	338.26	333.04	293.89	276.79	338.57	347.44	334.96	318.25	337.35
28	318.31	318.49	404.16	337.88	332.51	280.53	276.32	338.15	343.09	334.62	317.86	336.81
29	317.84	318.13	403.84	337.50	331.95	279.95	275.78	337.65	342.78	334.28	317.39	336.24
30	317.29	317.74	403.43	337.04	331.34	279.34	275.22	334.24	342.43	333.90	316.92	335.62

TABLA C. 4.2.4.3.- RADIACION TOTAL TRANSMITIDA A LAS 11H00-12H00, SOBRE LA CUBIERTA DEL DESTILADOR SOLO PARA VARIOS ANGULOS DE INCLINACION DE LA MISMA. (Kcal/hr).

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT	OCT	NOV.	DIC.
10	852.54	852.99	1013.44	912.29	851.62	753.69	759.22	837.81	887.31	870.06	846.18	826.21
11	832.15	852.70	1012.91	912.00	851.19	753.24	758.77	837.51	886.96	869.84	845.87	825.81
12	831.74	851.78	1012.49	911.55	850.73	752.67	757.28	837.15	886.51	869.55	845.45	825.28
13	831.29	852.05	1011.93	911.27	850.23	752.12	757.74	836.77	886.03	869.09	845.05	824.89
14	830.79	851.69	1011.38	910.83	849.64	751.43	757.13	836.35	885.56	868.60	844.58	824.38
15	830.28	863.53	1010.73	923.41	849.06	750.73	756.47	835.88	884.97	867.96	844.04	823.73
16	829.67	850.57	1010.12	909.53	848.33	750.00	755.76	835.36	884.38	867.49	843.53	823.12
17	829.03	849.92	1009.44	908.97	847.63	749.16	754.98	834.78	883.77	866.80	842.91	822.00
18	828.28	849.21	1008.68	908.17	846.81	748.26	754.16	834.15	883.09	866.18	842.24	821.68
19	827.58	848.44	1007.90	907.34	845.94	747.34	753.31	847.14	882.36	865.37	841.69	820.85
20	826.71	847.60	1007.05	906.41	845.01	746.31	752.34	832.55	881.64	864.69	853.73	819.96
21	839.06	846.92	1006.20	905.44	843.82	745.26	751.34	831.60	880.88	863.88	839.65	819.06
22	824.73	845.81	1005.19	904.46	843.00	744.09	749.98	830.56	879.94	863.02	838.61	818.08
23	823.58	844.77	1018.30	903.33	856.06	742.93	749.13	829.50	891.53	862.04	837.43	831.35
24	822.38	843.78	1002.70	902.07	840.59	741.66	747.96	828.34	878.15	873.77	836.25	815.73
25	821.77	855.08	1001.64	900.98	839.12	740.37	758.66	827.12	876.83	859.88	835.00	814.18
26	819.68	841.37	1000.20	913.17	837.61	739.01	745.30	825.87	875.53	858.61	833.68	812.88
27	818.22	839.94	998.73	898.08	836.02	750.44	743.79	824.59	878.27	857.28	832.25	811.41
28	816.77	838.50	997.05	896.92	834.40	736.02	742.22	836.08	872.91	855.87	844.11	809.83
29	828.34	836.85	995.61	894.81	832.71	734.36	740.64	821.48	871.39	854.44	829.16	808.20
30	813.39	835.36	993.99	893.04	830.98	732.70	738.98	816.87	869.88	852.88	827.39	806.48

TABLA C.4.2.5.- RADIACION TOTAL TRANSMITIDA POR LA CUBIERTA CADA MES DESDE LAS 9H00 - 12H00 PARA VARIOS ANGULOS DE INCLINACION. (Kcal/hr).

ANGULO $\psi$	9H00-10H00	10H00-11H00	11H00-12H00	TOTAL
10	2857.54	3420.77	3985.05	10263.36
11	2834.95	3419.72	3984.28	10238.95
12	2832.04	3418.44	3981.8	10232.28
13	2828.79	3417.28	3982.39	10228.46
14	2825.3	3415.86	3981.2	10222.36
15	2821.45	3414.16	4005.18	10240.79
16	2817.4	3412.38	3978.08	10207.86
17	2812.58	3410.4	3976.41	10199.39
18	2808.21	3408.25	3974.45	10190.91
19	2803.14	3406.2	3985.92	10195.26
20	2797.81	3403.32	3982.87	1 184
21	2792.18	3400.4	3980.53	10173.11
22	2786.19	3397.48	3963.8	10147.47
23	2779.86	3420.81	3989.28	10189.7E
24	2773.38	3402.72	3957.28	10133.38
25	2766.26	3398.43	3965.94	10130.63
26	2759.68	3394.65	3948.58	10102.91
27	2752.6	3375.73	3960.69	0089 0
28	2745.41	3396.54	3938.73	10080.68
29	2738.04	3376.62	3933.33	10047.99
30	2730.74	3356.69	3924.51	10011.94

TABLA C.4.2.6.-  
RADIACION TOTAL PROMEDIO TRANSMITIDO POR LA CUBIERTA PARA ANGULOS  
DE INCLINACION DE LA CUBIERTA DEL DESTILADOR (Kcal/hr).

GRAFICO C.4.1.- CALOR Vs ANG. INCLIN.

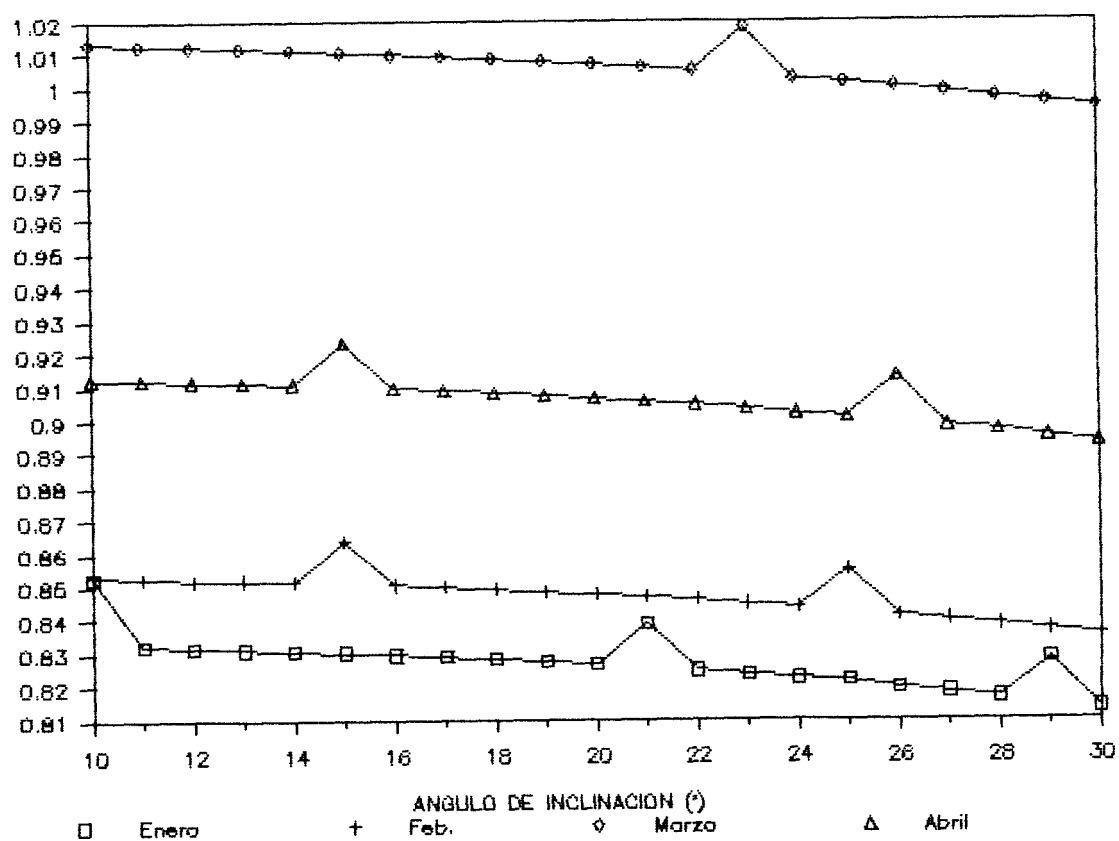
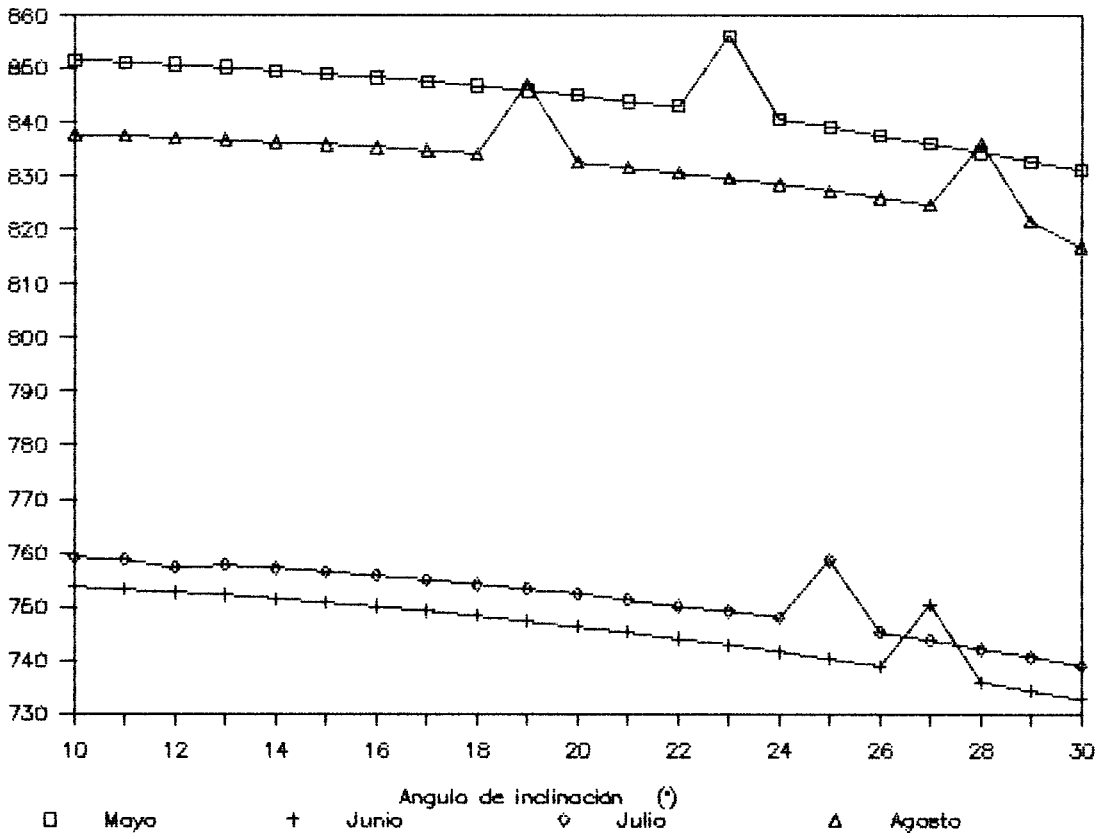


GRAFICO C.4.2.- CALOR Vs. ANG. INC.



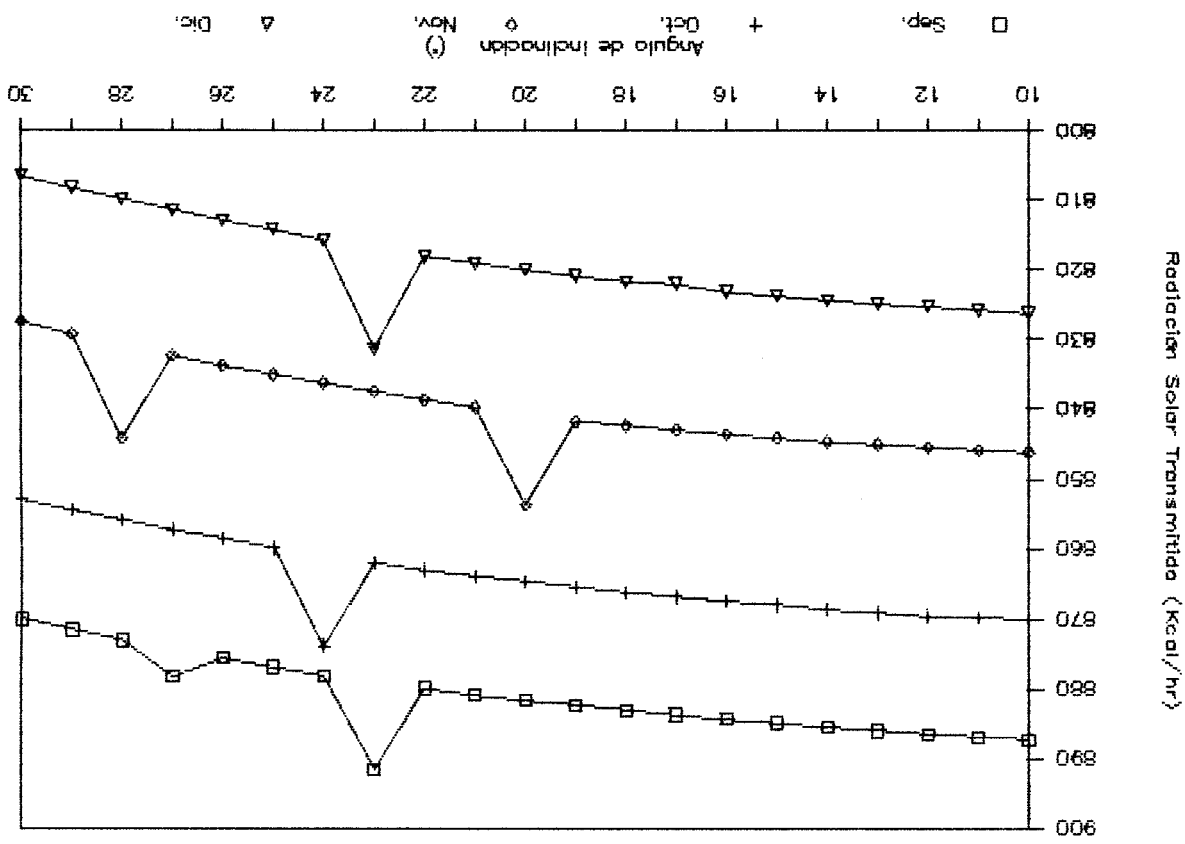
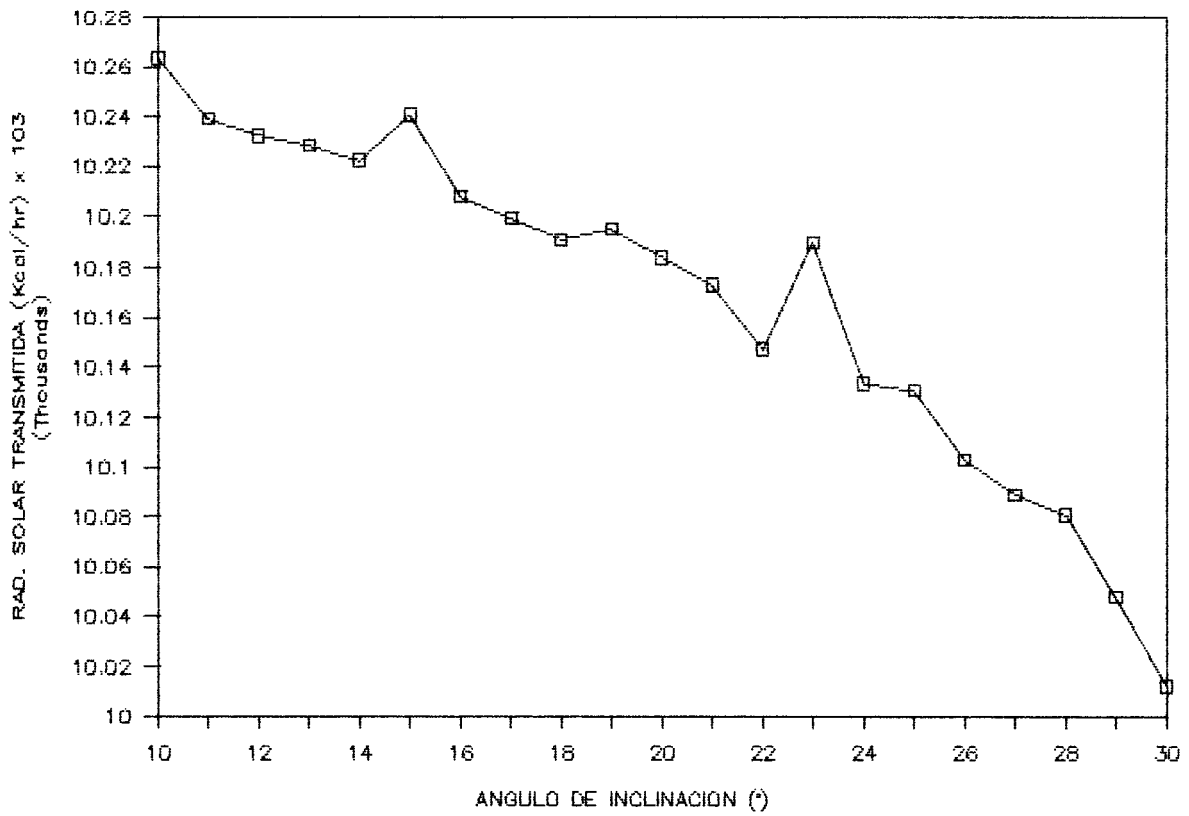


GRAFICO C.4.3.- CALOR VS. ANG. INC.



GRAFICO C.4.4.- RAD. TOTAL Vs. ANG. INC



**APENDICE D**

**TABLAS DE PLASTICOS REFORZADOS CON FIBRA DE VIDRIO**

## VENTAJAS

## DESVENTAJAS

## APLICACIONES

## FORMACION A MANO POR CONTACTO

Costo sumamente reducido del equipo y de los moldes. Prácticamente ninguna limitación en cuanto a las dimensiones de los ductos. Amplias posibilidades de forma y de diseño. Terminación superficial óptima, pero de un solo lado.

Fabricación muy lenta. Factor humano (habilidad, responsabilidad profesional, etc.) preponderante. Estratificados de calidad mediana y escasa uniformidad de la producción. Condiciones mecánicas no elevadas por el bajo contenido de fibras de vidrio. Dificultad de controlar la proporción vidrio-resina.

Objetos y estructuras de **pequeñas** med **de 5 y** grandes dimensiones (cascos de embarcaciones, carrocerías, tanques piletas, elementos y equipos varios para la industria y el transporte, componentes para viviendas de tipo pre-fabricado, etc) a fabricarse en pequeños series. Producción de modelos, moldes, prototipos y piezas especiales de toda clase. Revestimientos.

## CON SACO ELASTICO, POR VACIO O PRESION

Costo moderadamente reducido del equipo y moldes. Bastante flexibilidad en la reproducción de las formas siempre que no sean muy complicadas. Mejor relación vidrio-resina y mayor uniformidad del laminado. Ciclos de trabajo más cortos que con el procedimiento anterior. Óptima terminación superficial de un lado y buena del otro.

Dificultad en la formación de partes con pequeños radios de curvatura. Necesidad, todavía, de bastante mano de obra y producción siempre más bien lenta. Imposibilidad de una rigurosa observancia de determinadas tolerancias.

Las mismas que con el método anterior, excluyendo generalmente la preparación de prototipos, piezas únicas y los revestimientos. Además: radomes, ojivas, claraboyas, y cúpulas translúcidas, etc. Este procedimiento es también apropiado para series pequeñas y medianas (desde algunas centenas a unos pocos miles de piezas).

## MOLDEO CON PISTON FLEXIBLE

Elevada relación **de 6 a 10** de vidrio-resina. Calidad uniforme. Producción relativamente rápida. Terminación superficial óptima pero de un solo lado.

Posibilidad de empleo limitado a ciertos objetos de forma simples. Excesivo desperdicio de material en los bordes de las piezas que deben recortarse. Rápido desgaste del pistón. Equipo de mayor costo que en los casos anteriores.

Objetos de dimensiones relativamente reducidas y de formas cóncavas, a producirse en series medianas de hasta un millar de piezas o poco más (elementos de protección, cajas e involucros varios, etc.)

VENTAJAS	DESVENTAJAS	APLICACIONES
FABRIC. CON DOBLE MOLDE, SIN PRESION Y POR INYECCION		
<p>Corte reducido de los equipos y moldes. Buena terminación superficial de las piezas. Proporción vidrio-resina controlada. Aceptable uniformidad de producción.</p>	<p>Algunas limitaciones para formas complejas (particularmente contra-salidas, ángulos negativos, etc.). Impregnación y por lo tanto ritmo de fabricación todavía lentos. Dificultad para mantener límites reducidos y estrictos de ciertas tolerancias.</p>	<p>Piezas de todo tipo pero no excesivamente complicadas, de dimensiones pequeñas, medianas o grandes, a producirse en series no demasiado rápidas de hasta unas pocas miles de piezas (cascos de protección, partes y protecciones de máquinas, asientos, recipientes y elementos varios para vehículos, radomes, valijas, etc.).</p>
CON MATRICES MET. ACOPLADAS, BAJO PRESION		
<p>Alto contenido de vidrio y excelentes propiedades de las piezas obtenidas. Óptima terminación de todas las superficies, sin necesidad de ulteriores operaciones de acabado. Estrictas tolerancias de fabricación. Ritmo de producción muy rápido.</p>	<p>Alto costo de los equipos y matrices necesarias. Algunas limitaciones de formas (por ej.): ángulos negativos). Dificultad para introducir eventuales modificaciones en los moldes. Limitaciones técnicas y económicas para realizar piezas muy grandes en sus dimensiones.</p>	<p>Piezas y elementos de toda clase, siempre que estén destinados a fabricarse en grandes series, por encima de las 4/5000 unidades (bandejas, recipientes, cajas, elementos para carrocerías, asientos artículos sanitarios, paneles, puertas, elementos para marina y aeronáutica, cascos de protección: mecánica, electromecánica, electrónica, etc.).</p>
FORMACION POR CENTRIFUGADO		
<p>Fabricación prácticamente automática. Buena terminación superficial. Aceptable control de espesores.</p>	<p>Bajo contenido de vidrio y por lo tanto condiciones mecánicas no muy elevadas del producto. Equipo moderadamente costoso.</p>	<p>Producción de caños cuerpos cilíndricos en general de 10 a 250/300 cm de diámetro y para baja o mediana presión de trabajo, en series pequeñas y medianas.</p>

## CONTINUACION

TABLA D.4.4.1.- VENTAJAS, DESVENTAJAS E INDICACIONES DE LOS PRINCIPALES METODOS DE FORMACION DE LOS PRFV

VENTAJAS	DESVENTAJAS	APLICACIONES
FORMACION POR ENROLLAMIENTOS		
<p>Muy alta relación vidrio-resina. Resistencia mecánica y demás propiedades en general, sumamente elevadas. Buena uniformidad de los productos y muy buen control de los espesores. Fabricación totalmente automática.</p>	<p>Alto costo de los equipos. No permite la formación de ciertas partes abiertas y ofrecen algunas otras limitaciones de fabricación.</p>	<p>Tubos, tanques, piezas y objetos varios de cualquier tipo y dimensiones de muy altas prestaciones, que puedan originarse de una figura o plano de rotación para: astronáutica, usos militares, transportes, industrias químicas, alimenticias, papelera, petrolífera distribución de gas, agua, irrigación, etc.</p>
FABRICACION CON PREFORMAS (Según equipo de produc.)		
1) DE ACCION DIRECTA		
<p>Permite preformar piezas de mucho desarrollo superficial; piezas largas y angostas, etc. Pueden incorporarse insertos.</p>	<p>La uniformidad de las preformas depende del operador. Velocidad de producción no muy elevada.</p>	<p>Las tres variantes: para cualquier elemento, pieza o manufacto a realizarse según los procedimientos de formación por saco elástico, pistón flexible, doble molde y matrices metálicas acopladas; utilizándose el equipo correspondiente a la primera variante para piezas medianas o grandes, reservándose las dos restantes para preformas de menor tamaño a producirse en gran escala y la por dispersión en agua en particular, para piezas muy pequeñas.</p>
2) EN CAMARA CERRADA		
<p>Uniformidad de los productos independientemente del operador. Alta velocidad de producción.</p>	<p>Equipo muy costoso. Larga puesta a punto previa a la iniciación de cada producción.</p>	
3) POR DISPERSION EN AGUA		
<p>Posibilidad de realizar piezas bastante complicadas. Producción automática y veloz.</p>	<p>Equipo más bien costoso. Larga puesta a punto previa a la iniciación de una nueva fabricación.</p>	

## CONTINUACION

TABLA D.4.4.1.- VENTAJAS, DESVENTAJAS E INDICACIONES DE LOS PRINCIPALES METODOS DE FORMACION DE LOS PRFV

PROCEDIMIENTO	FORMAS DIMENSIONES MAS ADECUADAS	ESTADO DE LAS SUPERFICIES DE LAS PROPIEDADES UNIFORMIDAD Y TOLERANCIAS MECANICAS	RITMO DE PRODUCCION	VOLUMEN DE PRODUCCION ACONSEJABLE	COSTO DEL EQUIPO Y MOLDES
A)					
A mano or contacto	.....Simples Todas, en particu- lar grandes y muy grandes.	Una sola optima Escasas	Muy lento	Pocas unidades	Muy reduc
B)					
Con saco elastico:					
a) En vacio	.....Rel. simples Medianas a grandes regular	Una buena, otra Satisfactorias Medias	Lento	Medio	Mediano
b) Con presion	.....Todas Medianas a grandes regular	Una optima, otra B o as regular	Lento	Medio	Mediano
C)					
Con piston flexible:					
a) Con Mat y tejidos	..... My simples pequeñ. a median.	Bueno	Regular	Pequeño a medio	Mediano
b) Con Preforma	..... My simples pequeñ. a median.	Bueno	Rápido	Pequeño a medio	Alto
D)					
Doble molde sin presion:					
a) Con Mat y tejidos	..... Rel. simples Medianas	Buena a optima Satisfactorias Medianas	Lento	Pequeño	Reducido
b) Con Preforma	.....Rel. simples Medianas	Buena a optima Buenas	Regular	Medio	Alto

TABLA D.4.4.2.- RESUMEN COMPARATIVO DE ALGUNAS CARACTERISTICAS E INDICACIONES DE LOS DISTINTOS METODOS DE FORMACION DE LOS PRFV

PROCEDIMIENTO	FORMAS DIMENSIONES ----- MAS ADECUADAS	ESTADO DE LAS SUPERFICIES Y TOLERANCIAS ----- DE LOS PRODUCTOS TERMINADOS	PROPIEDADES MECANICAS -----	RITMO DE PRODUCCION	VOLUMEN DE PRODUCCION ADONSEVABLE	COSTO DEL EQUIPO Y MOLDES
E) Matrices metálicas y presión: a) Con Mat y tejidos .....Rel. simples pequen. a median.		Optimo	Elevadas	Rápido	Medio a grande	Alto
b) Con Preforma .....Cualquiera pequen. a median.		Optimo	Elevadas	Muy rápido	Muy grande	Muy alto
F) Centrifugado .....	Cilíndricas Medianas	Buena	Satisfactorias	Rápido	Medio a grande	Rel. alto
G) Por enrollamiento: a) Con Roving .....	Fig. de rev. Todas aún complejas	Optima la mejor en cont. con el mandril	Muy elevadas	Rápido	Medio a grande	Muy alto
b) Con cables tejidos .....	Fig. de rot. Todas simples	id.	Elevadas	Muy rápido	Medio a grande	Muy alto

CONTINUACION

TABLA D. 1. 1 - RESUMEN COMPARATIVO DE ALGUNAS CARACTERISTICAS E INDICACIONES DE LOS DISTINTOS METODOS DE FORMACION DE LOS PREV

MATERIAL DEL MOLDE	A MANO	CON SACO ELASTICO			CON PISTON FLEXIBLE	CON MOLDE CERRADO SIN PRESION*	CON MOLDES ACOPLADOS BAJO PRESION
		EN VACIO	CON PRESION	CON MOLDE CERRADO SIN PRESION*			
YESO	1/5	1/5	1/3 *	-	--	-	
MADERA	1/50	1/30 *	1/30 *	-	-	--	
ELASTOMEROS (EEXILES)	10/500	10/500 *	10/500	-	--	-	
PREV(POL, EPOXI O FENOLIC)	10/1000	10/1000	10/1000	100/500 *	100/4000	100/500	
M TL PULVERIZADO PROYEC.	10/500	10/500 *	10/500 *	10/100 *	10/500 *	10/100 *	
A <sup>1</sup> Y ALEACIONES DE ZINC	> 100	100	100	500/5000	> 100	500/10000	
HIERRO FUNDIDO GRANO FINO	-	--	--	> 500	--	1000/50000	
ACERO INOXIDABLE O CROMADO	-	--	--	> 500	--	1000/200000	

\* Escasamente usado para este sistema de fabricación

TABLA D.4.4.3.- LIMITES DE PRODUCCION HABITUAL PARA DISTINTOS TIPOS DE MOLDES Y PARA ALGUNOS SISTEMAS DE FABRICACION



METODO DE FORMACION	TIPO DE REFUERZO	PROPORCION FIBRA DE VIDRIO %	RESISTENCIA A TRACCION Kg/mm <sup>2</sup>	RESISTENCIA A FLEXION Kg/mm <sup>2</sup>	RESISTENCIA A COMPRESION Kg/mm <sup>2</sup>	MODULO DE YOUNG Kg/mm <sup>2</sup>	RESISTENCIA AL CHOQUE (CHARPY) Kg/cm/cm <sup>2</sup>
A m m c p r con t c b	Fie l s o p r o y e c c i o n s i m u l t a n e a . . . . .	20-30	6-9	10-15	8-12	500-700	7-10
	Fie l s o e s t e r a r o v i n g . . . . .	30-40	8-10	10-15	9-12	600-900	8-40
	E s t e r a r o v i n g . . . . .	40-45	10-16	12-20	10-14	800-1200	30-50
Con saco elástico, por presión o vacío (1) . . . . .	Fie l t r o o p r o y e c c i o n s i m u l t a n e a . . . . .	30-40	8-14	9-18	10-16	600-900	10-25
	Fie l t r o e s t e r a r o v i n g . . . . .	35-65	10-18	12-20	10-18	800-1200	20-50
	E s t e r a r o v i n g . . . . .	45-60	12-18	15-20	10-18	900-1200	40-80
	T e j i d o s i l i o n e . . . . .	50-65	15-25	18-30	12-20	900-1500	50-70
	B a j o p r e n s a , c o n p r e s i o n e s < 10 Kg/cm <sup>2</sup> . . . . .	E s t e r a r o v i n g . . . . .	45-65	15-25	20-40	16-30	1500-2500
	T e j i d o s i l i o n e . . . . .	50-70	20-40 (2)	30-65 (2)	25-40	1200-3000	140-180
Estampado bajo presión . . . . .	Compounds (fibras cortadas + cargas) . . . . .	30	10-18	15-20	15-22	800-1200	> 50
	T e j i d o s i l i o n e p r e i m p r e g n a d o . . . . .	50-5	20-50 (2)	30-75 (2)	30-45	1800-3500	140-180
	C e n t r i f u g a c i o n . . . . .	Fie l t r o	8-12	9-15	9-14	700-900	15-30
	Fie l t r o t e j i d o s i l i o n e . . . . .	35-45	12-18	12-20	10-15	900-1300	20-60
Winding . . . . .	P u n g . . . . .	70-85	100-120 (3)	90-100 (3)	20-35	5000-6000	> 180

(1) Las mejores características se obtienen con presión directa.

(2) Los valores más altos corresponden a tejidos direccionales, en el sentido de flexión.

(3) En el sentido circunferencial.

TABLA D.4.4.4.- RELACION ENTRE EL METODO DE FORMACION, EL TIPO DE REFUERZO Y LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LOS ESTRATIFICADOS VIDRIO-POLIESTER.

PRODUCTO	RESINA POLIESTER PARA USOS GENERALES		RESINA POLIESTER RESIST. A LOS AGENT. QUIMICOS		RESINA FENOLICA		RESINA EPOXIDICA		RESINA FURANICA	
	25	65	25	95	25	95	25	95	25	120
ACIDOS										
Acético 100	A	A	A	A	A	A	A	A	A	H
Acético puro	C	C	A	B	A	A	C	F	A	A
Benc. sulfón. 10%	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Benzoico	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Bórico	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Bronhídrico	A	B	A	A	A	A	A	A	A	A
Butírico 100%	A	F	A	B	A	A	A	B	A	A
Cianhídrico	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Cítrico	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Clorhídrico	A	B	A	A	A	A	A	A	A	A
Cloroacético 10%	A		A	A	A	A	A	A	A	A
Crómico 5%	B	C	A	B	A	C	B	C	B	C
Crómico 50%	B	C	B	C	B	C	L	C	L	
Estearico	A	B	A	A	A	A	A	A	A	A
Fluorhídrico	L	E	C	L	L	C	C	F	L	L
Fluoro Silícico	A	B	A	A	A	A	A	B	A	A
Fórmico 90%	A	C	A	B	A	A	A	B	A	A
Fosfórico	A	B	A	A	A	A	A	A	A	A
Grasos (> de C6)	A	B	A	A	A	A	A	B	A	A
Hipocloroso	A	B	A	B	B	C	C	C	C	C
Láctico	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Maleico 25%	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Nítrico 5%	A	C	A	B	A	C	B	C	B	L
Nítrico 20%	B	C	A	b	C	C	C	C	C	C
Nítrico 40%	C	C	B	C	L	C	C	C	C	C
Nit-sulf(m.28/58%)	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Oleico	A	B	A	A	A	A	A	A	A	A
Oxálico	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Perclórico	A	B	A	A	A	A	A	A	A	
Pícnico	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Sulfúrico 50%	A	H	A	A	A	A	A	A	A	H
Sulfúrico 70%	C	C	B	C	A	C	C	C	C	C
Sulfúrico 90%	C	L	B	C	A	L	F	C	C	L
ALCALIS										
Hidróx. de Amonio	B	C	A	B	L	C	B	C	A	F
Hidróx. de Calcio	F	C	C	C	L	C	C	C	A	B
Hidróx. de Potasio	C	C	C	C	C	C	C	C	A	B
Hidróx. de Sodio	C	C	C	C	L	C	C	C	A	B

TABLA D.4.4.5.- RESISTENCIA QUIMICA DE LOS PRFV

A = SATISFACTORIO; B = SATISFACTORIO CON ALGUNAS LIMITACIONES; C = NO RECOMENDABLE

PRODUCTO	RESINA POLIESTER PARA USOS GENERALES		RESINA POLIESTER RESIST. A LOS AGENT. QUIMICOS		RESINA FENOLICA		RESINA ESOXIDICA		RESINA FURANICA	
	TEMPORES	USOS	TEMPORES	USOS	TEMPORES	USOS	TEMPORES	USOS	TEMPORES	USOS
SALES ACIDAS										
Alumbre	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Amonio; cloruro, nitrato, sulfato	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Cobre; cloruro, nitrato, sulfato	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Estánnico; cloruro	A	B	A	A	A	A	A	C	A	A
Férrico; cloruro, nitrato, sulfato	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Niquel; cloruro, nitrato, sulfato	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Zinc; cloruro, nitrato, sulfato	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
SALES ALCALINAS										
Bario, sulfato	A	C	A	B	C	C	A	B	A	B
Sodio, bicarbonato	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Sodio, carbonato	A	C	A	A	A	A	A	A	A	A
Sodio, fosfato	A	C	A	B	A	C	A	B	A	B
Sodio, sulfuro	A	C	A	B	C	C	A	B	A	B
SALES NEUTRAS										
Calcio; cloruro, nitrato, sulfato	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Magnesio; cloruro, nitrato, sulfato	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Potasio; cloruro, nitrato, sulfato	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Sodio; cloruro, nitrato, sulfato	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
GASES										
Cloro(seco)	A	B	A	B	B	B	A	B	B	C
Cloro(húmedo)	C	C	B	C	C	C	C	B	C	C
Anh sulfuroso(seco)	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Anh sulfuroso(hum.)	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A

CONTINUACION

TABLA D.4.4.5.- RESISTENCIA QUIMICA DE LOS PRFV

PRODUCTO	RESINA POLIESTER PARA USOS GENERALES		RESINA POLIESTER RESIST. A LOS AGENT. QUIMICOS		RESINA FENOLICA		RESINA EPOXIDICA		RESINA FURANICA	
	25	65	25	95	25	95	25	95	25	120
PRODUCTOS ORGANICOS										
Acetona	C	C	C	C	A	H	A	C	A	A
Alcohol Etilico-										
Alcohol metílico	A	B	A	A	A	A	A	A	A	A
Anilina	C	C	C	C		C	B	C	C	C
Benceno	H	C	A	C	A	A	A	C	A	A
Cloroformo	A	C	A	B	A	A	A	B	A	A
Cloruro de metileno	B	C	A	B	A	A	A	B	A	A
Etilacetato	C	C	A	C	A	A	A	A	A	H
Fenol 5%	A	C	A	B	A	A	A	B	A	A
Formaldehido 37%	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Tetraclr. carbono	A	C	A	B	A	A	A	B	A	A
Tricloroetileno	C	C	B	C	A	A	A	B	A	A
PRODUCTOS VARIOS DE USO EN LA INDUSTRIA										
FABRICAS DE PAPEL										
Aguas saturadas de										
Cloro	A	C	A	B	B	C	C	C	C	C
Alumbre	D	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Anh. cloroso-										
elórico	A	A	A	A	C	C	C	C	C	C
Lejias(kraft-negra, verde)	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Lejia sulfítica	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Soluciones blanq.	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
INDUSTRIA FOTOGRAFICA										
Agentes de rev.	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Agen. empleo gen.	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Nitrato de plata	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
FABRICAS DE FERTILIZANTES										
Agen. empleo gen.	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
INDUSTRIA DEL ACERO										
Agentes de decap.;										
ácido clorh.	A	B	A	A	A	A	A	A	A	A
idem:ácido sulf.	A	B	A	A	A	A	H	A	A	A
idem:ácido sulf-nit	C	C	B	C	B	C	C	C	C	C

CONTINUACION

TABLA D.4.4.5.- RESISTENCIA QUIMICA DE LOS FRFV

PRODUCTO	RESINA POLIESTER PARA USOS GENERALES	RESINA POLIESTER RESIST. A LOS AGENT. QUIMICOS	RESINA FENOLICA	RESINA EPOXIDICA	RESINA FURANICA
INDUSTRIA TEXTIL					
Agentes de empieo general	A	A	A	A	A
INDUSTRIA ALIMENTICIA					
Agentes de empieo general	A	A	A	A	A
Queserías y mante- querías	A	A	A	A	A
Fábricas cerveza	A	A	A	A	A
INDUSTRIAS VARIAS					
Aceites (mineral, veg, animal y jabones)	A	B	A	B	A
Agua (pot., de mar, dest. y liq cloac)	A	A	A	A	A
Curtiembres	A	A	A	A	A
Galvanotécnica	A	A	A	A	A
Ind. petrolífera	A	A	A	A	A

CONTINUACION

TABLA D.4.4.5.- RESISTENCIA QUIMICA DE LOS PRFV

RESINAS	CARACTERISTICAS PARTICULARES	APLICACIONES TÍPICAS
Epoxídicas	Excelentes propiedades mecánicas, estabilidad dimensional, químicamente resistente (especialmente a los álcalis), baja absorción de agua, autoextingente, buena adhesión a otros materiales, baja contracción de curado, buena resistencia a la abrasión.	Matrices y herramientas, elementos para electricidad y electrónica, componentes de aviones y vehículos espaciales, cañerías, industria química, tanques de transporte y almacenaje, revestimientos.
Poliésteres	Es la más versátil de las resinas termoendurecentes, dotadas de buenas propiedades eléctricas, buenas características mecánicas y buena resistencia química (especialmente a los ácidos).	Embarcaciones, carrocerías y cabinas para vehículos, sillas, chapas onduladas para techos, cañerías y conductos, equipos y elementos de todo tipo v para todos los sectores de empleo.
Fenolicas	Buena resistencia a los ácidos, buenas propiedades eléctricas (excepto al arco), alta resistencia al calor.	Laminados para electricidad, circuitos impresos, partes de transmisores, aplicaciones para alta temperatura.
Siliconas	Muy alta resistencia al calor, baja absorción de agua, excelentes propiedades dieléctricas, excelente resistencia al arco.	Barreras contra el calor en motores a reacción y cohetes, electrónica, electricidad.
Melaminas	Buena resistencia al arco, gran resistencia al calor, alta resistencia al choque.	Equipos eléctricos.
Furánicas	Buena resistencia a los álcalis, buena resistencia al calor.	Equipos para la industria química.
Acrílicas	Óptima resistencia a los agentes atmosféricos, alta brillantez.	Especialmente chapas y paneles para la construcción.

TABLA D.4.4.6.- PARTICULARIDADES QUE DIFERENCIAN LAS PRINCIPALES CLASES DE RESINAS TERMOENDURECENTES

RESINAS	CARACTERISTICAS PARTICULARES	APLICACIONES TÍPICAS
Poliésteres (NYL6)	Alto punto de distorsión al calor, baja absorción de agua, exiguo alargamiento, buena resistencia al choque, buena resistencia a tracción y flexión.	Engranajes autolubrificantes, cojinetes, arandelas, accesorios varios para máquinas y electrotécnica
Poliésteres	Moderado punto de distorsión al calor, buena estabilidad dimensional, buena resistencia al choque, rigidez.	Grandes elementos para automóviles producidos por inyección, ventiladores, etc.
Poliésteres	Autoextingente, alta resistencia dieléctrica, alta resistencia mecánica y rigidez.	Componentes para el estudio de altas presiones
Fluorocarbónica (Teflón)	Elevada resistencia al calor, autolubrificante.	Juntas de alta resistencia.

## CONTINUACION

TABLA D.4.4.6 - PARTICULARIDADES QUE DIFERENCIAN LAS PRINCIPALES CLASES DE RESINAS. TERMOPLÁSTICAS

PROCESO	RESINAS	REFUERZO	CONT. NORMAL DE VIDRIO, %	TEMP. DE FORM, °C	DE PRESION Kg/cm <sup>2</sup>	DURACION DEL CICLO	SUPERFICIES TERMINADAS
Formac. por contacto	poliester Epoxi	Mat	27	20/45	0	30 min a 1 día	1
		Est. roving	40	20/45	0	30 min a 1 día	1
		Tejido	45				
Idem, con equipo de aspersión	poliester Epoxi	Roving	30	20/45	0	30 min a 1 día	1
Formación con saco elástico en vacío	poliester Epoxi	Mat	35				
		Est. roving	45	20/45	0.5/1	30 min a 1 día	1
		Tejido	50				
Idem con presión	poliester Epoxi	Mat	35				
		Est. roving	55	20/100	1.5/3.5	30 min a 1 día 1 (a veces 2)	
		Tejido	60				
Formación con moldes met.	poliester-fenolica Epoxi-melamina Silicona	Mat	35/45	100/180	4/150	1/10 min	todas
Idem	poliester-fenolica Epoxi-melamina Silicona	0.6/0.85	100/180	4/150	1/5 min	todas	
Idem	poliester-fenolica Epoxi-melamina Silicona	Est. roving					
		Tejido	60-70	100/180	7/100	1/20 min	todas
Premix, por compresión	poliester-fenolica Silicona-melamina Epoxi-poliester modificada (aliquilica, dialilftalato)	Chopped Strands	25	100/170	14/150	0.2 a 5 min	todas

TABLA D.4.4.7.- RESUMEN COMPARATIVO DE LAS PRINCIPALES CONDICIONES DE FORMACION DE LOS PRFV EN FUNCION DE LA RESIN Y DEL REFUERZO EMPLEADOS PARA LOS DIVERSOS METODOS DE PRODUCCION.



PROCESO	RESINAS	REFUERZO	CONT. NORMAL DE VIDRIO, %	TEMP. DE FORM, °C	PRESION Kg/cm <sup>2</sup>	DURACION DEL CICLO	SUPERFICIES TERMINADAS
Idem por transf.	Idem	Idem	25	120/170	70/300	0.2 a 5 min	todas
Form. por cent.	Poliester	Mat	30	80/90	1.5/3	10/20 min	2
		Estera roving	45				
		Tejido	50				
Form. por env.	Poliester Epoxi	Cinta tejida	55	20/65	Prensado variable	Prod. de 5 a 1 (a veces 2) 180 Kg/hr	
		Roving	75				
		Hilados	85				
Form. por trefil. (pultrusión)	Poliester Epoxi	Cinta tejida	60	80/100	0	Prod. 1.5/1.8 m/min	1 ó 2
		Roving	70				
		Hilados	75				
Form. cont. de chapas	Poliester Acrilica	Mat roving	27/30	90/120	0.4/1.4	Prod. 3/4m <sup>2</sup> por minuto	2
Form. por iny.	Termoplásticas: Poliamida(Nylon) Fluocárbonica (Teflón) Poliestireno, etc.	Milled fibers	15	230/370	700/1700	0.25/1.5 min	todas
		Chopped Strands	40				
		Roving	40				

CONTINUACION

TABLA D.4.4.7.- RESUMEN COMPARATIVO DE LAS PRINCIPALES CONDICIONES DE FORMACION DE LOS PRFV EN FUNCION DE LA RESINA Y DEL REFUERZO EMPLEADOS PARA LOS DIVERSOS METODOS DE PRODUCCION.

**FIPENDICE E**  
**CFIRACTERISTICAS DE CONSTHUCCION**

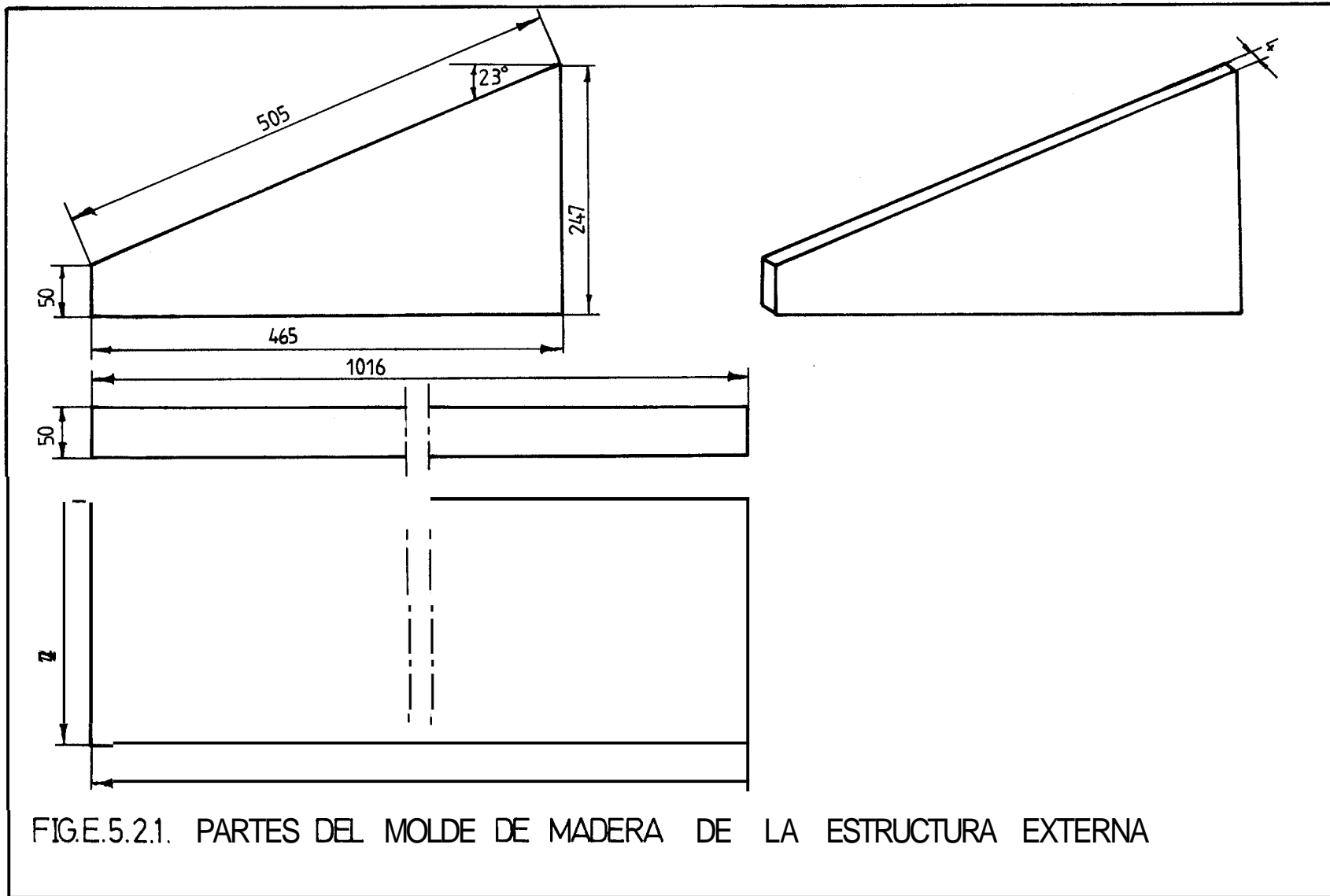


FIG.E.5.2.1. PARTES DEL MOLDE DE MADERA DE LA ESTRUCTURA EXTERNA

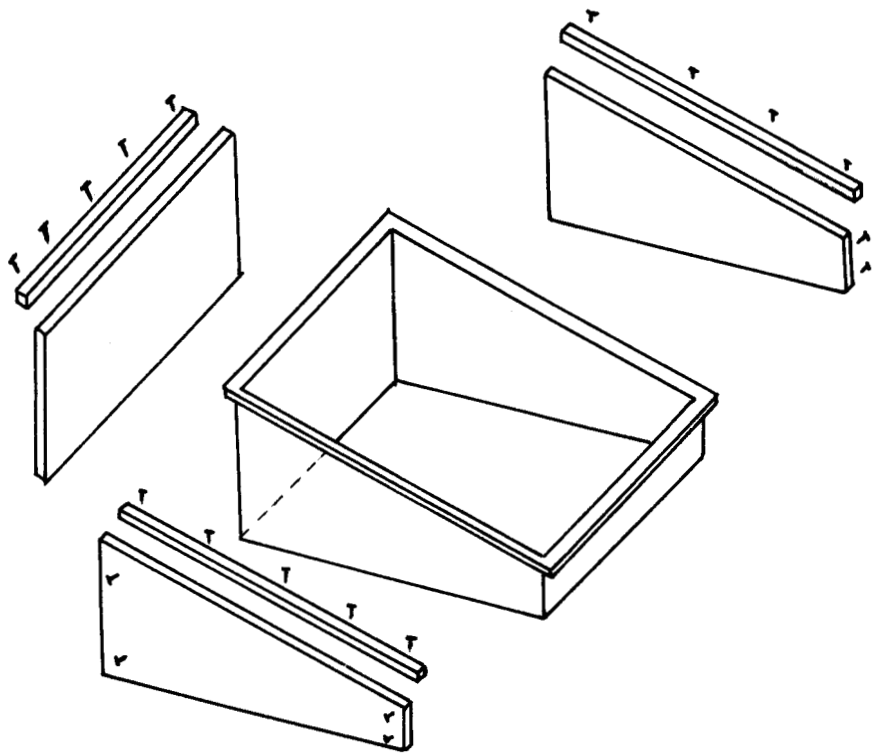


FIG. E.5.22 PROCESO DE MONTAJE DE LAS PARTES DEL MOLDE DE MADERA DE LA ESTRUCTURA EXTERNA DEL D.S.C.

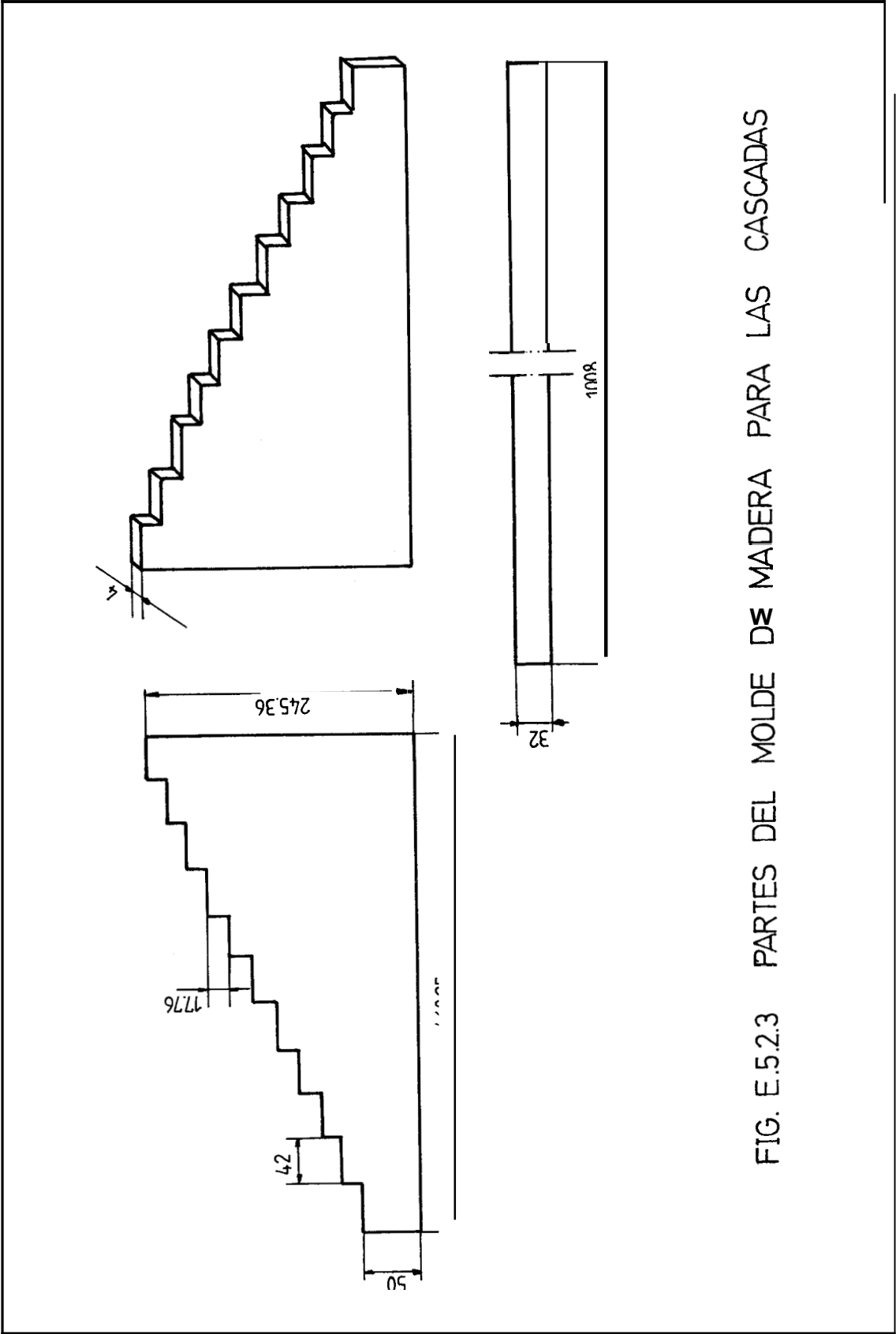


FIG. E.5.2.3 PARTES DEL MOLDE DE MADERA PARA LAS CASCADAS

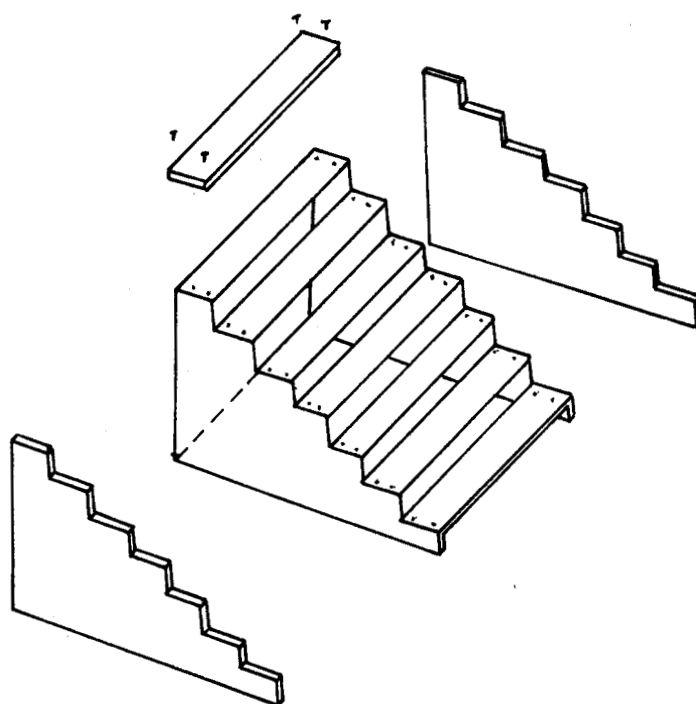


FIG. E.5.2.4 PROCESO DE MONTNE DE LAS PARTES DEL  
MODE DE MADERA DE LA ESTRUCTURA  
EXTERNA DEL D.S.C.

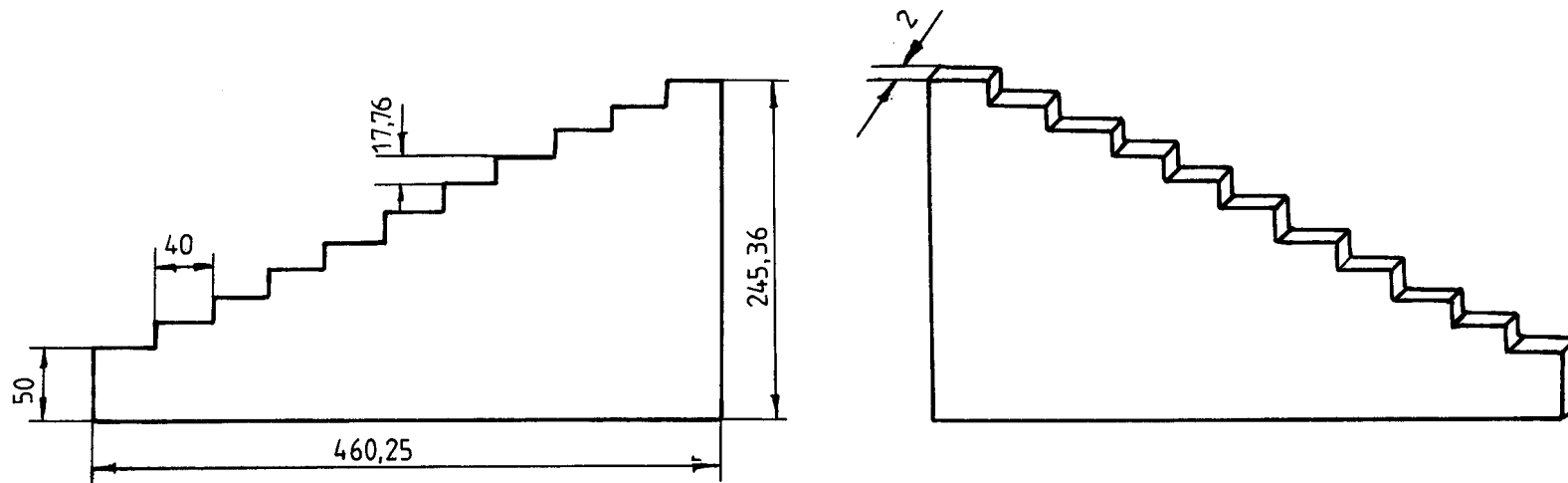


FIG.E.5.2.5. PARTES LATERALES DE LAS CASCADAS DE PRFV

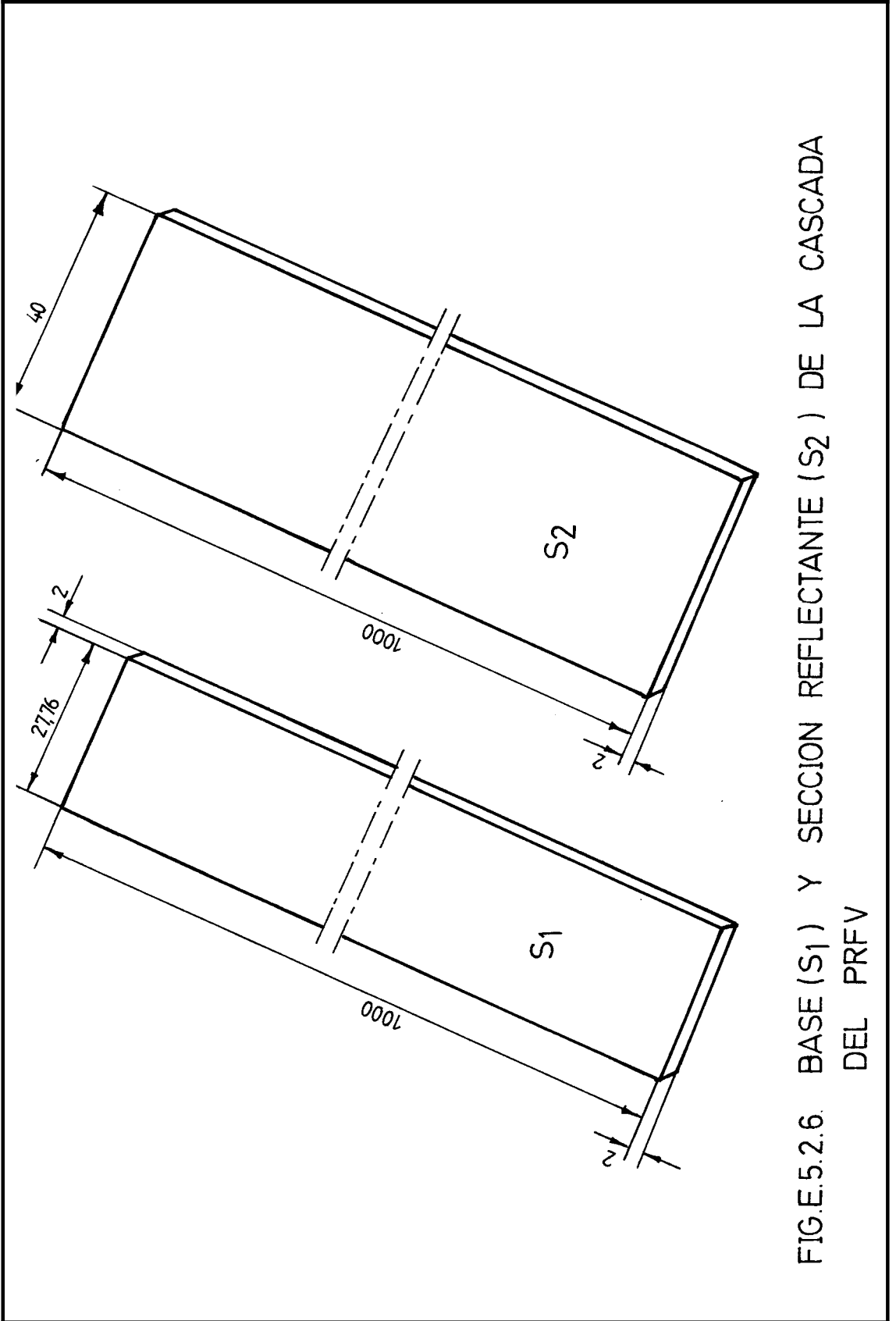


FIG.E.5.2.6. BASE (S1) Y SECCION REFLECTANTE (S2) DE LA CASCADA DEL PRFV



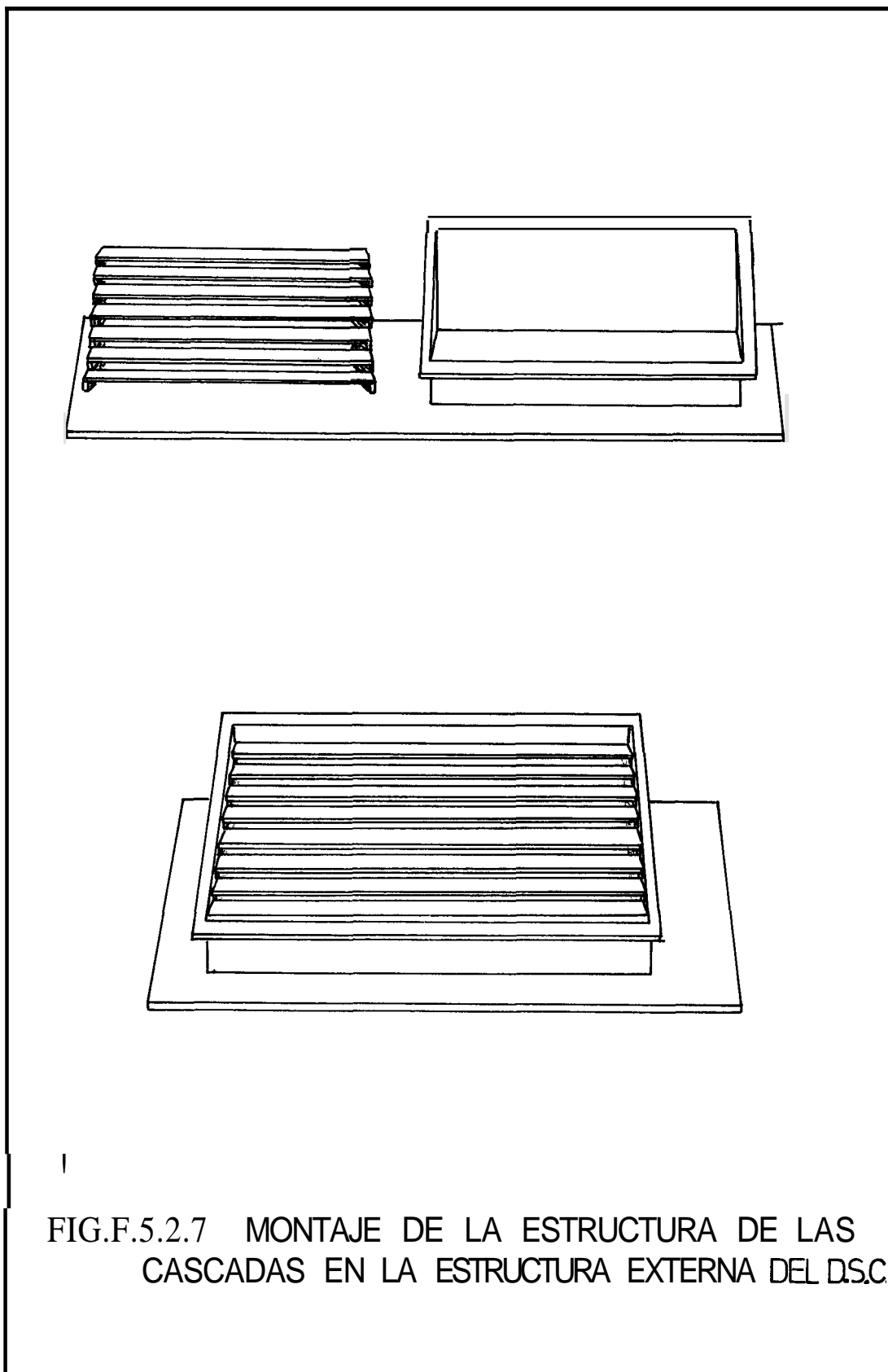


FIG.F.5.2.7 MONTAJE DE LA ESTRUCTURA DE LAS CASCADAS EN LA ESTRUCTURA EXTERNA DEL D.S.C

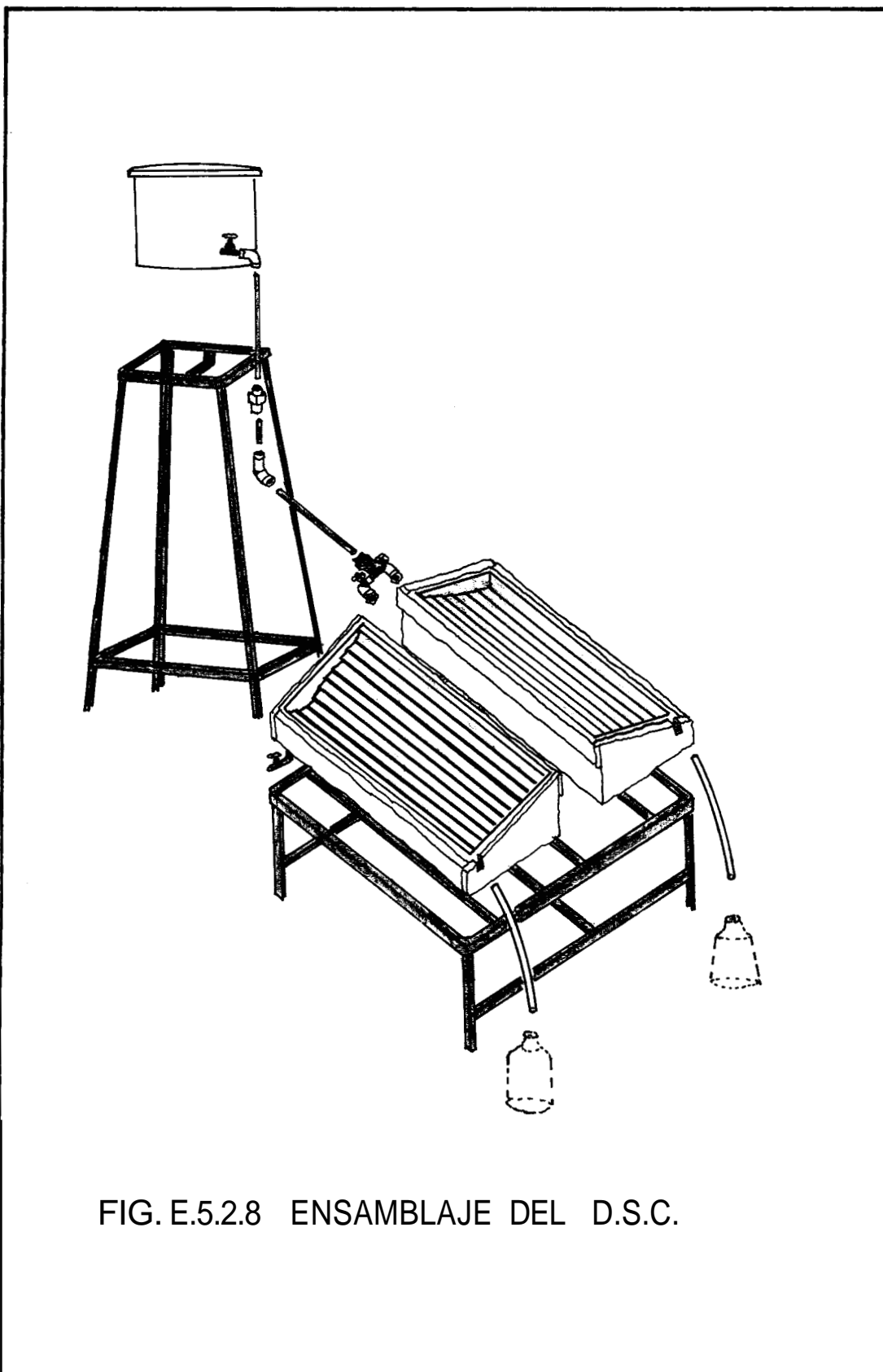
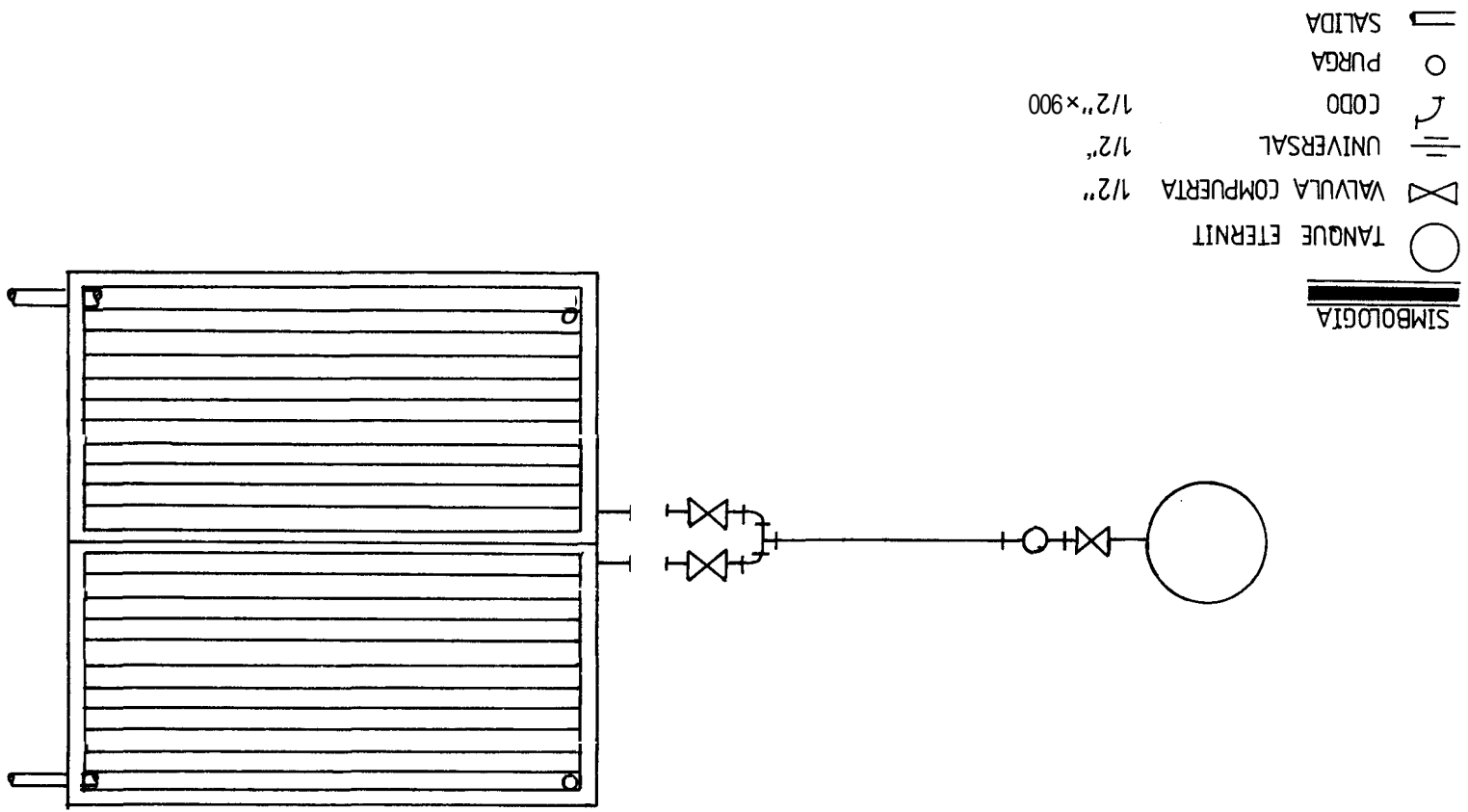
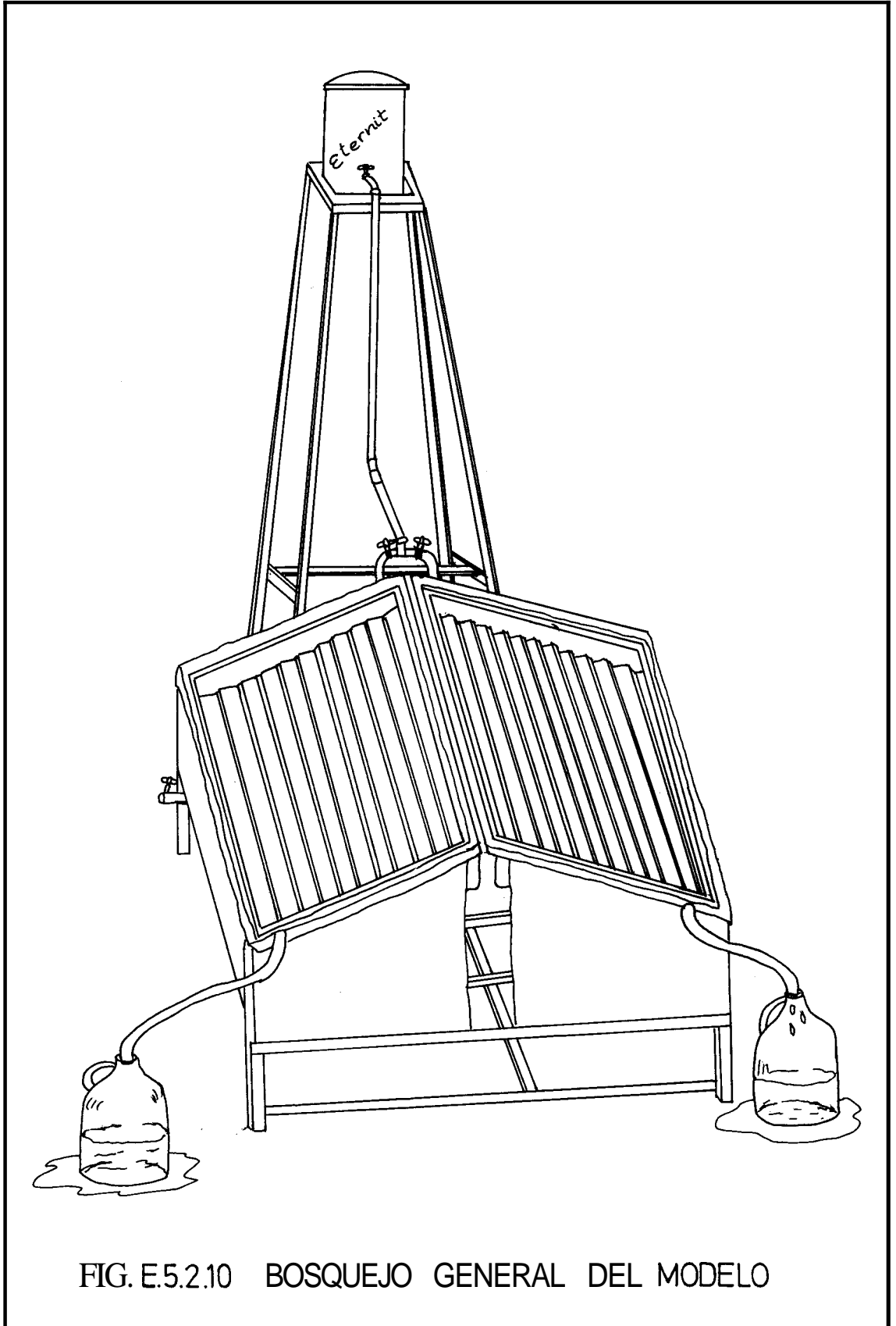


FIG. E.5.2.8 ENSAMBLAJE DEL D.S.C.

FIG.E.5.2.9 ESQUEMA HIDRAULICO DEL MODELO





## APENDICE F

## PROCESO DE CONSTRUCCION DEL DSC

- FIG. F.1.- Resina, cabosil y acelerante
- FIG. F.2.- Trazado y corte de la fibra MATT
- FIG. F.3.- Trazado de las dimensiones de las partes de las cascadas sobre la fórmica.
- FIG. F.4.- Colocacibn de desmoldante sobre el área marcada para la construcción de las partes de las cascadas.
- FIG. F.5.- Colocacibn de la mezcla de resina, pintura negra en polvo y acelerante sobre las Areas marcadas de las partes de las cascadas.
- FIG. F.6.- Secado de las partes de la cascada de PRFV
- FIG. F.7.- Moide de madera para la formacibn de la estructura de la cascada.
- FIG. F.8.- Estructura de las cascadas de PRFV.
- FIG. F.9.- Estructura externa del DSC construide con PRFV
- FIG. F.10. Estructura externa y de las cascadas del DSC construido en PHFV.
- FIG. F.11. Montaje de la estructura de las cascadas en la estructura externa del DSC.
- FIG. F.12. Vista de la forma de acoplamiento entre la estructura de las cascadas y la estructura externa del DSC.
- FIG. F.13.- Vista general del modelo.

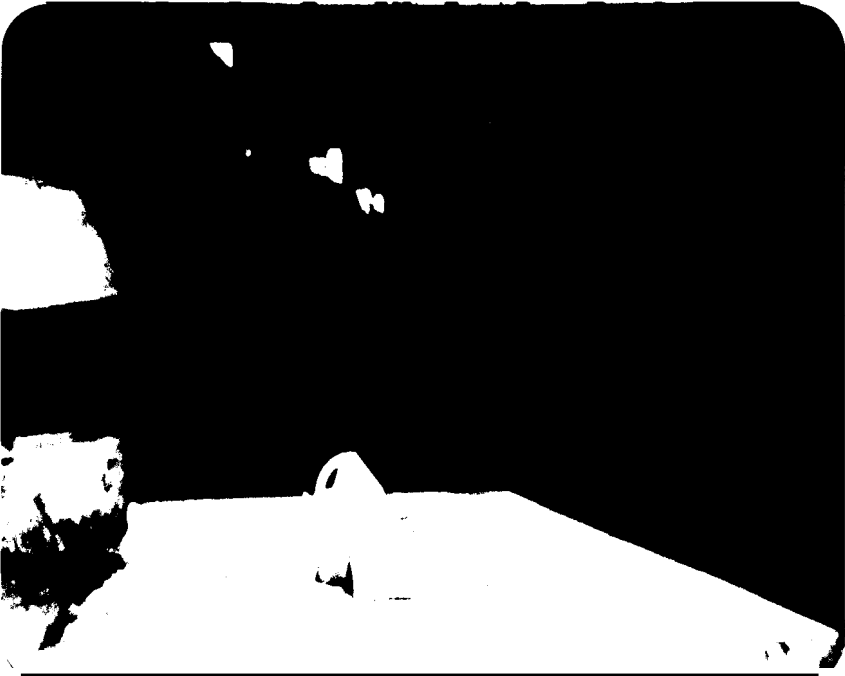


FIGURA F.1

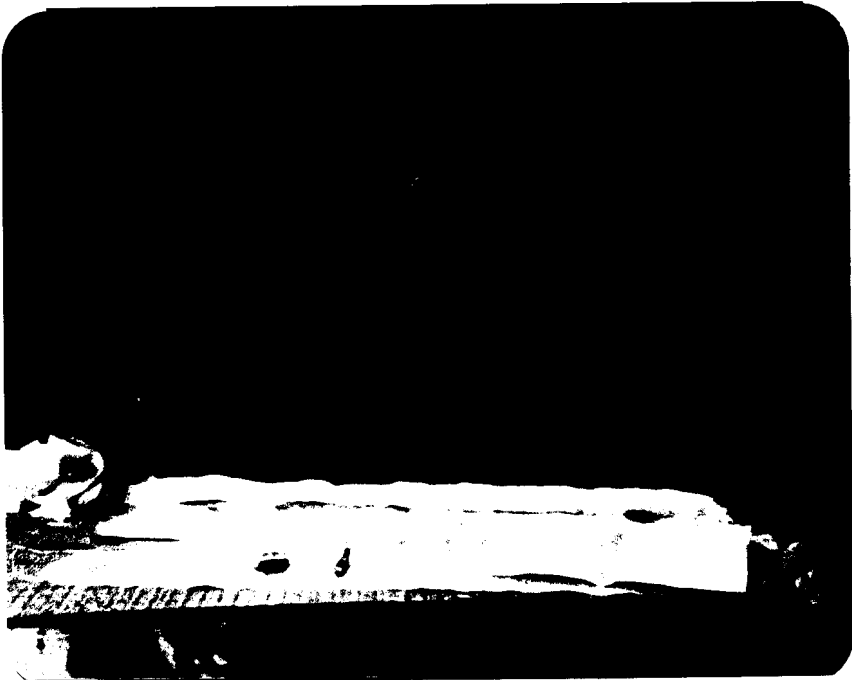


FIGURA F.2

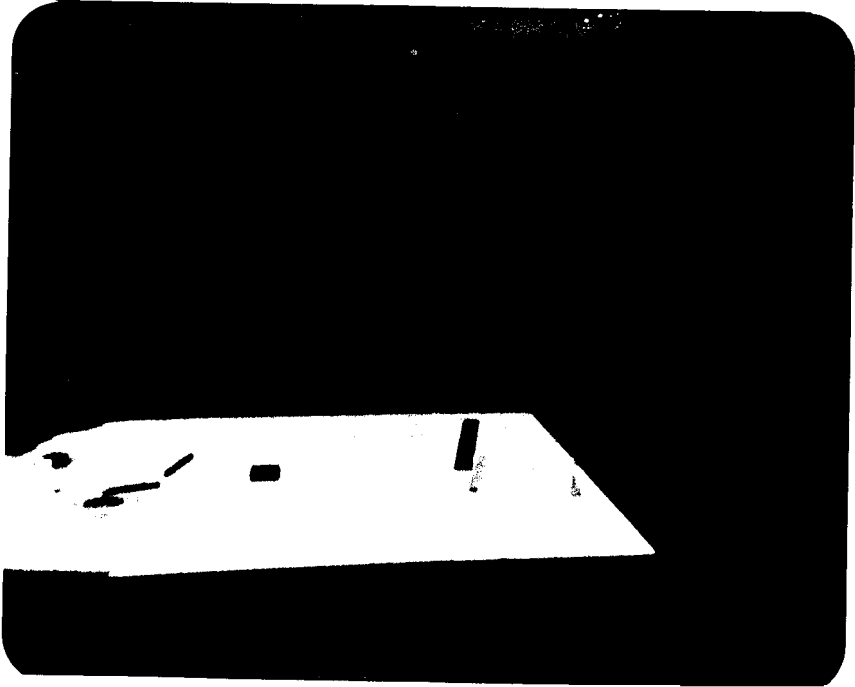


FIGURA F.3



FIGURA F.4



FIGURA F.5

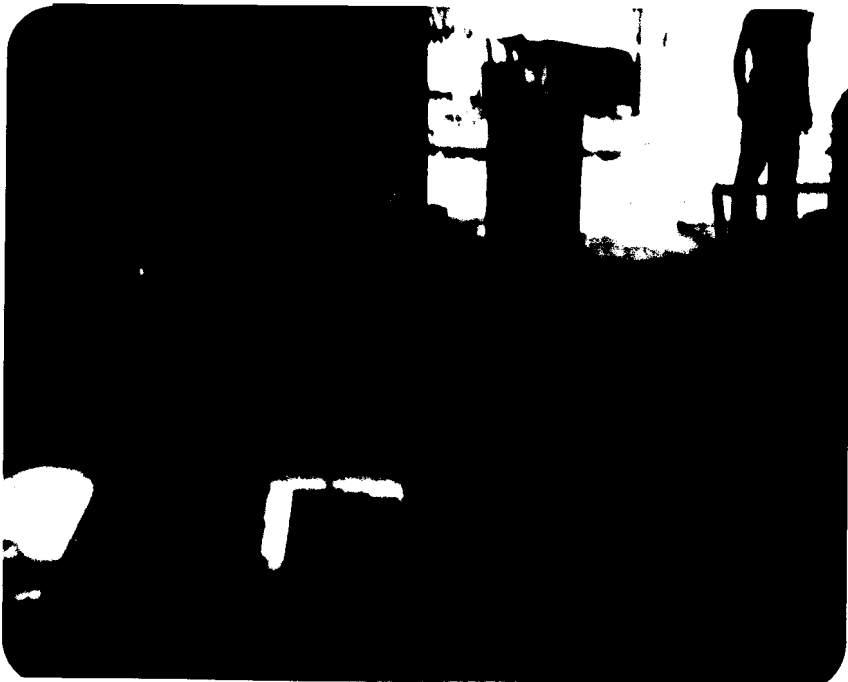


FIGURA F.6



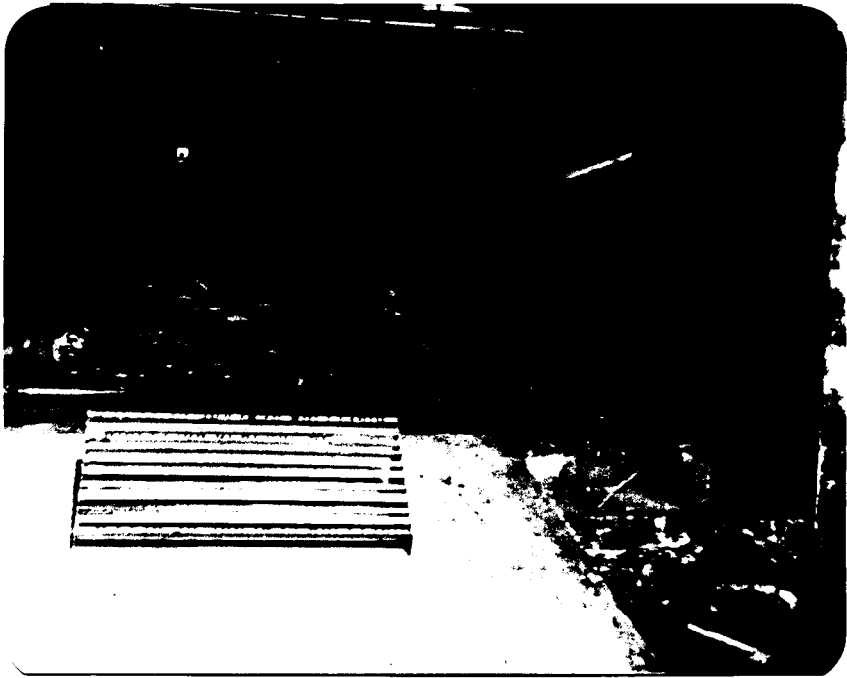


FIGURA F.7

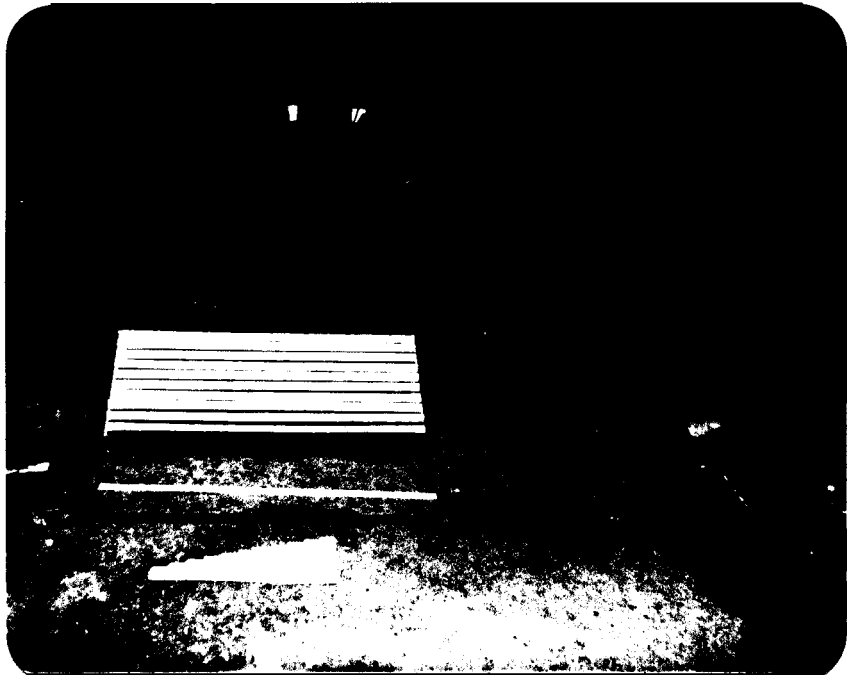


FIGURA F.8

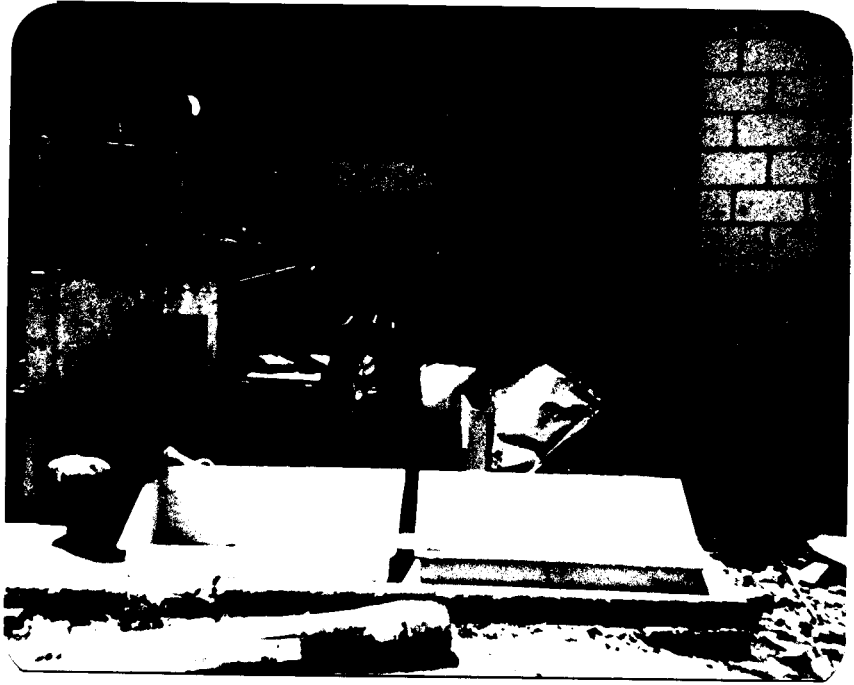


FIGURA F.9

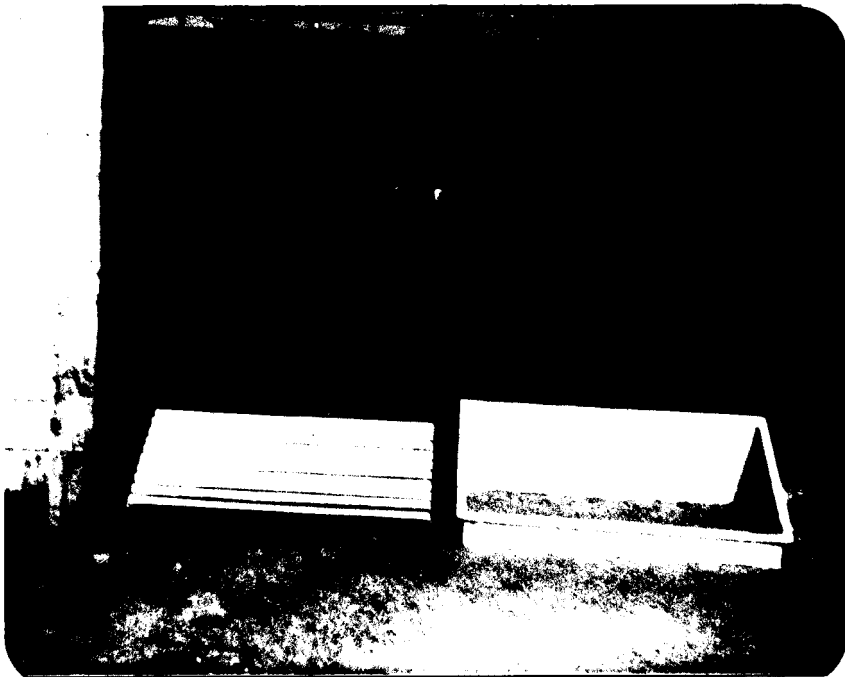


FIGURA F.10



FIGURA F.11



FIGURA F.12



FIGURA F.13

**APENDICE 6**

**TABLAS DE CALIBRACION DEL PIROMETRO Y TERMOMETRO DIGITAL**

RADIACION EN EL MATRIZ		RADIACION EN EL PIRIMETRO	
G,	Watt/m <sup>2</sup>	G,	Watt/m <sup>2</sup>
164.1		109.8	
170.4		116.1	
189.4		133.8	
214.6		176.7	
208.3		160.3	
211.5		164.1	
227.2		167.9	
220.9		164.1	
202.0		145.2	
186.2		132.6	
183.0		130.0	
183.0		126.2	
198.8		137.6	
205.1		141.4	
202.0		141.4	
205.1		146.4	
211.5		151.5	
202.0		146.4	
186.2		132.6	

TABLA G.6.1.a.1.- DATOS DE RADIACION PARA CALIBRACION DEL PIROMETRO

RADIACION EN EL MATRIX		RADIACION EN EL PIROMETRO	
G	Watt/m <sup>2</sup>	G'	Watt/m <sup>2</sup>
192.5		138.9	
191.6		147.7	
191.9		160.3	
227.9		172.9	
237.6		183.0	
239.9		181.8	
239.9		183.0	
252.5		193.1	
268.3		205.8	
284.0		220.9	
284.7		223.4	
274.6		214.6	
268.3		208.3	
277.7		214.6	
303.0		227.2	
315.6		243.6	
325.1		247.4	
315.6		244.9	
129.4		103.5	

TABLA 6 ± 1 a 2 DATOS DE RADIACION PARA CALIBRACION DEL PIROMETRO.

RADIACION EN EL MATRIX		RADIACION EN EL PIROMETRO	
G	Watt/m2	G'	Watt/m2
138.9		111.1	
151.5		132.6	
189.4		164.1	
268.3		195.7	
347.2		277.7	
277.7		202.0	
362.9		252.5	
441.8		315.6	
315.6		231.0	
552.3		397.7	
410.3		290.4	
394.5		290.4	
410.3		340.8	
631.2		334.5	
684.9		523.9	
441.8		460.8	
366.1		271.4	
615.4		435.5	
694.3		505.0	

LA G.6.1.a.3.- D.40% DE RADIACION PARA CALIBRACION DEL PIROMETRO.



RADIACION EN EL MATRIX		RADIACION EN EL PIROMETRO	
G	Watt/m <sup>2</sup>	G	Watt/m <sup>2</sup>
647.0		435.5	
1041.5		725.9	
505.0		353.5	
536.5		315.6	
599.6		372.4	
946.8		656.4	
931.0		643.8	
946.8		656.4	
946.8		662.8	
931.0		665.3	
946.8		549.1	
773.2		568.1	
615.4		460.8	
331.4		233.5	
1025.7		706.9	
978.4		679.2	
867.9		606.0	
552.3		366.1	
520.7		353.5	

TABLA 6 1 a 4 DATOS DE RADIACION PARA CALIBRACION DEL PIROMETRO.

RADIACION EN EL MATRIX		RADIACION EN EL PIROMETRO	
G	Watt/m <sup>2</sup>	G	Watt/m <sup>2</sup>
400.8		284.0	
378.7		261.3	
353.5		239.9	
331.4		223.4	
467.1		361.0	
463.9		357.3	
495.5		359.8	
789.0		465.8	
1009.9		790.3	
688.0		492.3	
599.6		448.2	
1129.8		807.9	
845.8		585.8	
946.8		662.8	
782.7		637.5	
647.0		448.2	
915.2		700.6	
978.4		694.3	
946.8		669.1	

TABLA G.6.1.a.5.- DATOS DE RADIACION PARA CALIBRACION DEL PIROMETRO.

RADIACION EN EL MATRIX		RADIACION EN EL PIROMETRO	
$\bar{G}$	Watt/m <sup>2</sup>	$\bar{G}$	Watt/m <sup>2</sup>
852.1		612.3	
937.3		656.4	
940.5		656.4	
902.6		637.5	
915.2		637.5	
915.2		647.6	
915.2		637.5	
918.4		637.5	
915.2		637.5	
921.6		640.0	
918.4		640.0	
927.9		643.8	
921.6		643.8	
921.6		643.8	
927.9		647.6	
924.7		643.8	
927.9		645.1	
921.6		645.1	
921.6		645.1	

TABLA G.6.1.a.6.- DATOS DE RADIACION PARA CALIBRACION DEL PIROMETRO.

RADIACION EN EL MATRIX		RADIACION EN EL PIROMETRO	
G	Watt/m <sup>2</sup>	G	Watt/m <sup>2</sup>
921.6		640.0	
915.2		637.5	
908.9		635.0	
905.8		631.2	
905.8		631.2	
899.5		624.9	
899.5		623.6	
893.1		618.6	
877.4		609.7	
867.9		606.0	
867.9		599.6	
861.6		593.3	
852.1		587.0	
836.3		580.7	
823.7		574.4	
820.6		568.1	
814.2		561.8	
798.5		555.5	
789.0		551.7	

TABLA G.6.1.a.7.- DATOS DE RADIACION PARA CALIBRACION DEL PIROMETRO.

RADIACION EN EL MATRIX		RADIACION EN EL PIROMETRO	
G	Watt/m <sup>2</sup>	G'	Watt/m <sup>2</sup>
773.2		542.8	
763.8		530.2	
757.4		526.4	
741.7		513.8	
716.4		501.2	
700.6		489.8	
681.7		479.7	
662.8		467.1	
656.4		458.3	
631.2		441.8	
615.4		429.2	
590.2		372.4	
552.3		435.5	
536.5		284.0	
520.7		252.5	
489.2		311.8	
299.8		220.9	
306.1		220.9	
268.3		214.6	

TABLA G.6.1.a.8. - DATOS DE RADIACION PARA CALIBRACION DEL PIROMETRO I

RADIACION EN EL MATRIX		RADIACION EN EL PIROMETRO	
G	Watt/m2	G	Watt/m2
268.3		214.6	
299.8		239.9	
321.9		252.5	
284.0		227.2	
268.3		214.6	
236.7		191.9	
220.9		176.7	
205.1		164.1	
173.6		132.6	
142.0		113.6	
126.9		101.0	
110.5		75.7	
78.9		56.8	
69.4		31.6	
47.3		25.2	
37.9		18.9	
25.2		8.8	
227.2		191.9	
309.3		212.1	

TABLA G.6.1.a.9.- DATOS DE RADIACION PARA CALIBRACION DEL PIROMETRO.

RADIACION EN EL MATRIX		RADIACION EN EL PIROMETRO	
G	Watt/m <sup>2</sup>	G'	Watt/m <sup>2</sup>
475.3		337.1	
631.2		725.9	
789.0		675.4	
978.4		662.8	
946.8		640.7	
883.7		662.8	
946.8		651.4	
940.5		652.7	
931.0		643.8	
915.2		640.0	
918.4		637.5	
924.7		640.0	
924.7		640.0	
924.7		640.0	
924.7		640.0	
924.7		643.8	
912.1		640.0	
918.4		643.8	
		641.3	

TABLA 6 6 + 10 -DATOS DE RADIACION PARA CALIBRACION DEL PIROMETRO.

RADIACION EN EL MATRIX		RADIACION EN EL PIROMETRO	
G	Watt/m2	G	Watt/m2
921.6		641.3	
940.5		643.8	
937.3		647.6	
937.3		643.8	
934.2		641.3	
934.2		642.6	
937.3		647.6	
934.2		647.6	
938.9		647.6	
934.2		648.2	
937.3		647.6	
937.3		648.2	
937.3		647.6	
934.2		645.1	
931.0		642.6	
940.5		643.8	
931.0		643.8	
927.9		641.3	
921.6		640.0	

TABLA G.6.1.a.11.-DATOS DE RADIACION PARA CALIBRACION DEL P IRO METRO.



RADIACION EN EL MATRIX		RADIACION EN EL PIROMETRO	
G	Watt/m2	G'	Watt/m2
927.9		640.0	
937.3		643.8	
934.2		643.8	
934.2		643.2	
940.5		643.8	
942.1		646.3	
943.6		647.6	
945.2		647.6	
945.2		647.6	
945.2		647.6	
945.5		648.2	
940.5		648.9	
942.1		648.9	
940.5		648.9	
943.6		648.9	
945.2		650.1	
945.2		650.1	
883.7		650.1	
890.0		618.6	

TABLA G.6.1.a.12.-DATOS DE RADIACION FAF # VALIBRACION DEL PIROMETRO.

RADIACION EN EL MATRIX		RADIACION EN EL PIROMETRO	
G	Watt/m <sup>2</sup>	G'	Watt/m <sup>2</sup>
890.0		618.6	
890.0		618.6	
890.0		618.6	
890.0		618.6	
886.8		624.9	
880.5		618.6	
880.5		612.3	
877.4		612.3	
877.4		612.3	
867.9		606.0	
867.9		599.6	
867.9		599.6	
867.9		599.6	
867.9		599.6	
867.9		599.6	
864.7		599.6	
861.6		599.6	
858.4		599.6	
858.4		599.6	

TABLA G.6.1.a.13.-DATOS DE RADIACION PARA CALIBRACION DE PIROMETRO.

RADIACION EN EL MATRIX	RADIACION EN EL PIROMETRO
$G$ Watt/m <sup>2</sup>	$G'$ Watt/m <sup>2</sup>
858.4	599.6
855.3	599.6
852.1	593.3
845.8	593.3
845.8	587.0
849.0	587.0
849.0	587.0
849.0	587.0
845.8	587.0
842.7	587.0
845.8	587.0
839.5	580.7
836.3	580.7
839.5	580.7
839.5	580.7
842.7	580.7
836.3	580.7
833.2	574.4
826.9	574.4

TABLA G.6.1.a.14.-DATOS DE RADIACION PARA CALIBRACION DEL PIROMETRO.

RADIACION EN EL MATRIX		RADIACION EN EL PIROMETRO	
G	Watt/m2	G	Watt/m2
823.7		568.1	
817.4		568.1	
817.4		568.1	
817.4		568.1	
817.4		568.1	
814.2		568.1	
807.9		561.8	
804.8		561.8	
801.6		561.8	
798.5		561.8	
798.5		560.5	
795.3		555.5	
795.3		555.5	
792.2		549.1	
789.0		549.1	
789.0		549.1	
789.0		549.1	
785.8		542.8	
782.7		536.5	

TABLA G.6.1.a.15.-DATOS DE RADIACION PARA CALIBRACION DEL PIROMETRO.

RADIACION EN EL MATRIX

RADIACION EN EL PIROMETRO

$\theta$   
Watt/m<sup>2</sup>

$\theta'$   
Watt/m<sup>2</sup>

785.8	536.5
782.7	536.5
776.4	536.5
776.4	536.5
770.1	530.2
763.8	523.9
754.3	523.9

TABLA 6 a 11: -DATOS DE RADIACION PARA CALIBRACION DEL PIROMETRO.

TERMOMETRO DIGITAL Tdig °C	TERMOMETRO CALIBRADOR T °C
0.4	0.0
0.6	0.1
0.6	0.2
0.8	0.3
0.8	0.4
1.0	0.5
1.0	0.6
1.2	0.7
1.2	0.8
1.3	0.9
1.4	1.0
1.6	1.1
1.6	1.2
1.8	1.3
1.8	1.4
2.0	1.5
2.2	1.6
2.2	1.7
2.4	1.8
2.4	1.9

TABLA 8.1.1 b 1 - DATOS DE TEMPERATURA PARA CALIBRACION DEL TERMOMETRO DIGITAL

TERMOMETRO DIGITAL	TERMOMETRO CALIBRADOR
Tdig °C	T °C
2.6	2.0
2.6	2.1
2.6	2.2
2.8	2.3
2.8	2.4
3.0	2.5
3.0	2.6
3.2	2.7
3.2	2.8
3.4	2.9
3.6	3.0
3.8	3.1
3.8	3.2
3.8	3.3
4.0	3.4
4.0	3.5
4.2	3.6
4.2	3.7
4.4	3.8
	3.9

TABLA 6 5 1 b 2 DATOS DE TEMPERATURA PARA CALIBRACION  
DEL TERMOMETRO DIGITAL

TERMOMETRO DIGITAL Tdig °C	TERMOMETRO CALIBRADOR T °C
4.4	4.0
4.6	4.1
4.6	4.2
4.6	4.3
4.8	4.4
4.8	4.5
4.8	4.6
5.0	4.7
5.2	4.8
5.4	4.9
5.4	5.0
5.4	5.1
5.6	5.2
5.6	5.3
5.8	5.4
5.8	5.5
6.0	5.6
6.0	5.7
6.2	5.8
6.2	5.9

TABLA G.6.1.b.3.- DATOS DE TEMPERATURA PARA CALIBRACION DEL TERMOMETRO DIGITAL



TERMOMETRO DIGITAL	T:RM: ETRO CALIBRADOR
Tdig	T
oC	oC
6.2	6.0
7.2	7.0
8.2	8.0
9.2	9.0
10.4	10.0
11.2	11.0
12.2	12.0
13.2	13.0
14.2	14.0
15.2	15.0
16.2	16.0
17.2	17.0
18.2	18.0
19.2	19.0
20.2	20.0
21.2	21.0
22.2	22.0
23.2	23.0
24.2	24.0
25.2	25.0

TABLA B.6.1.b.4.- DATOS DE TEMPERATURA PARA CALIBRACION  
DEL TERMOMETRO DIGITAL

TERMOMETRO DIGITAL	TERMOMETRO CALIBRADOR
T <sub>dig</sub>	T
°C	°C
26.2	26.0
27.2	27.0
28.2	28.0
29.2	29.0
30.2	30.0
31.2	31.0
32.2	32.0
33.2	33.0
34.4	34.0
35.4	35.0
36.2	36.0
37.2	37.0
38.2	38.0
39.2	39.0
40.2	40.0
41.2	41.0
42.2	42.0
43.2	43.0
44.2	44.0
45.2	45.0

TABLA G.6.1.b.5.- DATOS DE TEMPERATURA PARA CALIBRACION  
DEL TERMOMETRO DIGITAL

TERMOMETRO DIGITAL	TERMOMETRO CALIBRADOR
Tdig oC	T oC
46.2	46.0
47.2	47.0
48.2	48.0
49.2	49.0
50.2	50.0
51.2	51.0
52.2	52.0
53.2	53.0
54.2	54.0
55.2	55.0
56.2	56.0
57.2	57.0
58.2	58.0
59.2	59.0
60.0	60.0
61.2	61.0
62.2	62.0
63.2	63.0
64.0	64.0
65.2	65.0

TABLA G.6.1.b.6.- DATOS DE TEMPERATURA PARA CALIBRACION  
DEL TERMOMETRO DIGITAL

TERMOMETRO DIGITAL	TERMOMETRO CALIBRADOR
T <sub>dig</sub>	T
°C	°C
66.2	66.0
67.0	67.0
68.1	68.0
69.0	69.0
70.0	70.0
71.0	71.0
72.0	72.0
73.0	73.0
74.0	74.0
75.0	75.0
76.0	76.0
77.2	77.0
78.2	78.0
79.2	79.0
80.2	80.0
81.0	81.0
82.0	82.0
83.0	83.0
84.0	84.0
85.0	85.0

TABLA G.6.1.b.7.- DATOS DE TEMPERATURA PARA CALIBRACION DEL TERMOMETRO DIGITAL

TERMOMETRO DIGITAL	TERMOMETRO CALIBRADOR
Tdig °C	T °C
86.0	86.0
87.0	87.0
88.0	88.0
89.0	89.0
90.0	90.0
91.0	91.0
92.0	92.0
93.0	93.0
94.0	94.0
95.0	95.0
96.0	96.0
97.0	97.0
98.0	98.0
99.0	99.0
100.0	100.0

TABLA G.6.1.b.8.- DATOS DE TEMPERATURA PARA CALIBRACION  
DEL TERMOMETRO DIGITAL

**APENDICE H**

**TABLAS DE PRUEBAS EXPERIMENTALES**

ESTADO DEL TIEMPO: ENERO 14/85  
 MAÑANA: CUBIERTO  
 TARDE : CUBIERTO

ORIENTACION DEL DESTILADOR: NOROCCIDENTAL-SUR

HRRA	Ta oC	Tve oC	Tvi oC	Tai oC	Tag oC	Tb oC	Tc oC	Tpi oC	V m/seg2	B W/m2	mc Lt	ms Lt
9H00	26.8	27.0	29.3	32.1	33.0	27.0	28.0	31.2	0.4	246.8	.000	0.000
10H00	27.0	32.4	33.8	38.2	40.2	27.8	30.7	36.4	0.7	455.6	.092	0.057
11H00	28.5	38.5	39.0	45.2	48.8	28.6	32.4	43.2	2.7	538.4	.328	0.192
12H00	27.8	37.9	38.7	46.0	48.9	28.4	32.1	42.7	2.8	405.2	.574	0.379
13H00	27.5	36.5	38.0	42.0	46.7	28.6	31.3	41.2	2.6	272.0	.758	0.527
14H00	27.6	34.5	35.9	40.0	43.5	28.1	29.7	37.4	1.0	154.1	.892	0.624
15H00	27.2	30.9	33.1	37.6	39.9	27.5	28.6	35.3	1.9	142.4	.988	0.707
16H00	27.8	31.4	32.4	36.1	38.7	27.9	29.2	34.2	1.1	142.4	.071	0.782
17H00	28.1	31.5	32.4	37.6	38.3	28.3	29.1	34.7	0.6	151.4	.146	0.847

TABLA H.6.1.a.1. - DATOS EXPERIMENTALES DE LA PRUEBA #1

ESTADO DEL TIEMPO: ENERO 15/85  
 MAÑANA: PARCIAL CUBIERTO  
 TARDE : CUBIERTO

ORIENTACION DEL DESTILADOR: NORTE-SUR

HORA	Ta oC	Tve oC	Tvi oC	Tz oC	Ta3 oC	Tb oC	Tc oC	Tpi oC	V m/seg2	G W/m2	mc Lt	ms Lt
9H00	25.8	28.2	30.0	34.2	35.7	42.8	27.8	32.0	1.0	227.5	0.000	0.000
10H00	27.5	34.4	37.8	42.7	44.7	33.7	31	39.1	1.1	401.9	0.140	0.048
11H00	28.2	43.0	45.9	51.9	54.5	39.3	34.3	47.7	1.6	548.2	0.433	0.181
12H00	32.5	51	60.1	64.0	67.3	48.1	40.7	62.8	0.9	809.8	0.872	0.460
13H00	33.6	61.9	68.9	73.9	75.7	53.5	42.8	71	1	893.9	1.67	0.946
14H00	33.0	55.9	65.0	68.2	71.7	50.7	44.1	66.0	1.2	837.9	1.84	1.40
15H00	32.0	48.6	50.9	58.1	61.0	55	35.6	53.0	2.8	590	2.460	1.957
16H00	30	40.0	41.3	48.6	51.0	34.0	30	48	2.5	37	2.743	2.195
17H00	20	37.1	33	47	47.9	30	28.9	36	2.4	169.7	2.980	2.317

A B A H. 6. 1. a. 2. - DATOS EXPERIMENTALES DE LA RUSSA #2



ESTADO DEL TIEMPO: ENERO 16/85  
 MAÑANA: CUBIERTO  
 TARDE : PARCIAL CUBIERTO

ORIENTACION DEL DESTILADOR: NORTE-SUR

HORA	Ta oC	Tve oC	Tvi oC	Tai oC	Tag oC	Tb oC	Tc oC	Tpi oC	V m/seg2	B W/m2	MC Lt	MS Lt
9H00	25.1	28.3	29.2	35.4	36.0	25.4	27.9	34.1	1.6	231.1	0.000	0.000
10H00	27.2	31.8	35.9	40.9	42.0	27.3	31.1	38.2	1.2	386.3	0.103	0.041
11H00	28.7	41.6	47.9	53.7	55.7	30.2	36.6	50.7	1.6	772.4	0.378	0.175
12H00	32.1	57.9	60.4	66.1	69.1	32.5	39.7	65.8	1.6	1011.0	0.979	0.528
13H00	31.7	57.6	61.0	67.7	70.8	33.8	40.8	66.5	2.6	908.8	1.722	1.072
14H00	31.9	56.1	57.4	65.0	67.9	33.3	39.6	62.3	2.7	719.4	2.420	1.677
15H00	31.0	42.2	43.3	50.8	52.6	31.3	33.8	45.9	2.4	306.8	2.710	2.010
16H00	28.0	35.4	36.2	43.9	45.2	30.8	39.1	37.6	2.2	163.0	2.896	2.209
17H00	27.7	33.1	34.4	40.6	41.6	30.1	35.8	35.5	1.1	106.4	3.019	2.340

TABLA H.6.1.a.3. - DATOS EXPERIMENTALES DE LA PRUEBA #3

## ESTADO DEL TIEMPO: ENERO 17/85

MAÑANA: CUBIERTO  
 TARDE : CUBIERTO

ORIENTACION **B** DESTILADOR: NORTE-SUR

HBA	Ta oC	Tve oC	Tvi oC	Tai oC	Tag oC	Tb oC	Tc oC	Td oC	V m/seg2	G W/m2	mc Lt	ms Lt
900	25.2	25.7	26.2	30.2	31.0	25.3	27.1	27.3	0.9	189.7	0.000	0.000
10H00	30.3	34.6	36.6	39.6	41.7	8.8	32.0	37.3	0.3	418.9	0.088	0.025
11H00	31.2	49.6	50.6	53.7	57.8	31.6	37.7	51.3	0.2	826.3	0.387	0.148
12H00	32.9	62.3	65.6	67.5	73.6	3.9	47.2	66.3	1.3	1072.6	1.113	0.548
13H00	31.1	67.7	68.6	70.6	77.1	8.6	41.8	69.3	1.3	1032.5	2.08	1.201
14H00	33.4	62.9	64.8	67.7	73.8	5.6	40.6	65.5	2.0	533.5	2.89	1.900
15H00	31.1	73	48.1	54.7	58.9	33.1	5.4	49.5	2.9	379.2	3.360	2.438
16H00	30.9	36.4	38.7	40.0	42.2	31.6	32.7	39.4	2.3	178.3	3.609	2.741
17H00	29.6	33.8	34.8	39.8	42.0	31.2	32.2	35.5	2.7	130.9	3.744	2.938

TABLA H 6 1 4 - DATOS EXPERIMENTALES B LA PRUEBA #05

ESTADO DEL TIEMPO: ENERO 18/85  
 MAÑANA: CUBIERTO  
 TARDE : CUBIERTO  
 ORIENTACION DEL DESTILADOR: NORTE-SUR

HORA	Ta oC	Tve oC	Tvi oC	Tai oC	Tag oC	Tb oC	Tc oC	Tpi oC	V m/seg2	G W/m2	mC Lt	mS Lt
9H00	27.4	29.8	35.4	39.3	40.0	27.5	27.6	37.3	0.1	234.3	0.000	0.000
10H00	28.1	40.0	44.2	50.0	51.2	28.8	32.4	47.5	0.5	696.8	0.194	0.061
11H00	29.2	53.2	55.0	61.9	63.7	31.1	37.2	60.1	0.9	867.2	0.652	0.257
12H00	31.4	56.9	58.7	67.0	69.0	33.5	40.0	64.4	2.6	874.3	1.365	0.678
13H00	30.4	51.0	54.2	61.1	62.9	34.1	37.9	59.1	1.2	487.2	1.800	1.076
14H00	31.8	47.1	49.7	57.5	59.1	33.9	36.9	53.9	2.4	470.2	2.201	1.465
15H00	32.6	42.2	43.3	50.4	51.6	32.9	35.4	46.5	2.6	281.3	2.440	1.748
16H00	29.6	37.4	38.0	46.1	47.1	31.7	33.5	40.3	2.8	245.5	2.651	2.015
17H00	28.7	34.2	35.8	42.6	43.4	31.1	32.4	37.7	2.1	183.7	2.795	2.193

TABLA H.6.1.a.5. - DATOS EXPERIMENTALES DE LA PRUEBA

ESTADO DEL TIEMPO: ENERO 19/85  
 MAÑANA: PARCIAL CUBIERTO  
 TARDE : CUBIERTO

ORIENTACION DEL DUTILADOR: NRE-SUR

HORA	Ta oC	Te oC	Tvi oC	Tai oC	Tag oC	Tb oC	Tc oC	Tpi oC	V m/seg2	B W/m2	mc h	ms h
9H00	24.3	28.5	28.6	31.3	34.5	24.5	28.9	27.3	0.5	26.8	0.000	0.000
10H00	26.1	29.2	34.6	37.0	39.6	27.1	30.6	36.0	0	329.8	0.079	0.024
11H00	29.0	43.0	45.8	51.6	52	29.6	34	41.6	1.3	709.9	0.33	0.15
12H00	32	48	58	57.1	60.6	31.3	32	55.6	2.1	136	0.884	0.58
13H00	38	62.3	64.7	68.0	73.3	34.0	41.0	66.4	1.7	1052.4	1.676	0.960
14H00	30.2	56	59	63.0	67.5	33.2	37.7	44	2.7	74.9	2.472	1.623
15H00	30.6	52.7	53.7	59.3	63.2	39.2	39.1	56.0	1.6	63.2	3.019	2.151
16H00	23	43.6	44.6	52.5	55.3	32.8	38	48.1	2.9	414.1	3.44	2.59
17H00	28.0	38.2	39.9	46.8	48.6	31.9	33.7	45	1.4	27.6	3.683	2.650

TABLA H.6.1 a 6 - DATOS EXPERIMENTALES DE LA CUBIERTA

ESTADO DEL TIEMPO: ENERO 20/85  
 MAÑANA: PARCIAL CUBIERTO  
 TARDE : CUBIERTO

ORIENTACION DEL DESTILADOR: NORTE-SUR

HORA	Ta oC	Tve oC	Tvi oC	Tai oC	Tag oC	Tb oC	Tc oC	Tpi oC	V m/seg2	G W/m2	mc Lt	ms Lt
9H00	26.1	30.9	33.6	37.6	39.8	29.8	30.9	35.2	0.6	375.4	0.000	0.000
10H00	28.6	39.4	45.4	49.4	51.8	29.8	35.2	47.4	0.6	648.7	0.198	0.082
11H00	31.0	52.7	54.9	60.9	63.5	32.1	37.8	58.2	1.2	748.9	0.698	0.364
12H00	31.5	55.7	57.1	63.8	66.4	33.0	39.0	62.7	1.7	852.8	1.320	0.800
13H00	31.4	56.7	57.0	64.8	67.4	33.9	39.5	62.6	2.3	801.8	2.064	1.368
14H00	29.0	52.2	53.0	60.9	63.5	34.2	38.0	58.3	1.9	605.1	2.685	1.947
15H00	28.8	42.5	44.4	50.4	52.8	33.1	36.2	49.0	0.8	274.4	2.971	2.257
16H00	28.2	45.0	47.5	53.6	56.1	34.8	37.5	49.7	0.8	426.5	3.321	2.555
17H00	29.0	37.1	38.9	44.3	46.6	32.5	33.3	43.0	1.1	136.8	3.508	2.754

TABLA H.6.1.a.7 .- DATOS EXPERIMENTALES DE LA PRUEBA #7

ESTADO DEL TIEMPO: ENERO 21/85  
 MAÑANA: PARCIAL CUBIERTO  
 TARDE : CUBIERTO

ORIENTACION DEL DESTILADOR: NORTE-SUR

HORA	Ta oC	Tve oC	Tvi oC	Tai oC	Tag oC	Tb oC	Tc oC	Tpi oC	V m/seg2	G W/m2	mc Lt	ms Lt
00	24.6	27	27.8	31.3	32.1	32.8	26.2	29.8	0.1	23.9	0.000	0.000
10H00	25	27.1	28.6	33.9	35.0	35.0	27.3	29.6	1.3	20.7	0.031	0.040
11H00	27.8	28.5	28.3	46.7	49.7	28.3	35	40	0.3	661.8	0.284	0.157
12H00	24	47.9	48.9	55.4	60.0	30.6	35.6	53.4	2.5	78.2	0.32	0.52
13H00	27.0	28.5	28.8	55.0	59.2	31	37.7	51.4	3.0	26.6	1.09	0.703
14H00	27.0	51.8	29	60.1	65.1	33.2	39.8	57.9	3.0	991.8	2.170	1.34
15H00	26.8	55.2	56.6	61.8	66.9	33.1	37.6	57	1.5	656.4	2.89	2.02
16H00	26.3	42.4	43.4	51.7	54	37	37.0	47.3	2.8	417.6	3.324	2.87
17H00	27	42.1	42.1	48.7	52.0	32.9	35.3	53	1.1	57.4	3.62	2.841

LABORATORIO DE EXPERIMENTOS LA PRUEBA

ESTADO DEL TIEMPO: ENERO 22/85  
 MAÑANA: PARCIAL CUBIERTO  
 TARDE : PARCIAL CUBIERTO  
 ORIENTACION DEL DESTILADOR: NORTE-SUR

HOR	Ta oC	Tve oC	Tvi oC	Tai oC	Tag oC	Tb oC	Tc oC	Tpi oC	V m/seg2	G W/m2	MC Lt	RS lit
9H00	23.9	27.2	30.1	32.0	2.5	25.0	29.0	0.5	87.0	0.000	0.000	0.000
10H00	25.0	26.1	31.6	35.3	36.1	25.9	28.5	33.9	0.7	281.0	0.058	0.029
11H00	29.2	38.9	40.9	46.4	48.0	30.9	34.0	44.4	0.7	555.2	0.244	0.115
12H00	31.0	58.1	59.7	64.6	67.8	33.0	39.8	61.3	0.8	0.157	0.813	0.443
13H00	31.7	63.0	65.8	70.7	74.4	35.7	42.8	68.4	1.6	0.129	1.604	1.037
14H00	31.7	62.5	64.0	70.1	73.8	35.5	41.1	67.9	2.3	925.8	2.583	1.791
15H00	32.0	57.9	60.6	66.8	70.2	36.9	42.6	63.7	2.3	80E	3.355	2.470
16H00	30.0	53.8	56.8	62.7	65.7	35.6	39.7	59.3	1.3	657.2	3.928	3.018
17H00	27.0	42.0	43.0	51.0	53.0	32.9	35.2	46.8	2.1	299.7	4.279	3.416

TABLA H.6.1.a.9.- DATOS EXPERIMENTALES DE LA PRUEBA #9

ESTADO DEL TIEMPO: ENERO 23/85  
 MAÑANA: PARCIAL CUBIERTO  
 TARDE : CUBIERTO

ORIENTACION DEL DESTILADOR: NORTE-SUR

HORA	Ta oC	Tve oC	Tvi oC	Tai oC	Tag oC	Tb oC	Tc oC	Topi oC	V m/seg2	G W/m2	mc Lt	ms Lt
9H00	24.0	27.0	29.0	33.5	35.0	24.2	28.0	30.0	0.1	214.2	0.000	0.000
10H00	27.3	36.8	37.9	43.0	44.9	27.8	34.9	39.2	0.1	485.9	0.135	0.073
11H00	27.9	46.5	48.3	54.6	57.1	29.4	34.4	49.9	0.9	801.0	0.463	0.268
12H00	28.6	55.9	58.2	64.7	67.7	31.9	38.2	60.1	1.5	935.7	1.158	0.690
13H00	29.7	61.7	62.6	68.4	72.6	33.2	39.1	64.7	2.0	1040.8	1.952	1.310
14H00	27.9	47.8	48.6	57.2	59.8	31.8	33.6	50.2	2.2	426.4	2.438	1.780
15H00	27.1	37.7	38.6	45.4	47.5	31.5	32.4	39.9	1.1	203.3	2.645	2.012
16H00	28.1	36.1	38.5	43.6	45.6	30.2	32.0	39.8	0.5	197.6	2.790	2.143
17H00	28.7	33.8	35.2	39.8	41.6	30.2	31.3	36.4	0.6	153.3	2.891	2.256

TABLA H.6.1.a.10.- DATOS EXPERIMENTALES DE LA PRUEBA #10



## ESTADO DEL TIEMPO: ENERO 24/85

MAÑANA: DESPEJADO

TARDE : PARCIAL CUBIERTO

ORIENTACION DEL DESTILADOR: NORTE-SUR

HORA	Ta oC	Tve oC	Tvi oC	Tai oC	Tag oC	Tb oC	Tc oC	Topi oC	V m/seg2	G W/m2	mc Lt	ms Lt
9H00	26.6	26.9	29.5	32.2	33.6	26.7	26.8	30.8	0.1	224.7	0.000	0.000
10H00	29.3	37.8	43.2	46.6	48.7	29.4	34.3	44.8	0.1	664.2	0.148	0.063
11H00	30.7	49.8	53.8	59.4	62.1	32.1	37.1	55.6	1.4	856.9	0.607	0.333
12H00	31.0	58.0	60.5	67.0	70.1	34.3	39.5	62.3	2.1	959.8	1.404	0.884
13H00	31.6	67.8	70.0	75.1	78.6	37.6	44.3	72.0	1.7	1044.0	2.453	1.694
14H00	30.0	64.0	66.5	72.2	75.6	35.5	41.0	68.4	2.1	920.5	3.418	2.458
15H00	29.8	48.9	50.1	57.4	60.0	34.9	37.6	51.8	1.7	427.0	3.929	3.023
16H00	29.0	41.0	43.1	49.7	51.9	33.6	35.2	44.7	1.4	273.5	4.226	3.356
17H00	28.7	42.4	47.2	52.0	54.4	34.8	37.3	48.9	0.4	420.1	4.494	3.622

TABLA H.6.1.a.11.- DATOS EXPERIMENTALES DE LA PRUEBA #11

ESTADO DEL TIEMPO: ENERO 25/85  
 MAÑANA: CUBIERTO  
 TARDE : CUBIERTO

ORIENTACION DL DESTILADOR: NORTE-SUR

HORA	Ta oC	Tve oC	Tvi oC	Tai oC	Tbg oC	Tb oC	Tc oC	Tp oC	V m/seg2	G W/m2	ms Lt	ms Lt
9H00	21.0	21.1	21.7	24.1	27.2	21.2	21.3	22.4	0.1	47.0	0.000	0.000
10H00	27.7	27.9	29.2	32.9	34.9	26.0	26.4	30.1	1.0	256.7	0.000	0.008
11H00	26.0	27.0	33.6	35.3	37.5	27.4	27.7	34.6	0.1	331.5	0.104	0.050
12H00	26.5	27.9	38.1	38.5	41.0	28.7	28.4	35.2	1.5	310.6	0.229	0.140
13H00	28.1	28.8	47.2	49.5	53.0	28.2	33.4	45.7	0.2	640.4	0.416	0.324
14H00	26.1	28.4	40.0	47.9	51.3	31.0	34.4	41.3	2.9	359.6	0.785	0.573
15H00	25.0	28.2	37.1	47.1	51.0	29.1	31.2	40.3	2.8	221.1	1.171	0.850
16H00	25.3	34.2	35.2	42.4	45.3	26.5	27.2	36.3	2.2	182.8	1.44	1.052
17H00	25.0	29.0	31.8	36.6	38.9	25.7	26.6	22.8	1.4	95.7	1.530	1.183

LABORATORIO EXPERIMENTALES D E R I B #12

## ORIENTACION DEL DESTILADOR: NORTE-SUR

ESTADO DEL TIEMPO: ENERO 26/85

MAÑANA: DESPEJADO

TARDE : DESPEJADO

HORA	Ta oC	Tb oC	Tai oC	Taj oC	Tb oC	Tc oC	Tp oC	V m/seg2	G W/m2	ms Lt	mc Lt	ms Lt
9H00	26.5	29.9	34.3	36.4	39.1	2.4	2.5	3.7	0.1	47.4	0.000	0.000
10H00	29.6	41.1	46.4	52.5	29.8	8.5	8.5	0.2	87.2	0.199	0.199	0.118
11H00	29.7	51.1	54.6	62.9	31.5	36.9	55.5	1.0	79.8	0.614	0.614	0.354
12H00	30.0	59.9	68.8	71.6	43.3	40.2	63.5	1.4	900.1	1.83	1.83	0.842
13H00	31.0	67.3	69.2	75.3	33.9	48.8	72.5	1.1	96.9	2.346	2.346	1.517
14H00	31.4	68.8	70.1	87.7	33.3	44.1	73.2	1.5	933.6	3.36	3.36	2.28
15H00	30.7	64.1	66.3	72.4	38.1	45.0	69.4	1.5	33.2	4.50	4.50	3.062
16H00	30.0	54.3	57.9	62.1	65.3	41.4	60.1	0.2	470.4	4.714	4.714	3.601
17H00	21.1	36.2	37.7	43.5	47.1	31.6	41.6	1.9	269.6	4.964	4.964	3.978

TABLA H.6.1.a.13 - DATOS EXPERIMENTALES DE LA PEBB #13

ESTADO DEL TIEMPO: ENERO 27 85  
 MAÑANA: PARCIAL CUBIERTO  
 TARDE : CUBIERTO

ORIENTACION DEL ESTILADOR: NORTE-SUR

HORA	Ta oC	Tp C	Tvi oC	Tai C	Tag oC	Tb oC	Tc oC	Tpi C	V m/seg2	G W/m2	mc Lt	ms Lt
9H00	24.6	23	23.0	32.3	34.0	23	29	20	1.5	18.6	0.000	0.000
10H00	26	32.1	36.9	39.2	41.4	29.3	31.2	3 <sup>-</sup> 9	0.1	4.8	0.078	0.028
11H00	29.1	43.0	41	49	2.8	30.1	32.2	5.6	1.3	64.8	0.377	0.160
12H00	30.9	48.9	50.1	56.1	59.4	31.1	36.7	52.4	1.7	684.1	0.316	0.43
13H00	31.4	67.0	70.0	72.6	69	33.1	39.2	71.2	0.4	1015.5	1.50	0.565
14H00	31.0	62.8	64.9	62	74.4	2	0	66.0	2.1	969.2	2.47	1.59
15H00	30.0	62.1	64.7	69.4	73.5	5	5.8	65.8	1.4	885.5	3.292	2.23
16H00	28.0	48.6	51.7	58.2	61.6	33.1	32.7	52.7	1.7	481.1	3.824	2.873
17H00	27.6	38.0	39.0	45.9	48.5	31.3	33.7	41.3	1.8	206.8	4.085	3.244

TABLA H.6.1.a.14.- DATOS EXPERIMENTALES DE LA PRUEBA #14

## ESTADO DEL TIEMPO: ENERO 8 85

ORIENTACION DEL DESTILADOR: NORTE-SUR

MAÑANA: CUBIERTO

TARDE : CUBIERTO

HORA	Ta oC	Tve oC	Tvi oC	Tai oC	Tag oC	Tb oC	Tc oC	T <sub>oi</sub> °C	V m/seg2	G W/m2	m t	ms Lt
8:00	25.2	25.7	29.2	29.5	31.0	25.3	25.6	27.3	0.9	180.2	0.000	0.000
10:00	26.8	27.0	30.3	32.1	33.9	26.8	26.9	31.4	0.1	336.8	0.040	0.025
11:00	27.7	33.9	37.9	40.7	43.7	27.9	30.3	39.1	0.2	418.7	0.162	0.093
12:00	28.0	36.8	38.2	43.3	46.3	29.1	32.5	39.4	1.4	466.4	0.366	0.200
13:00	28.7	38.0	40.3	44.7	47.9	30.0	34.3	41.5	1.1	472.4	0.572	0.307
14:00	29.3	40.0	42.1	45.5	51.0	30.4	34.9	43.3	2.1	491.6	0.59	0.50
15:00	30.1	51.8	53.9	58.7	63.4	32.7	39.4	55.2	1.6	537.8	1.431	0.950
16:00	26.5	41.4	42.0	50.4	54.2	30.7	35.4	43.2	3.0	311.8	1.906	1.412
17:00	26.3	38.9	38.4	48.6	30.1	32	41.0	1.1	17.3	2.158	1.758	

TABLA H.6 1 a.15.- DOS EXPERIMENTALES DE LA PRUEBA #15

## ESTADO DEL TIERRA: ENERO 29/85

MAÑANA: CUBIERTO

TARDE : CUBIERTO

## ORIENTACION DEL DESTILADOR: NORTE-SUR

HORA	Ta oC	Tve oC	Tvi oC	Tai oC	Tag oC	Tb oC	Tc oC	Tpi oC	V m/seg2	G W/m2	mc Lt	ms Lt
9H00	25.9	27.7	30.8	36.6	38.2	26.2	27.1	31.9	1.5	79.1	0.000	0.000
10H00	29.0	29.9	33.0	35.3	37.0	29.2	29.7	34.3	0.2	195.3	0.049	0.012
11H00	30.1	39.9	48.6	51.6	58.1	31.4	36.4	49.4	0.1	287.2	0.220	0.061
12H00	30.0	46.0	58.0	55.5	58.2	32.2	36.3	52.5	1.3	461.4	0.561	0.200
13H00	30.8	61.5	64.0	67.9	71.2	34.9	39.1	58.2	0.2	57.7	1.688	0.497
14H00	31.2	50.0	57.4	63.6	66.7	33.3	37.5	60.8	1.9	858.2	1.885	0.957
15H00	31.0	49.2	51.6	57.1	59.9	32.9	36.3	54.5	1.1	59.3	2.011	1.417
16H00	30.0	44.0	46.4	52.3	58.8	33.1	36.6	58.8	1.5	444.0	2.311	1.750
17H00	29.0	42.0	44.1	49.6	52.0	32.4	33.8	46.3	0.6	322.0	2.569	2.042

TABLA H.6.1.a.16. DATOS EXPERIMENTALES DE LA PRUEBA #16

## ORIENTACION DEL DESTILADOR: NR 2-SB

ESTADO DEL TIEMPO: ENERO 30/85  
 MAÑANA: PARCIAL CUBIERTO  
 TARDE : CUBIERTO

HORA	Ta oC	Tve oC	Tvi oC	Tai oC	Tag oC	Tb oC	Tc oC	Tpi oC	V m/seg2	G W/m2	mc Lt	ms lt
9H00	29.0	30.7	34.8	36.4	38.0	29.6	30.0	35.7	0.1	686.8	0.000	0.000
10H00	31.2	34.5	42.7	44.5	46.3	31.8	32.2	43.8	0.1	785.0	0.075	0.059
11H00	31.6	33.3	51.0	56.9	59.6	32.0	35.9	52.3	1.4	719.4	0.484	0.263
12H00	32.2	53.0	55.0	61.0	63.7	32.8	37.9	56.3	1.6	944.9	0.989	0.575
13H00	32.9	57.3	58.5	66.3	69.0	35.1	38.4	61.4	3.0	835.9	1.790	1.103
14H00	29.0	55.0	56.3	65.2	67.9	34.9	40.5	60.9	2.9	674.1	2.638	1.673
15H00	28.0	45.5	50.3	59.2	61.9	36.5	41.4	54.7	2.7	471.2	3.274	2.270
16H00	28.0	45.9	47.0	55.3	58.0	34.9	37.9	50.4	2.1	183.7	3.767	2.805
17H00	27.0	37.9	40.6	46.3	49.0	32.5	33.7	44.3	0.8	109.2	4.002	3.167

TABLA H-3.1.a.17.- DATOS EXPERIMENTALES DE LA PRUEBA #17

ESTADU BL TIEMPO: ENERO 31/85  
 MARIANA: DESPEJADO  
 TARDE : DESPEJADO

ORIENTACION AL DESTILADOR: NORTE-SUR

HORA	Ta oC	Tve oC	Tvi oC	Tai oC	Tag oC	Tb oC	Tc oC	Tpi oC	V m/seg2	G W/m2	mC Lt	mS Lt
9H00	26.0	30.7	34.8	38.2	40.5	26.8	30.5	36.2	0.4	437.6	0.000	0.000
10H00	27.7	33.6	35.0	38.7	41.0	28.1	31.8	37.1	0.5	612.2	0.109	0.079
11H00	29.0	48.6	50.1	57.4	60.2	29.5	34.7	52.9	2.0	851.7	0.631	0.366
12H00	30.0	57.0	58.5	65.6	68.6	32.6	38.0	60.9	2.1	952.5	1.415	0.883
13H00	30.5	63.7	65.6	72.0	75.2	35.0	40.9	67.6	2.1	992.1	2.433	1.599
14H00	31.0	65.1	67.0	72.5	77.7	35.1	40.6	69.0	1.5	979.5	3.360	2.414
15H00	31.3	59.8	61.9	68.9	72.0	36.3	40.5	64.1	2.5	848.1	4.293	3.219
16H00	32.0	56.4	57.8	65.0	68.0	36.9	40.9	60.2	2.5	689.6	5.062	3.876
17H00	29.1	50.9	51.6	60.1	63.0	33.4	35.0	54.3	2.5	369.2	5.745	4.356

TABLA H.6.1.a.18.- DATOS EXPERIMENTALES DE LA PRUEBA #18



ESTADO DEL TIEMPO: FEBRERO 2/85  
 MAÑANA: PARCIAL DESPEJADO  
 TARDE : PARCIAL DESPEJADO

ORIENTACION DEL DESTILADOR: NORTE-SUR

HORA	Ta oC	Tve oC	Tvi oC	Ta oC	Tg oC	Tb oC	Tc oC	Tpi oC	V m/seg2	B W/m2	mc Lt	ms Lt
9H00	27.0	33.5	34.2	27.0	27.0	30.9	30.9	0.1	0.1	359.2	0.000	0.000
10H00	27.6	42.0	44.6	49.9	52.3	55.4	55.4	0.4	0.4	89.4	0.262	0.133
11H00	28.3	52.0	53.3	59.6	63.0	63.3	63.3	0.3	0.3	88.1	0.707	0.438
12H00	27.7	49.2	61.0	65.3	69.2	70.0	70.0	0.6	0.7	300	0.918	0.918
13H00	30.0	57.1	67.7	64.8	64.7	61.1	61.2	2.0	2.0	791.2	2.124	1.551
14H00	31.1	54.4	57.9	63.7	67.5	61.2	61.2	2.0	2.0	915	2.813	2.150
15H00	31.5	56.0	56.8	62.2	68.8	61.3	61.3	1.5	1.5	671.9	3.425	2.64
16H00	31.7	54.2	55.9	61.2	64.8	60.4	60.4	1.0	1.0	572.6	3.990	3.156
17H00	30.0	45.7	47.7	53.1	55.8	34.6	37.6	49.7	0.7	354.2	4.315	3.455

TABLA H.6.1.a.19.- DATOS EXPERIMENTALES DE LA P B SBA #19

ESTADO DEL TIEMPO: FEBRERO 4/85  
 MAÑANA: PARCIAL CUBIERTO  
 TARDE : PARCIAL CUBIERTO

ORIENTACION DEL DESTILADOR: NORTE-SUR

HORA	Ta	Tve	Tvi	Tai	Tag	Tb	Tc	Tpi	V	G	MC	MS
	oC	oC	oC	oC	oC	oC	oC	oC	m/seg2	W/m2	Lt	Lt
9H00	26.0	26.4	27.7	31.9	32.4	26.1	26.3	29.3	0.4	108.9	0.000	0.000
10H00	28.0	40.2	44.1	48.4	51.2	29.1	35.3	46.3	0.4	573.5	0.225	0.127
11H00	28.6	48.8	51.5	58.0	62.2	29.9	39.1	54.7	2.6	839.7	0.849	0.446
12H00	29.8	59.8	61.6	66.9	71.2	31.9	38.7	63.3	1.8	980.2	1.688	1.010
13H00	30.4	64.3	65.3	68.8	74.5	32.5	40.5	66.4	1.6	1006.5	2.468	1.730
14H00	31.9	60.6	62.5	65.6	70.9	34.5	43.5	64.0	1.2	887.5	3.185	2.434
15H00	31.0	55.0	56.9	62.2	65.0	32.7	42.0	59.3	2.3	699.1	3.918	3.069
16H00	30.6	50.2	52.7	57.6	61.8	32.2	42.1	55.7	1.6	618.5	4.414	3.530
17H00	30.2	44.2	45.3	51.0	54.2	31.8	37.8	49.4	1.4	391.8	4.806	3.880

TABLA H.6.1.a.20.- DATOS EXPERIMENTALES DE LA PRUEBA #20

ESTADO DEL TIEMPO: FEBRERO 5/85  
 MAÑANA: DESPEJADO  
 TARDE : PARCIAL CUBIERTO

ORIENTACION DEL DESTILADOR: NORTE-SUR

HORA	Ta oC	Tve oC	Tvi oC	Tai oC	Taq oC	Tb oC	Tc oC	Ipi oC	V m/seg2	G W/m2	mc Lt	ms at
9H00	28.8	30	35.5	38.4	40.0	28.9	31.0	38	0.1	432.4	0.000	0.000
10H00	29.0	40.7	4.9	52	52.4	33.5	33.2	47	1.1	626.7	0.34	0.174
11H00	30.0	57.1	5.2	64.9	67.9	34.7	40.0	63.2	0.8	317.5	0.35	0.570
12H00	31.2	63	62.1	68.8	72.0	35.6	40.5	65.7	2.3	935.5	1.57	1.34
13H00	37	60.0	63.3	69.7	72.9	33	43.1	67.0	2.5	977.2	2.68	1.98
14H00	32.0	61.1	62.6	68.7	71.9	37.4	42.3	66.0	1.9	922.8	3.46	2.664
15H00	31.0	60.4	62.8	69.2	74	36.1	43	66.5	2.1	884	4.53	3.37
16H00	30.0	53.0	54.0	61.2	64.0	35.6	41.9	57.2	1.6	668.5	5.002	3.837
17H00	27.0	53	39.9	49.4	51.5	33.3	38.5	55	3.0	192.7	5.397	4.111

TABLA H.6.1.a.21.- T/S EXPERIMENTALES E LA ORB #21

ESTADO **B** TIEMPO: FEBRERO 6/85

MAÑANA: DESPEJADO

TARDE : PARCIAL CUBIERTO

## ORIENTACION DEL DESTILADOR: NORTE SU

HORA	Ta oC	Tve oC	Tvi oC	Tai oC	Tag oC	Tp oC	Tc oC	fpi oC	V m/seg	B w/m2	mc Lt	ms Lt
9H00	30	31.3	35.0	38.5	40.1	29.6	30.7	36.2	0.9	417.8	0.000	0.000
10H00	28.7	42.0	43.1	50.6	52.5	31.8	37.3	44.6	1.8	623.0	0.328	0.186
11H00	30.4	55.1	58.6	63.4	65.6	34.2	40.0	60.5	0.1	774.3	0.779	0.529
12H00	31.0	58.0	59.5	66.7	69.0	35.4	40.5	63.4	1.8	894.0	1.526	1.125
13H00	31.9	61.1	62.2	68.5	72.9	36.6	42.1	65.7	3.0	966.9	2.550	1.859
14H00	32.0	59.1	61.2	69.0	71.4	38.6	44.9	63.1	2.8	853	3.457	2.628
15H00	31.5	67.0	60.3	68.1	70.4	39.2	46.3	62.2	2.4	814	4.315	3.199
16H00	31.0	56.5	58.1	66.0	68.3	36.6	40.4	59.9	2.4	756	5.100	3.823
17H00	23.1	38.0	39.4	47.6	49.0	33.9	35.3	43.7	3.5	176.6	5.400	4.114

TABLA H.6 1.a Z2 - **B** ES EXPERIMENTALES DE LA PRUEBA #22

ESTADO DEL TIEMPO: FEBRERO 7/196  
 MAÑANA: DESPEJADO  
 VIENTO: PARCIAL NORTO  
 OESTE

HORA	Ta oC	Tve oC	Tvi oC	Tai oC	Tag oC	Tb oC	Tc oC	Tpi oC	V m/seg	G W/m2	mc Lt	ms Lt
9H00	26.2	31.0	34.8	38.8	40.5	27.3	29.1	35.9	0.1	353.0	0.000	0.000
10H00	29.0	48.4	54.2	58.2	61.0	30.5	35.0	57.5	0.1	657.2	0.345	0.176
11H00	29.9	57.9	59.3	64.3	67.5	31.4	36.7	62.2	0.6	835.5	0.929	0.520
12H00	30.1	62.6	64.0	69.4	72.9	33.9	39.3	66.5	1.3	947.1	1.758	1.140
13H00	31.5	63.5	65.2	70.5	74.1	36.3	41.7	67.6	1.6	970.5	2.648	1.881
14H00	32.0	63.3	64.9	70.0	73.5	37.8	42.2	67.3	1.4	939.9	3.470	2.589
15H00	33.0	60.2	63.5	68.7	72.1	37.7	42.6	66.0	1.8	862.5	4.249	3.295
16H00	30.5	49.1	50.9	57.7	60.5	35.5	37.2	54.5	1.8	479.0	4.747	3.764
17H00	29.6	40.0	43.8	49.0	51.3	33.2	34.0	48.0	0.9	192.8	4.991	3.989

TABLA H.6.1.a.23.- DATOS EXPERIMENTALES DE LA PRUEBA #23

ESTADO DEL TIEMPO: FEBRERO 8/85  
 MAÑANA: PARCIAL CUBIERTO  
 TARDE : CUBIERTO

ORIENTACION DEL DESTILADOR: ESTE-OESTE

HORA	Ta oC	Tve oC	Tv1 oC	Tai oC	Tag oC	Tb oC	Tc oC	Topi oC	V m/seg2	B W/m2	mc Lt	ms Lt
9H00	26.5	29.5	36.7	41.4	42.0	27.7	28.1	39.2	0.1	344.0	0.000	0.000
10H00	27.8	31.8	43.2	46.6	49.8	28.8	32.6	45.7	0.1	529.4	0.193	0.144
11H00	27.2	35.5	46.0	56.3	58.1	31.1	35.4	48.5	3.0	848.1	0.770	0.563
12H00	28.5	51.0	52.0	60.8	63.0	33.9	40.0	54.4	2.4	957.9	1.424	1.140
13H00	27.9	48.9	49.2	59.9	62.0	35.1	40.3	51.7	3.5	759.8	2.161	1.808
14H00	28.0	47.2	48.1	57.6	59.5	34.6	38.3	50.6	2.6	714.8	2.738	2.364
15H00	29.4	45.8	47.2	55.2	59.9	34.2	37.4	49.7	1.8	574.4	3.161	2.772
16H00	30.5	44.0	46.0	52.0	53.5	32.7	34.2	48.5	0.8	482.6	3.429	3.050
17H00	30.0	36.8	38.4	44.2	45.0	31.5	32.2	41.4	0.1	178.4	3.560	3.201

A LA H.6.1.6.1.1. - DATOS EXPERIMENTALES DE LA PRUEBA # 1

## ORIENTACION DEL DESTILADOR: E SE ESE

ESTADO DEL TIEMPO : FERRERO 9/85

MAÑANA . EUBIERTO  
 TARDE . EUBIERTO

HORA	Ta oC	Tve oC	Tvi oC	ai oC	Tag oC	Tb oC	Tc oC	Tpi oC	V m/seg2	G W/m2	MC Lt	MS Lt
9H00	25.6	28.4	32.6	36.6	37.8	26.5	27.2	33.9	0.5	387.5	0.000	0.000
10H00	30.2	37.0	41.8	45.8	47.0	30.8	34.7	44.7	0.1	596.3	0.124	0.118
11H00	30.9	52.7	54.4	60.1	62.7	32.3	37.7	59.6	0.9	955.3	0.596	0.442
12H00	31.2	61.3	62.5	68.5	71.9	33.1	38.7	65.7	1.8	1079.0	1.445	1.108
13H00	31.6	58.6	59.9	66.2	69.4	33.9	38.0	62.8	1.8	855.9	2.206	1.792
14H00	31.9	48.5	49.9	56.8	59.1	33.2	34.7	54.3	1.8	443.2	2.652	2.261
15H00	31.0	38.6	40.0	46.5	47.8	32.9	34.6	42.6	1.9	226.3	2.862	2.495
16H00	30.5	37.4	38.9	44.6	45.7	32.4	33.2	41.3	0.8	183.8	3.023	2.670
17H00	29.6	32.0	34.0	35.7	37.0	31.4	31.6	35.6	0.3	52.9	3.105	2.766

ILA H.6.1.b.2 .- DATOS EXPERIMENTALES DE LA PRUEBA #2

ESTADO DEL TIEMPO: FEBRERO 12/85  
 MAÑANA: CUBIERTO  
 TARDE : PARCIAL CUBIERTO

ORIENTACION DEL DESTILADOR: ESTE-OESTE

HORA	Ta oC	Tve oC	Tvi oC	Tai oC	TaB oC	Tb oC	Tc oC	Ipi oC	V m/seg2	G W/m2	ms Lt	ms Lt
9H00	26.0	30.6	36.9	37.8	40.0	27.7	30.1	37.2	0.9	430.3	0.000	0.000
10H00	29.0	44.5	46.2	50.6	53.6	30.5	35.4	49	0.2	676.3	0.266	0.156
11H00	30.8	58.2	60.1	64.1	68.0	33.2	39.6	61.5	6	883.3	0.837	0.539
12H00	32.4	64.9	68.1	71.3	75.6	36.0	42.9	69.9	0.9	57.0	1.609	1.160
13H00	33.0	64.8	66.4	70.6	74.9	35.9	40.4	68.2	1.5	893.3	2.474	1.951
14H00	32.8	45.7	47.2	52.8	56.0	32.9	35.4	49.8	2.0	496.2	2.840	2.410
15H00	33.0	46.8	50.8	53.8	57.0	33.1	36.7	51	0.1	384.7	3.094	2.743
16H00	32.0	44.6	48.0	51.3	54.4	34.5	38.8	50.5	0.1	346.5	3.326	2.941
17H00	31.0	42.0	43.9	47.9	50.8	34.3	36.4	46.8	0.3	291.8	3.536	3.176

TABLA H.6.1.b.3. - DATOS EXPERIMENTALES DE LA PRUEBA #3



ESTADO DEL TIEMPO: FEBRERO 13/85  
 MAÑANA: PARCIAL CUBIERTO  
 TARDE : CUBIERTO

ORIENTACION DEL DESTILADOR: ESTE-OESTE

HORA	Ta oC	Tve oC	Tv1 oC	Tai oC	Tag oC	Tb oC	Tc oC	Tpi oC	V m/seg2	B W/m2	MC Lt	MS Lt
9H00	24.0	24.3	26.0	29.1	30.8	31.1	24.2	27.2	1.1	192.5	0.000	0.000
10H00	25.7	28.1	29.5	34.8	35.4	35.1	27.4	30.8	1.5	336.0	0.080	0.030
11H00	28.9	33.0	36.0	40.9	42.0	27.8	31.6	37.3	0.3	595.0	0.196	0.091
12H00	27.6	28.9	28.7	47.8	49.5	28.6	31.9	42.1	1.6	51.3	0.461	0.279
13H00	28.3	53.9	56.0	61.0	63.9	32.3	39.2	57.6	0.3	1050.5	0.932	0.641
14H00	28.7	58.1	60.2	66.7	69.0	33.8	41.8	61.8	1.0	1044.5	1.628	1.243
15H00	27.4	51.8	52.4	60.8	63.7	33.6	38.9	57.7	2.5	75.7	2.331	1.966
16H00	28.0	41.0	42.6	51.1	53.1	32.2	38.9	47.6	2.4	23.1	2.711	2.331
17H00	27.7	36.9	37.2	45.4	46.9	32.2	34.1	42.1	0.7	211.7	2.912	2.588

TABLA H.6.1.b.4 .- DATOS EXPERIMENTALES DE LA PRUEBA #4

ESTADO DEL TIEMPO: FEBRERO 14/85  
 MAÑANA: CUBIERTO  
 TARDE : CUBIERTO

ORIENTACION DEL DESTILADOR: ESTE-OESTE

HORA	Ta OC	Tve OC	Tv1 OC	Tai OC	Tag OC	Tb OC	Tc OC	Tp1 OC	V m/seg2	G W/m2	mc Lt	m5 Lt
9H00	24.5	24.9	27.7	31.7	32.6	24.6	24.7	28.6	1.6	130.6	0.000	0.000
10H00	25.7	27.9	29.2	33.2	34.9	26.2	27.5	30.3	1.0	259.1	0.075	0.036
11H00	26.4	30.0	31.3	36.9	38.2	26.9	28.1	32.7	1.9	274.7	0.185	0.104
12H00	27.5	32.1	33.0	38.7	40.4	27.8	39.1	34.6	2.1	289.3	0.319	0.211
13H00	28.6	35.8	37.1	42.7	44.5	28.7	31.5	39.3	1.2	351.7	0.486	0.352
14H00	29.0	37.0	38.2	43.7	45.5	29.4	32.7	41.1	0.9	357.4	0.661	0.509
15H00	29.5	35.8	36.7	43.1	44.9	29.8	33.3	38.8	2.7	338.5	0.853	0.695
16H00	30.1	41.7	42.3	48.1	50.0	32.3	36.8	45.2	0.7	502.9	1.086	0.891
17H00	29.4	39.2	40.0	46.9	48.8	31.2	33.4	42.5	1.8	291.2	1.340	1.136

TABLA H.6.1.6.5.- DATOS EXPERIMENTALES DE LA PRUEBA #5

## ORIENTACION DEL DESTILADOR: ESTE-OESTE

ESTADO DEL TIEMPO: FEBRERO 20/85

MAÑANA: CUBIERTO

TARDE : CUBIERTO

HORA	Ta oC	Tve oC	Tvi oC	Tai oC	Tag oC	Tb oC	Tc oC	Topi oC	V m/seg2	G W/m2	mc Lt	ms Lt
9H00	25.0	26.0	29.2	32.0	33.4	25.2	25.8	30.3	0.1	403.4	0.000	0.000
10H00	26.4	30.6	32.6	37.0	38.7	26.9	27.9	33.8	1.5	634.2	0.100	0.056
11H00	26.0	37.0	38.2	43.9	45.9	27.3	30.3	39.6	0.2	434.6	0.287	0.191
12H00	26.3	40.9	42.1	51.3	53.6	27.8	31.3	43.7	2.7	492.2	0.723	0.534
13H00	27.2	44.3	45.7	52.9	54.7	28.1	30.6	47.5	0.8	560.5	1.074	0.878
14H00	27.6	38.3	38.9	47.4	49.5	29.8	33.5	42.7	2.8	331.6	1.400	1.206
15H00	29.0	45.9	48.4	54.1	56.5	31.6	37.5	50.3	0.8	756.0	1.739	1.526
16H00	28.0	38.6	40.0	47.5	49.7	31.3	33.9	42.5	2.2	242.4	2.036	1.841
17H00	27.0	32.5	33.0	39.4	41.2	30.5	32.0	35.7	1.9	80.5	2.196	1.974

TABLA H.6.1.b.6.- DATOS EXPERIMENTALES DE LA PRUEBA #6

## ESTADO DEL TIEMPO: FEBRERO 22/85

MAÑANA: CUBIERTO

TARDE : CUBIERTO

## ORIENTACION DEL DESTILADOR: ESE-OESTE

HORA	Ta oC	Tve oC	Tvi oC	Tai oC	Tag oC	Tb oC	Tc oC	Topi oC	V m/seg2	G W/m2	MC Lt	MS Lt
9H00	27.5	28.2	27.6	32.8	27.0	27.7	28.0	31.4	0.1	157.2	0.000	0.000
10H00	29.0	37.4	39.9	44.3	46.5	30.4	35.0	41.8	0.1	184.5	0.161	0.138
11H00	30.0	39.2	40.4	47.7	49.9	31.7	38.4	42.3	2.9	241.4	0.455	0.330
12H00	30.8	44.8	46.1	52.8	55.0	32.1	42.0	48.0	1.7	572.6	0.805	0.616
13H00	31.2	47.2	48.9	55.7	57.9	33.6	36.4	46.8	1.8	85.0	1.217	0.967
14H00	30.7	40.0	41.9	46.7	48.9	31.3	32.5	43.8	1.0	574.4	1.412	1.206
15H00	30.4	36.9	39.7	42.9	45.1	31.8	32.3	41.6	0.2	542.9	1.531	1.352
16H00	28.0	36.6	35.2	41.8	44.0	32.7	30.3	37.1	2.6	263.0	1.730	1.522
17H00	27.5	32.3	33.9	38.9	41.1	31.8	27.7	35.8	1.7	200.0	1.866	1.652

TABLA H.6.1.b.7 DATOS EXPERIMENTALES DE LA PRUEBA 7

PRUEBA	FECHA	MC		MS		MC-MS		G Watt/m <sup>2</sup>
		Lt	Lt	Lt	Lt	Lt	Lt	
1	14/1/85	1.146	0.847			0.299		2508.3
2	15/1/85	2.979	2.317			0.662		4550.7
3	16/1/85	2.979	2.34			0.639		4605.2
4	17/1/85	3.743	2.938			0.805		5086.9
5	18/1/85	2.795	2.193			0.602		4340.5
6	19/1/85	3.681	2.88			0.801		5020.8
7	20/1/85	3.508	2.754			0.754		4870.2
8	21/1/85	3.640	2.841			0.799		5021.7
9	22/1/85	4.277	3.416			0.861		5689.7
10	23/1/85	2.890	2.256			0.634		4458.2
11	24/1/85	4.491	3.622			0.869		5790.7
12	25/1/85	1.528	1.183			0.345		2612.4
13	26/1/85	4.961	3.978			0.983		6233.2
14	27/1/85	4.085	3.244			0.841		5490.4
15	28/1/85	2.158	1.758			0.400		3393.0
16	29/1/85	2.567	2.046			0.521		3994.7
17	30/1/85	4.002	3.167			0.835		5410.2
18	31/1/85	5.743	4.356			1.387		6732.5
19	2/2/85	4.631	3.455			1.176		5673.8
20	4/2/85	4.803	3.88			0.923		6105.7
21	5/2/87	5.397	4.111			1.286		6403.7
22	6/2/85	5.398	4.114			1.284		6404.9
23	7/2/85	4.989	3.989			1.000		6237.5

TABLA H 6 1 1

DIFERENCIA DE PRODUCCION ENTRE DESTILADOR SOLAR EN  
CASCADA Y DEL DESTILADOR DE SIMPLE EFECTO  
ORIENTACION DE LOS DOS DESTILADORES: NORTE-SUR

A	FECHA	MC		MS		MC-MS		G	
		Lt	Lt	Lt	Lt	Lt	Lt	Watt/m2	Lt
1	8/2/85	3.5660	3.201	0.365	5389.4				
2	9/2/85	3.1050	2.766	0.339	4780.2				
3	12/2/85	3.5360	3.176	0.360	5359.4				
4	13/2/85	2.9120	2.596	0.316	4673.2				
5	14/2/85	1.3400	1.136	0.204	2795.4				
6	20/2/85	2.1960	1.974	0.222	3935.4				
7	22/2/85	1.8660	1.652	0.214	3433.0				

TABLA H.6.1.2

DIFERENCIA DE PRODUCCION ENTRE DESTILADOR SOLAR EN  
 CASCADA Y DEL DESTILADOR DE SIMPLE EFECTO  
 ORIENTACION DE DSC:ESTE-OESTE  
 ORIENTACION DE DSSE:NORTE-SUR

**APENDICE I**  
**TABLAS DE CALCULOS TEHMICOS**

ORIENTACION DEL DESTILADOR: NORTE-SUR

HORA	Pag mm.Hg	Pvi mm.Hg	Pag-Pvi mm.Hg	Vi	Ive-Ta °C	hfg J/Kg	qe W/m <sup>2</sup>	qc, ag-vi W/m <sup>2</sup>	qr, ag-vi W/m <sup>2</sup>	α B	
										v	Q'
9H00	37.7	30.6	7.1	3.7	0.2	2422403.5	23.5	5.5	21.3	13.3	63.6
10H00	55.9	39.5	16.4	6.4	5.4	2384151.4	66.4	11.8	39.0	22.0	139.2
11H00	87.2	52.4	34.8	9.8	10.0	2384392.0	167.7	21.6	63.9	26.0	279.2
12H00	87.6	51.6	36.0	0.2	10.1	2384151.4	175.7	22.8	66.4	18.4	283.3
13H00	78.4	49.7	28.7	8.7	9.0	2389444.1	131.9	18.3	55.9	12.4	218.5
14H00	66.5	44.3	22.2	7.6	6.9	2397142.7	83	15.0	47.6	7.4	166.3
15H00	55.0	37.9	17.1	6.8	3.7	2405803.5	70.5	12.7	41.3	6.9	131.4
16H00	51.6	36.5	15.1	6.3	3.6	2408490.5	60.5	1.5	37.9	7.6	117.5
17H00	50.5	36.5	14.0	5.9	3.4	2409652.8	54.8	10.5	35.4	8.1	108.8

1 I.6.3.a.1.- LOS TERMICOS DE LA PRUEBA #1



## ORIENTACION DEL DESTILADOR: NORTE-SUR

HORA	q <sub>f,ve-a</sub> W/m <sup>2</sup>	q <sub>c,ve-a</sub> W/m <sup>2</sup>	Q'' W/m <sup>2</sup>	(θ'-θ) / %	hcc W/m <sup>2</sup> -oC	hcb W/m <sup>2</sup> -oC	hi W/m <sup>2</sup> -oC	Tag-Ta oC	qc W/m <sup>2</sup>	qb W/m <sup>2</sup>	qp W/m <sup>2</sup>
9H00	64.6	0.6	65.2	2.5	0.988	0.4686	2.355	6.2	0.066	0.065	0.131
10H00	92.8	6.1	137.9	0.9	4.1047	0.664	2.8369	13.2	0.140	0.13	0.279
11H00	117.5	57.6	277.1	0.8	4.141	0.3927	2.945	20.3	0.216	0.21	0.42
12H00	118.7	165.0	83.7	-0.1	4.2524	0.6155	3.3010	21.1	0.222	0.222	0.446
13H00	112.6	106.0	218.6	0.0	4.183	0.7166	2.3163	19.2	0.204	0.202	0.406
14H00	100.6	65.6	166.2	0.1	3.5587	0.5883	3.1100	5.9	0.169	0.167	0.336
15H00	83.3	47.8	131.1	0.2	3.2181	0.5182	3.0162	12.7	0.135	0.133	0.268
16H00	81.5	34.6	116.1	1.2	3.2144	0.3933	2.885	10.9	1.16	0.113	0.229
17H00	80.6	27.1	107.7	1.0	2.954	0.4674	3.1961	10.2	0.108	0.107	0.215

CONT. TABLA I.6.3.a.1.- CALCULOS TERMICOS DE LA PRUEBA #1

## ORIENTACION DEL DESTILADOR: NORTE-SUR

HORA	P <sub>ag</sub> mm.Hg	P <sub>vi</sub> mm.Hg	P <sub>ag</sub> -P <sub>vi</sub> mm.Hg	T <sub>ag</sub> -T <sub>vi</sub> oC	T <sub>ve</sub> -T <sub>a</sub> oC	h <sub>c</sub> ' W/m <sup>2</sup> -oC	h <sub>f</sub> g J/Kg	q <sub>e</sub> W/m <sup>2</sup>	q <sub>c</sub> , q <sub>g</sub> -v <sub>i</sub> W/m <sup>2</sup>	q <sub>r</sub> , q <sub>g</sub> -v <sub>i</sub> W/m <sup>2</sup>	α θ v W/m <sup>2</sup>	θ' W/m <sup>2</sup>
9H00	43.8	31.8	12.0	5.7	2.4	1.7	2415907.4	46.1	9.9	33.4	12.2	101.6
10H00	70.8	49.2	21.6	6.9	6.9	1.9	2394255.7	91.4	13.3	43.8	17.4	167.9
11H00	115.3	72.3	43.0	8.6	14.8	2.2	2370678.9	207.8	19.2	59.4	26.5	312.9
12H00	207.8	150.1	57.7	7.2	22.6	2.3	2339884.8	286.5	16.7	56.3	36.8	396.3
13H00	297.7	222.8	74.9	6.8	28.3	2.5	2319676.1	393.8	16.8	57.3	40.7	508.6
14H00	251.5	188.4	63.1	6.7	22.9	2.4	2329299.3	317.4	15.8	54.6	40.5	428.3
15H00	156.5	97.2	59.3	10.1	16.6	2.4	2355041.3	310.4	24.5	75.6	17.3	425.8
16H00	97.2	59.0	38.2	9.8	11.0	2.2	2379099.2	186.2	21.9	65.2	16.3	289.6
17H00	83.3	50.5	32.8	9.6	9.1	2.2	2386557.2	156.3	21.0	62.1	9.1	248.5

TABLA 1.6.3.a.2.- CÁLCULOS TÉRMICOS DE LA PRUEBA #2

## ORIENTACION DEL DESTILADOR: NORTE-SUR

HORA	qt, ve-a W/m <sup>2</sup>	qc, ve-a W/m <sup>2</sup>	q'' W/m <sup>2</sup>	θ - θ' %	h c W/m <sup>2</sup> °C	hcb W/m <sup>2</sup> °C	hi W/m <sup>2</sup> °C	T <sub>ag</sub> -T <sub>a</sub> °C	ε W/m <sup>2</sup>	φ W/m <sup>2</sup>	Φ W/m <sup>2</sup>
9H00	78.0	22.8	100.8	0.8	3.5273	3.5273	2.9828	9.9		0.210	0.131
10H00	100.7	68.2	168.9	-0.6	4.0729	1.1042	3.336	17.2	0.183	0.365	0.279
11H00	146.3	168.7	315.0	-0.7	4.6405	1.2755	3.5062	26.3	0.279	0.558	0.427
12H00	194.7	206.1	400.8	-1.1	4.9507	1.3760	2.5634	3.8	0.369	0.59	0.446
13H00	234.5	279.6	514.1	-1.1	5.0817	1.4585	2.8369	42.1	0.447	0.874	0.406
14H00	196.5	235.0	431.5	-0.7	5.4628	1.4414	2.8369	38.7	0.411	0.822	0.35
15H00	155.2	271.2	426.4	-0.1	4.0345	1.2766	3.6806	29.0	0.307	0.616	0.268
16H00	122.9	167.2	290.1	-0.2	3.0192	1.0433	3.8008	22.0	0.232	0.466	0.229
17H00	112.7	134.9	247.6	0.4	2.8772	0.8961	3.8491	19.9	0.210	0.421	0.215

TABLA I.6.3.a.2.- CALCULOS TERMICOS DE LA PRUEBA #2

CONT.

## ORIENTACION DEL DESTILADOR: NORTE-SUR

HORA	Pag mm.Hg	Pvi mm.Hg	Pag-Pvi mm.Hg	Tag-Tvi oC	Tve-Ta oC	hc' W/m <sup>2</sup> -o	htg J/Kg	qe W/m <sup>2</sup>	qc,ag-vi W/m <sup>2</sup>	qr,ag-vi W/m <sup>2</sup>	$\alpha \cdot \theta$	
											v W/m <sup>2</sup>	Q' W/m <sup>2</sup>
9H00	44.6	30.4	14.2	6.8	3.2	1.2	2415186.1	57.8	12.5	39.7	12.4	110.0
10H00	61.5	44.3	17.2	6.1	4.6	1.8	2400751.4	69.1	11.2	37.9	18.7	136.9
11H00	122.1	83.3	38.8	7.8	12.9	2.2	267720	181.3	16.8	54.7	37.3	290.1
12H00	224.8	152.2	72.6	8.7	25.8	2.5	2335554.3	387.6	21.7	68.6	46.0	523.9
13H00	242.0	156.5	85.5	9.8	25.9	2.5	2331464.5	479.9	25.8	78.1	41.4	625.2
14H00	213.3	132.3	81	10.5	24.2	2.6	2338441.3	452.8	27.4	81.3	34.7	596.2
15H00	105.1	65.8	39.3	9.3	11.2	2.2	2375249.9	190.2	20.7	63.0	14.8	288.7
16H00	72.6	45.6	27.0	9.0	7.4	2.1	2393052.8	124.2	18.9	56.9	8.8	208.8
17H00	60.2	40.8	19.4	7.2	5.4	1.9	2401713.7	82.1	13.9	44.3	5.7	146.0

TABLA I.6.3.a.3.- CALCULOS TERMICOS DE LA PRUEBA #3

## ORIENTACION DEL DESTILADOR: NORTE-SUR

HORA	qr,ve-a W/m2	qc,ve-a W/m2	0'' W/m2	(0'-0'')/ %	hcc W/m2-cC	hb W/m2-cC	ht W/p2-cC	Tag-Ta cC	qc W/m2	qb W/m2	qp W/m2
9H00	83.0	36.5	119.5	-7.9	3.8416	0.5201	2.6152	10.9	0.116	0.114	0.230
10H00	88.2	47.2	135.0	1.1	4.1576	0.3937	3.1395	14.0	0.157	0.154	0.311
11H00	134.5	152.0	286.5	1.3	4.9455	0.7726	3.2233	27.0	0.287	0.285	0.572
12H00	216.9	303.9	520.8	0.6	4.8621	0.5511	1.8126	37.0	0.392	0.388	0.780
13H00	217.6	403.5	621.1	0.7	5.0907	0.8350	2.5634	39.1	0.415	0.413	0.828
14H00	205.8	386.2	592.0	0.7	4.8802	0.7542	3.1395	36.0	0.385	0.379	0.762
15H00	122.3	166.0	288.3	0.1	3.7974	0.5142	3.6439	21.6	0.230	0.226	0.456
16H00	103.0	104.0	207.0	0.9	5.3918	0.9043	3.8802	17.2	0.183	0.182	0.365
17H00	92.1	53.4	145.5	0.3	4.9863	0.8706	3.6806	13.9	0.148	0.147	0.295

CONT. TABLA I.6.3.a.3.- CALCULOS TERMICOS DE LA PRUEBA #3

## ORIENTACION DEL DESTILADOR: NORTE-SUR

HORA	Pag mm.Hg	Pvi mm.Hg	Pag-Fvi mm.Hg	Iag-Ivi oC	Ive-Ia oC	hc' W/m <sup>2</sup> -oC	hfg J/Kg	qe W/m <sup>2</sup>	qc,ag-vi W/m <sup>2</sup>	qr,ag-vi W/m <sup>2</sup>	$\alpha$ G	
											v W/m <sup>2</sup>	Q' W/m <sup>2</sup>
9H00	33.7	25.5	8.2	4.8	0.5	1.6	2225.1	29.3	7.7	27.0	10.2	74.2
10H00	60.5	46.1	14.4	5.1	4.3	1.7	2401473.1	54.6	8.8	31.8	20.2	115.4
11H00	134.8	95.3	39.5	7.2	18.4	2.1	2362739.0	182.6	15.4	51.6	39.9	289.5
12H00	272.6	192.7	79.9	8.0	29.9	2.5	2324728.2	432.7	20.4	65.9	48.8	567.8
13H00	315.5	219.9	95.6	8.5	36.6	2.7	2316308.0	545.1	22.9	72.0	47.0	687.0
14H00	274.9	185.9	89.0	9.0	29.5	2.6	2324247.1	500.3	23.8	73.9	41.5	639.5
15H00	142.0	84.2	57.8	10.8	16.2	2.4	2360093.4	304.6	26.4	77.0	18.3	426.3
16H00	84.6	51.6	33.0	3.5	5.5	1.8	100270.2	132.7	6.4	22.1	9.6	170.8
17H00	61.8	41.7	20.1	7.2	4.2	1.9	2400751.4	85.3	13.9	44.5	7.0	150.7

TABLA I.6.3.a.4.- CALCULOS TERMICOS DE LA PRUEBA #4

ORIENTACION DEL DESTILADOR: NORTE-SUR

HORA	qr, ye-a W/m2	qc, ye-a W/m2	0'' W/m2	(0 - 0'')/ %	hcc W/m2-oC	hcb W/m2-oC	hi W/m2-oC	Tag-Ta oC	qc W/m2	qb W/m2	qp W/m2
9H00	68.8	4.6	73.4	1.1	3.4860	0.3951	3.1961	5.8	0.062	0.060	0.122
10H00	83.1	29.6	112.7	2.4	3.3572	0.5851	3.0162	11.4	0.121	0.120	0.241
11H00	167.3	168.9	336.2	-13.9	4.6852	0.5522	3.0484	26.6	0.283	0.279	0.562
12H00	246.2	318.1	564.3	0.6	4.9610	0.8226	2.5634	40.7	0.432	0.429	0.862
13H00	295.6	389.4	685.0	0.3	5.3082	1.0116	2.6152	46.0	0.489	0.486	0.975
14H00	243.3	392.4	635.7	0.6	4.7820	0.8414	2.9828	40.4	0.429	0.426	0.856
15H00	153.2	270.9	424.1	0.5	4.2284	0.8260	3.6985	27.8	0.295	0.293	0.589
16H00	88.9	79.4	168.3	1.5	3.5370	0.6953	2.1556	11.3	0.120	0.119	0.239
17H00	83.2	67.0	150.2	0.3	3.7389	0.7837	3.5269	12.4	0.132	0.131	0.262

CONT. TABLA I.6.3.a.4.- CALCULOS TERMICOS DE LA PRUEBA #4

## ORIENTACION DEL DESTILADOR: NORTE-SUR

HORA	Pag mm.Hg	Pvi mm.Hg	P mm.Hg	P <sub>q</sub> <sup>vi</sup> mm.Hg	Tag-Tvi oC	Tve-Ta oC	hc' W/m <sup>2</sup> -oC	hfg J/Kg	qe W/m <sup>2</sup>	qc,ag-vi W/m <sup>2</sup>	qF,ag-vi W/m <sup>2</sup>	α g	
												v W/m <sup>2</sup>	0' W/m <sup>2</sup>
9H00	55.3	43.1	12.2	4.6	2.4	1.7	2405563.0	44.4	7.6	28.2	12.6	92.8	
10H00	98.2	69.0	29.2	7.0	11.9	2.0	2378618.1	128.4	14.1	47.3	33.7	223.5	
11H00	176.9	118.1	58.8	8.7	24.0	2.4	2348545.6	300.5	20.7	65.4	41.9	428.5	
12H00	223.8	140.7	83.1	10.3	25.5	2.6	2335794.9	466.1	27.0	80.6	39.8	613.5	
13H00	170.7	114.2	56.5	8.7	20.6	2.4	2350470.3	288.6	20.5	64.9	22.2	396.2	
14H00	143.3	91.2	52.1	9.4	15.3	2.3	2359612.3	263.7	22.0	67.5	22.7	375.9	
15H00	100.1	65.2	34.9	8.3	9.6	2.1	2377655.7	159.4	17.7	55.9	13.6	246.6	
16H00	80.0	49.7	30.3	9.1	7.8	2.1	2388481.8	141.5	19.4	58.5	13.2	232.6	
17H00	66.2	44.1	22.1	7.6	5.5	2.0	2397383.3	95.8	15.0	47.5	9.9	168.2	

TABLA I.6.3.8.5.- CALCULOS TERMICOS DE LA PRUEBA #5



## ORIENTACIÓN DEL DESTILADOR: NORTE-SUR

HORA	qr, ve-a W/m <sup>2</sup>	qc, ve-a W/m <sup>2</sup>	Q'' W/m <sup>2</sup>	(Q'-Q'')/ %	hcc W/m <sup>2</sup> -oC	hcb W/m <sup>2</sup> -oC	hi W/m <sup>2</sup> -oC	Σq f a B	qc W/m <sup>2</sup>	qb W/m <sup>2</sup>	qp W/m <sup>2</sup>
9H00	76.1	14.6	90.7	2.3	1.9777	0.3936	2.9126	12.6	0.025	0.025	0.050
10H00	129.0	90.4	219.4	1.9	4.2529	0.6393	3.0797	23.1	0.245	0.243	0.488
11H00	204.8	218.9	423.7	1.1	4.9560	0.8188	2.8369	34.5	0.367	0.363	0.730
12H00	214.8	397.3	612.1	0.2	5.0227	0.8356	3.1100	37.6	0.400	0.396	0.796
13H00	182.0	211.4	393 *	0.7	4.8644	0.9848	2.9126	32.5	0.345	0.344	0.689
14H00	147.0	226.7	373.7	0.6	4.4036	0.8348	3.3736	2.3	0.20	0.20	0.578
15H00	111.0	135.0	246.0	0.2	3.7831	0.5123	3.4418	19.0	0.202	0.199	0.401
16H00	103.6	127.5	231.1	0.6	4.1370	0.8388	3.8008	17.5	0.186	0.185	0.371
17H00	91.5	75.2	166.7	0.9	4.0912	0.8689	3.6439	14.7	0.156	0.155	0.311

TABLA I 6 3.a.5.- CALCULOS TERMICOS DE LA PRUEBA #5

CONT.

## ORIENTACION DEL DESTILADOR: NORTE-SUR

HORA	Pag mm.Hg	Pvi mm.Hg	Pag-Pvi mm.Hg	Tag-Tvi oC	Tve-Ta oC	hc' W/m <sup>2</sup> -oC	hfg J/Kg	qe W/m <sup>2</sup>	qc,ag-vi W/m <sup>2</sup>	qr,ag-vi W/m <sup>2</sup>	$\alpha$ B	
											v W/m <sup>2</sup>	$\theta$ '
9H00	41.0	29.4	11.6	5.9	2.2	1.7	2419794.8	44.8	10.3	34.1	7.9	97.1
10H00	54.2	41.3	12.9	5.0	3.1	1.7	2406525.3	48.2	8.5	30.5	15.9	103.1
11H00	113.6	74.9	38.7	8.4	14.0	2.2	2371400.7	183.3	18.3	58.0	34.3	293.9
12H00	153.6	96.3	57.3	9.8	18.6	2.4	2356083.6	296.7	23.5	71.3	35.5	427.0
13H00	269.2	185.1	84.1	8.6	29.5	2.6	2325450.0	464.2	22.3	70.4	47.9	604.8
14H00	209.6	126.2	83.4	11.1	25.4	2.6	2339403.6	472.4	29.4	85.4	36.5	623.7
15H00	173.0	110.9	62.1	9.5	22.1	2.4	2349748.5	324.7	23.1	70.8	29.1	447.7
16H00	119.8	70.4	49.4	10.7	13.8	2.4	2368754.3	253.7	25.4	73.8	22.2	375.1
17H00	86.3	55.0	31.3	8.7	10.2	2.1	2384873.1	145.2	18.5	56.9	14.7	235.3

TABLA I.6.3.a.6.- CALCULOS TERMICOS DE LA PRUEBA #6

## ORIENTACION DEL DESTILADOR: NORTE-SUR

HORA	qr, ve-a W/m <sup>2</sup>	Q'' W/m <sup>2</sup>	(Q''-Q'')/ %	hcc W/m <sup>2</sup> -oC	hcb W/m <sup>2</sup> -oC	hi W/m <sup>2</sup> -oC	Tag-Ta oC	qc W/m <sup>2</sup>	qb W/m <sup>2</sup>	qp W/m <sup>2</sup>	
9H00	78.6	16.7	95.3	1.9	3.7393	0.5918	2.9126	10.2	0.108	0.107	0.215
10H00	81.4	20.0	101.4	1.7	4.3177	0.7016	2.4492	13.5	0.143	0.142	0.285
11H00	141.0	149.0	290.0	1.3	4.4941	0.6140	2.9126	25.2	0.268	0.265	0.533
12H00	169.1	254.4	423.5	0.8	4.6025	0.7127	2.7105	30.4	0.323	0.320	0.643
13H00	243.3	358.7	602.0	0.5	4.9472	0.7241	2.8369	40.5	0.430	0.427	0.857
14H00	214.3	405.4	619.7	0.6	4.8665	0.9159	2.1556	37.3	0.396	0.394	0.790
15H00	191.9	251.9	443.8	0.9	5.1031	0.9578	3.3010	32.6	0.347	0.345	0.692
16H00	139.2	230.7	369.9	1.4	4.6064	0.9167	3.5472	25.5	0.271	0.269	0.540
17H00	119.1	112.4	231.5	1.6	4.5643	0.9824	3.5269	20.6	0.219	0.218	0.437

TABLA I.6.3.a.6.- CALCULOS TERMICOS DE LA PRUEBA #6

CONT.

## ORIENTACION DEL DESTALADOR: NORTE-SUR

HORA	Pag mm.Hg	Pvi mm.Hg	Paq-Pvi mm.Hg	Tag-Tvi °C	Te-Ta °C	hc' W/m <sup>2</sup> -°C	hfg J/Kg	qe W/m <sup>2</sup>	qc,ag-vi W/m <sup>2</sup>	qr,ag-vi W/m <sup>2</sup>	$\alpha \cdot G$	
											v W/m <sup>2</sup>	U' W/m <sup>2</sup>
9H00	54.7	39.0	15.7	6.2	4.8	1.8	2406044.1	62.9	11.3	37.7	20.4	132.3
10H00	101.1	73.4	27.7	6.4	10.8	2.0	2377174.6	118.8	12.6	43.6	31.3	206.3
11H00	175.4	117.5	57.9	8.6	21.7	2.4	2349026.8	294.5	20.4	64.6	36.2	415.7
12H00	199.7	130.5	69.2	9.3	24.2	2.5	2342050.0	368.6	23.1	71.4	38.8	501.9
13H00	208.7	129.9	78.8	10.4	25.3	2.6	2339644.2	437.4	27.0	80.2	36.5	581.1
14H00	175.4	107.2	68.2	10.5	23.2	2.5	2349026.8	388.3	26.4	78.1	29.2	522.0
15H00	106.2	69.7	36.5	8.4	13.7	2.2	2374768.8	171.5	18.2	57.2	13.3	260.2
16H00	124.4	81.6	42.8	8.6	16.8	2.2	2366829.7	206.7	19.2	60.3	22.9	309.1
17H00	78.0	52.2	25.8	7.7	8.1	2.0	2389684.7	114.0	15.6	49.6	7.3	186.5

TABLA I.6.3.a.7.- CALCULOS TERMICOS DE LA PRUEBA #7

## ORIENTACION DEL DESTILADOR: NORTE-SUR

HORA	q <sub>ve-a</sub> W/m <sup>2</sup>	q <sub>c,ve-a</sub> W/m <sup>2</sup>	θ'' W/m <sup>2</sup>	(θ'-θ'')/ %	hcc W/m <sup>2</sup> -°C	hcb W/m <sup>2</sup> -°C	hi W/m <sup>2</sup> -°C	T <sub>ag</sub> -T <sub>a</sub> °C	q <sub>c</sub> W/m <sup>2</sup>	q <sub>b</sub> W/m <sup>2</sup>	q <sub>p</sub> W/m <sup>2</sup>
9H00	90.5	38.3	128.8	2.7	4.388	0.9730	3.0484	13.7	0.146	0.145	0.291
10H00	122.1	82.1	204.2	1.0	4.7291	0.7308	2.9126	23.2	0.246	0.244	0.490
11H00	171	222.6	411.7	1.0	4.7405	0.7115	3.1395	32.5	0.345	0.342	0.687
12H00	205.9	294.3	500.2	0.3	4.8526	0.7680	2.5083	34.9	0.371	0.368	0.739
13H00	213.5	365.3	578.8	0.4	4.9480	0.8728	2.9828	36.0	0.383	0.380	0.763
14H00	195	299.7	499.2	4.6	5.1062	1.0536	3.1100	34.5	0.367	0.365	0.732
15H00	139.3	119.7	259.0	0.8	4.8643	1.0051	2.6641	24.0	0.255	0.254	0.509
16H00	106	146.8	305.4	1.2	5.1565	1.1200	3.4418	27.9	0.297	0.295	0.592
17H00	106.0	80.1	186.0	0.3	4.2453	0.9543	2.6152	17.6	0.187	0.186	0.373

TABLA I.6.3.a.7.- CALCULOS TERMICOS DE LA PRUEBA #7

CONT.

ORIENTACION DEL DESTILADOR: NORTE-SUR

HORA	qf,ve-a W/m2	qc,ve-a W/m2	q'' W/m2	(q''-q'')/ %	hcc W/m2-°C	hcb W/m2-°C	hi W/m2-°C	Tag-Ta °C	qc W/m2	qb W/m2	qp W/m2
9H00	67.4	0.6	68.0	3.5	3.3429	0.4704	2.7105	7.5	0.080	0.078	0.158
10H00	80.5	27.7	108.2	0.9	3.8455	0.6852	3.3010	10.5	0.112	0.110	0.222
11H00	133.9	86.9	220.8	1.3	4.5661	0.5881	2.2403	21.9	0.232	0.230	0.462
12H00	175.6	296.4	472.0	0.3	4.8350	0.8507	3.0162	31.6	0.336	0.334	0.670
13H00	175.9	333.5	509.4	0.5	5.3528	1.0526	3.4418	32.2	0.342	0.341	0.683
14H00	210.1	424.1	634.2	0.7	5.5981	1.1052	2.9828	38.1	0.405	0.403	0.808
15H00	234.3	323.8	558.1	0.4	5.3673	1.1101	2.9483	40.1	0.426	0.424	0.850
16H00	155.2	263.1	418.3	1.0	5.3597	1.1567	3.5472	29.1	0.309	0.308	0.617
17H00	150.8	152.2	303.0	1.1	5.0110	1.1058	3.1961	25.3	0.269	0.268	0.537

CONT. TABLA I.6.3.a.8.- CALCULOS TERMICOS DE LA PRUEBA #8

ORIENTACION DEL DESTILADOR: NORTE-SUR

HORA	P <sub>ag</sub> mm.Hg	P <sub>vi</sub> mm.Hg	P <sub>ag</sub> -P <sub>vi</sub> mm.Hg	T <sub>ag</sub> -T <sub>vi</sub> °C	T <sub>ve</sub> -T <sub>a</sub> °C	h <sub>f</sub> g J/Kg	q <sub>e</sub> W/m <sup>2</sup>	q <sub>c,ag-vl</sub> W/m <sup>2</sup>	q <sub>c,ag-vl</sub> W/m <sup>2</sup>	α <sub>v</sub> W/m <sup>2</sup>	α <sub>b</sub> W/m <sup>2</sup>	
9H00	35.7	27.1	8.6	4.8	0.2	1.6	2424809.3	30.9	7.8	27.2	4.7	70.6
10H00	44.8	34.9	9.9	4.5	1.1	1.6	2414945.6	5.2	7.2	26.6	13.6	82.6
11H00	83.7	58.0	25.7	7.1	9.7	2.0	2386316.6	111.5	14.1	46.5	26.8	198.9
12H00	212.4	147.4	65.0	8.1	27.1	2.4	2338681.9	335.9	19.6	63.3	47.6	466.4
13H00	282.0	194.4	87.6	8.6	31.3	2.6	2322803.6	488.5	22.6	71.1	46.1	628.3
14H00	274.9	179.4	95.5	9.8	30.8	2.7	2324247.1	550.5	26.6	80.2	44.7	702.0
15H00	235.8	153.6	82.2	9.6	25.9	2.6	2332907.9	456.2	21.5	76.2	38.9	596.3
16H00	193.5	128.6	64.9	8.9	23.8	2.4	2343734.0	339.2	21.7	68.0	36.3	465.2
17H00	107.2	64.8	42.4	10.0	13.0	2.3	2311111.6	210.4	22.8	67.7	16.1	317.0

TABLA I.6.3.a.9.- LOS TERMICOS DE LA PRUEBA #9

## ORIENTACION DEL DESTILADOR: NORTE-SUR

HORA	qr, ve-a W/m <sup>2</sup>	qt, ve-a W/m <sup>2</sup>	Q'' W/m <sup>2</sup>	(θ'-θ) %	f'' W/m <sup>2</sup> -°C	hcc	hcb W/m <sup>2</sup> -°C	hi W/m <sup>2</sup> -°C	Tag-Ta °C	qc W/m <sup>2</sup>	qb W/m <sup>2</sup>	qp W/m <sup>2</sup>
9H00	68.8	15	70.3	0.4	3.0475	0.6198	2.5083	8.1	0.086	0.085	0.171	
10H00	72.1	9	81.3	1.6	4.0627	0.6846	2.6641	11.1	0.118	0.117	0.235	
11H00	115.1	81	196.2	1.4	4.3619	0.7963	2.9126	18.8	0.200	0.198	0.398	
12H00	226.0	229	462.9	0.8	5.0561	0.8262	3.3010	36.8	0.391	0.388	0.779	
13H00	256.2	368.7	627	0.5	5.3899	0.9809	3.0162	42.7	0.47	0.465	0.905	
14H00	252.6	418	697.4	0.7	5.1321	0.9684	2.9828	42	0.47	0.465	0.892	
15H00	217.6	374.0	591.6	0.8	5.2850	1.0313	3.2499	38.2	0.406	0.404	0.810	
16H00	203.4	253.2	456.6	1.9	5.1919	1.0710	3.3258	35.7	0.380	0.378	0.758	
17H00	134.9	177.8	312.7	1.4	4.6520	0.9804	3.5062	24.0	0.255	0.254	0.509	

CONT.  
TABLA 1.3.a.9.- CALCULOS TERMICOS DE LA PRUEBA #9



## ORIENTACION DEL DESTILADOR: NORTE-SUR

HORA	Pag mm.Hg	Pvi mm.Hg	Pag-Pvi mm.Hg	Pag-Tvl oC	Te-Ta oC	hc' W/m <sup>2</sup> -oC	hfg J/Kg	qe W/m <sup>2</sup>	qc,ag-vi W/m <sup>2</sup>	qr,ag-vi W/m <sup>2</sup>	$\alpha$ 6	
											v W/m <sup>2</sup>	Q' W/m <sup>2</sup>
9H00	42.2	30.1	12.1	6.0	3.0	1.8	2187.4	47.1	10.6	34.9	11.5	104.1
10H00	71.5	49.4	22.1	7.0	9.5	1.9	239377.4	94.0	13.6	44.5	23.5	175.6
11H00	130.5	85.0	45.5	8.8	18.6	2.3	2364423.9	222.7	19.9	62.3	38.7	343.6
12H00	211.4	137.4	74.0	9.5	27.3	2.5	2338922.4	400.8	24.0	73.7	46.6	545.1
13H00	261.3	168.3	93.0	10.0	32.0	2.7	2327134.0	533.6	26.9	80.9	47.4	688.8
14H00	148.0	86.3	61.7	11.2	19.9	2.7	2357928.2	330.7	27.8	80.3	20.6	459.4
15H00	81.6	51.3	30.3	8.9	10.6	2.1	2387519.5	140.8	18.9	57.5	9.8	227.0
16H00	74.1	51.1	23.0	7.1	8.0	2.0	2392090.5	98.6	13.9	45.5	10.6	168.6
17H00	60.2	42.7	17.5	6.4	5.1	1.9	2401713.7	71.3	11.9	39.6	8.2	131.0

TABLA I.6.3.a.10.- CALCULOS TERMICOS DE LA PRUEBA #10

## ORIENTACION DEL DESTILADOR: NORTE-SUR

HORA	qr, ve-a W/m2	qc, ve-a W/m2	Q' (Q-Q')/ %	hcc W/m2-oC	hcb W/m2-oC	hi W/m2-oC	Taq-Ta oC	qc W/m2	q W/m2	qp W/m2	
9H00	83.1	18.2	101.3	2.8	4.2076	0.4709	3.3500	11.0	0.117	0.115	0.232
10H00	115.6	57.8	173.4	1.3	4.9113	0.5886	3.4195	17.6	0.187	0.185	0.372
11H00	170.0	169.6	339.6	1.2	4.7176	0.7738	3.6062	29.2	0.310	0.308	0.618
12H00	227.2	311.2	538.4	1.2	5.1935	1.11	3.5868	39.1	0.416	0.413	0.829
13H00	260.7	455.6	686.3	0.4	5.1546	0.9529	3.3968	42.9	0.456	0.453	0.909
14H00	178.3	279.8	453.1	0.3	4.5652	0.9826	3.9838	31.9	0.339	0.337	0.676
15H00	122.1	104.7	226.8	0.1	4.4898	1.0142	3.7507	20.4	0.217	0.216	0.433
16H00	106.3	68.8	175.1	-3.7	4.1504	0.8414	3.4195	17.5	0.186	0.185	0.371
17H00	89.3	40.7	130.0	0.8	5.7458	0.7726	3.3258	12.9	0.137	0.136	0.273

TABLA I.6.3.a.10.-CALCULOS TERMICOS DE LA PRUEBA #10

CONT

ORIENTACION DEL DESTILADOR: NORTE-

HORA	Pag mm.Hg	Pvi mm.Hg	Pag-Pvi mm.Hg	Tag-Tvi °C	Tve-Ta °C	hc' W/m <sup>2</sup> -°C	htg J/Kg	qe W/m <sup>2</sup>	qc,ag-vi W/m <sup>2</sup>	qr,ag-vi W/m <sup>2</sup>	v W/m <sup>2</sup>	0' W/m <sup>2</sup>
9H00	39.0	30.9	8.1	4.1	0.3	1.5	242096.0	27.8	6.3	23.7	12.1	69.9
10H00	86.7	65.5	21.2	5.5	8.5	1.8	2384632.5	85.2	10.1	36.5	32.1	163.9
11H00	164.6	111.4	53.2	8.3	19.1	2.3	2352394.9	264.9	19.2	61.6	41.4	387.1
12H00	234.8	152.9	81.9	9.6	27.0	2.6	2333148.5	454.2	24.9	76.1	43.7	598.9
13H00	335.6	233.7	101.9	8.6	36.2	2.7	2312699.3	591.8	23.6	73.8	47.5	736.7
14H00	200.5	96.5	104.0	9.1	34.0	2.7	2319916.7	600.1	24.7	75.9	44.5	745.2
15H00	149.4	93.0	56.4	9.9	19.1	2.4	2357444.1	291.7	23.7	71.6	20.6	407.6
16H00	101.6	65.2	4	8.8	12.0	2.2	2376934.0	172.5	19.2	59.3	14.7	265.7
17H00	114.7	80.4	30.3	7.2	13.7	2.1	2370919.5	155.1	15.0	50.0	26.6	246.7

TABLA 1.6.3.a.11.- CALCULOS TERMICOS DE LA PRUEBA #11

## ORIENTACION DEL DESTILADOR: NORTE-SUR

HORA	qr, ve-a W/m2	qc, ve-a W/m2	$\theta''$ W/m2	$(\theta'' - \theta'') / \%$	hcc W/m2-oC	hcb W/m2-oC	hi W/m2-oC	Tag-Ta oC	qc W/m2	qb W/m2	qp W/m2
9H00	66.0	1.8	67.8	3.1	1.9807	0.3942	2.6641	7.0	0.074	0.073	0.147
10H00	108.0	51.7	159.7	2.6	4.4057	0.3921	3.4195	19.4	0.206	0.202	0.408
11H00	172.1	210.5	382.6	1.2	4.6723	0.7562	3.4195	31.4	0.334	0.331	0.665
12H00	225.3	369.4	594.7	0.7	5.0125	0.9364	3.6062	39.1	0.416	0.413	0.829
13H00	292.8	440.2	733.0	0.5	5.5343	1.0858	3.2499	47.0	0.500	0.497	0.997
14H00	275.4	465.1	740.5	0.6	5.3578	1.0662	3.4195	45.6	0.485	0.482	0.967
15H00	172.5	232.3	404.8	0.7	4.9186	1.0467	3.7676	30.2	0.321	0.319	0.640
16H00	128.9	132.2	261.1	1.8	4.6520	1.0217	3.6624	22.9	0.244	0.242	0.486
17H00	139.3	98.9	238.2	3.6	5.0516	1.0971	3.2499	25.7	0.273	0.272	0.545

TABLA I.6.3.a.11.-CALCULOS TERMICOS DE LA PRUEBA #11

CONT.

## ORIENTACION DEL DESTILADOR: NORTE-SUR

HORA	P <sub>ag</sub> mm.Hg	P <sub>vi</sub> mm.Hg	F <sub>g-Pvi</sub> mm.Hg	T <sub>ag-Tvi</sub> °C	T <sub>ve-Ta</sub> °C	h <sub>c'</sub> W/m <sup>2</sup> -°C	h <sub>fg</sub> J/Kg	q <sub>e</sub> W/m <sup>2</sup>	q <sub>c,ag-vi</sub> W/m <sup>2</sup>	q <sub>r,ag-vi</sub> W/m <sup>2</sup>	$\alpha \delta$	
											v W/m <sup>2</sup>	θ' W/m <sup>2</sup>
9H00	27.1	19.5	7.6	5.5	0.1	1.7	2436357.1	28.2	9.1	29.6	2.5	69.4
10H00	41.9	30.4	11.5	5.7	2.2	1.7	2417832.5	44.0	9.9	33.1	14.4	101.4
11H00	49.4	39.0	9.4	3.9	1.0	1.5	2411577.4	32.1	6.0	23.5	16.0	77.6
12H00	58.3	40.1	18.2	6.9	5.4	1.9	2403157.2	75.8	13.1	42.3	14.4	145.6
13H00	107.2	80.4	26.8	5.8	10.7	1.9	2374297.6	112.3	11.2	40.1	29.1	192.7
14H00	98.7	55.3	43.4	11.3	12.3	2.3	238575	221.4	26.5	74.9	17.4	340.2
15H00	97.2	52.7	44.5	11.9	13.2	2.4	2379099.2	230.1	28.3	78.4	18.5	355.3
16H00	73.0	42.7	30.3	10.1	8.9	2.2	2392812.2	144.8	22.0	63.6	9.8	240.2
17H00	52.2	35.3	16.9	7.1	4.0	1.9	2408209.3	70.4	13.4	42.6	5.1	131.5

TABLA T.4.3.a.17.- CALORES TERMICOS DE A PRUEBA #12

CONDENSACION DEL DESTILADOR: ESTE-OESTE

HORA	q <sub>r,ve-a</sub> W/m2	q <sub>ve-a</sub> W/m2	Q'' W/m2	(Q''-Q'') %	hcc W/m2-°C	hcb W/m2-°C	hi W/m2-°C	Tag-Ta °C	qc W/m2	qb W/m2	qp W/m2
9H00	66.4	3.6	70.0	2.4	2.4864	0.4679	2.6641	6.5	0.069	0.068	0.13
10H00	107.7	51.1	158.8	0.3	4.1400	0.858	3.0797	17.5	0.156	0.184	0.370
11H00	114	153.8	265.2	2.2	5.0085	0.7950	3.773	19.9	0.212	0.209	0.421
12H00	139.7	170.2	309.9	0.6	5.3777	0.7421	3.6252	24.2	0.257	0.255	0.512
13H00	151.9	200.6	352.5	0.3	4.4310	0.8643	3.6439	26.7	0.284	0.282	0.566
14H00	111.3	88.4	199.7	0.9	3.4025	0.6118	3.1961	18.2	0.193	0.191	0.384
15H00	93	42.0	135.3	1.5	3.4511	0.7567	2.6152	14.7	0.156	0.155	0.311
16H00	98.5	102.8	201.3	1.2	3.6378	1.0293	3.6062	16.0	0.170	0.169	0.339
17H00	89.0	54	147.4	0.8	3.6011	1.0076	3.2499	13.6	0.144	0.144	0.283

TABLA I 6 3 b Г. CALCULOS TERMICOS DE LA PRUEBA #7

ORIENTACION DEL DESTILADOR: ESTE-OESTE

HORA	Pag mm.Hg	Pvi mm.Hg	Pag-Pvi mm.Hg	Iag-Ivi oC	Ive-Ta oC	hc' W/m2-oC	hfg J/Kg	qe W/m2	q, q', qqr, ag-vi W/m2	v W/m2	$\alpha \beta$	
											v	Q'
9H00	39.9	31.1	8.8	4.4	0.7	1.6	2419997.7	30.9	7.0	25.5	8.3	71.7
10H00	77.6	55.0	22.6	6.6	8.4	1.9	2389925.3	95.1	12.7	42.7	8.7	159.2
11H00	92.1	65.5	26.6	9.5	9.2	2.2	2381745.6	170.9	20.9	62.6	11.2	265.6
12H00	118.1	76.0	42.1	8.9	14.0	2.2	2369476.0	204.1	19.9	61.7	26.1	311.8
13H00	135.5	87.6	47.9	9.0	16.0	2.3	2362499.2	237.3	20.6	64.1	31.6	353.6
14H00	87.6	61.2	26.4	7.0	9.3	2.0	2384151.4	114.6	13.9	46.3	26.7	201.5
15H00	72.3	54.5	17.8	5.4	6.5	1.8	2393293.4	69.8	9.7	34.7	25.2	139.4
16H00	68.3	42.7	25.6	8.8	6.6	1.1	2395939.8	116.6	18.3	55.0	13.9	203.8
17H00	58.7	39.7	19.0	7.2	4.8	1.9	2402916.0	80.2	13.8	44.1	10.5	148.6

TABLA I.6.3.b.7 - CALCULOS TERMINADOS DE LA PRUEBA #7 CONTINUA

## ORIENTACION DEL DESTILADOR: ESTE-OESTE

HORA	qt, ve-a W/m <sup>2</sup>	qc, ve-a W/m <sup>2</sup>	θ'' W/m <sup>2</sup>	(θ'-θ') %	hc W/m <sup>2</sup> -oC	hcb W/m <sup>2</sup> -oC	hi W/m <sup>2</sup> -oC	Tag-Ta oC	qc W/m <sup>2</sup>	qb W/m <sup>2</sup>	q W/m <sup>2</sup>
9H00	116	61	77	3.3	2.8091	0.4701	2.7966	8.4	0.089	0.08	0.177
10H00	86.9	47.9	134.8	0.5	3.279	0.5896	3.2757	12.3	0.131	0.129	0.260
11H00	125.2	111	196.3	-1.4	4.2697	0.7493	3.5269	19.7	0.21	0.210	0.421
12H00	141	233.0	379.1	0.3	4.4314	0.7614	3.866	27.3	0.20	0.233	0.578
13H00	169	149.5	310.4	0.3	4.0174	0.5819	3.7335	27.5	0.292	0.90	0.582
14H00	122.3	174.8	297.1	0.1	4.6074	0.8520	3.6062	21.9	0.233	0.231	0.46
15H00	158.9	147.7	306.6	0.1	5.0338	0.8859	4.492	27.5	0.295	0.290	0.53
16H00	121.4	149.0	270.4	0.4	4.6038	0.9422	3.6624	21.7	0.31	0.229	0.460
17H00	94	71	164.5	-0.3	4.4257	0.9580	3.308	14.2	0.51	0.150	0.301

TABLA I.6.3.b.6.CALCULOS TERMICOS DE LA PRUEBA #



ORIENTACION DEL DESTILADOR: NORTE-SUR

HORA	Pag mm.Hg	Pvi mm.Hg	Pag-Pvi mm.Hg	I <sub>g</sub> I <sub>vi</sub> oC	T <sub>ve</sub> -T <sub>a</sub> oC	hc' W/m <sup>2</sup> -oC	hfg J/Kg	se W/m <sup>2</sup>	se W/m <sup>2</sup>	se W/m <sup>2</sup>	α	G	
												W/m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup>
9H00	38.6	30.4	8.2	4.2	1.0	1.6	2421441.2	28.3	6.5	24.2	21.3	80.3	
10H00	51.6	36.9	14.7	6.1	4.2	1.8	2408690.5	58.3	11.0	36.7	29.5	135.5	
11H00	75.3	50.2	25.1	7.7	11.0	2.0	2391368.8	110.6	15.5	49.3	20.2	195.6	
12H00	110.4	61.8	48.6	11.5	14.6	2.4	2372844.7	252.5	27.5	77.8	22.4	380.2	
13H00	116.4	74.5	41.9	9.0	17.1	2.2	2370197.8	203.4	20.1	62.2	25.5	311.2	
14H00	90.3	52.2	38.1	10.6	10.7	2.3	2382707.9	188.7	24.1	69.3	15.4	297.5	
15H00	126.8	85.4	41.4	8.1	16.9	2.2	2365867.3	196.8	17.8	57.2	35.2	307.0	
16H00	91.2	55.3	35.9	9.7	10.6	2.2	2382226.7	173.3	21.5	63.8	12.8	271.4	
17H00	58.9	37.7	21.2	8.2	5.5	2.0	2402676.0	93.3	16.4	50.1	4.2	164.0	

TABLA I.6.3.b.6.- CALCULOS TERMICOS DE LA PRUEBA #6

CONTINUA

## ORIENTACION DEL DESTILADOR: ESTE-ESTE

HORA	qr, e W/m <sup>2</sup>	qc, ve-a W/m <sup>2</sup>	q'' W/m <sup>2</sup>	(q'-q'') %	hcc W/m <sup>2</sup> -oC	hcb W/m <sup>2</sup> -oC	hi W/m <sup>2</sup> -oC	Tag-Ta oC	qc W/m <sup>2</sup>	qb W/m <sup>2</sup>	qp W/m <sup>2</sup>
9H00	69.1	7	73.8	1.8	1.9880	0.3956	3.2499	8.1	0.08	0.084	0.170
10H00	77.0	20.9	97.9	1.1	3.4362	0.5904	3.1961	9.2	0.098	0.096	0.194
11H00	83.7	46.5	130.2	1.6	3.88	0.5896	3.5062	1.8	0.125	0.124	0.249
12H00	87.9	62.9	150.8	1.0	5.4568	0.617	3.481	11.9	0.137	0.135	0.272
13H00	101.2	73.9	175.1	0.5	3.8503	0.3927	3.3258	15.9	0.169	0.177	0.346
14H00	105.4	73.0	178.4	0.8	4.087	0.5548	3.1100	16.5	0.165	0.13	0.38
15H00	95.2	100.5	195.7	0.7	4.1190	0.5158	3.5269	15.4	0.164	0.161	0.325
16H00	125.6	97.0	222.6	2.7	4.7322	0.8477	3.1961	19.9	0.211	0.210	0.421
17H00	115.5	122.9	238.4	0.8	4.1658	0.8075	3.5269	19.4	0.206	0.205	0.411

TABLA 1.6.3.b 5 CONCLUSIONES TERMICOS DE LA PRUEBA #5

ORIENTACION DEL DESTILADOR: NORTE-SUR

HORA	ag .Hg	Pvi mm.Hg	Pag-Pvi mm.Hg	Tag-Tvi oC	Tve-Ta oC	hc' W/m <sup>2</sup> -oC	hfg J/Kg	qe W/m <sup>2</sup>	qc,ag-viqr,ag-vi W/m <sup>2</sup>	$\alpha_6$	
										v W/m <sup>2</sup>	Q' W/m <sup>2</sup>
9H00	36.9	28.0	8.9	4.9	0.4	1.6	2423365.8	32.2	8.0	28.0	6.9 75.1
10H00	41.9	30.4	11.5	5.7	2.2	1.7	2417832.5	44.0	9.9	33.1	12.0 99.0
11H00	50.2	34.3	15.9	6.9	3.6	1.9	2409893.4	65.4	12.9	41.2	12.8 132.3
12H00	56.5	37.7	18.8	7.4	4.6	1.9	2404600.6	79.8	14.3	45.0	13.2 152.3
13H00	70.1	47.3	22.8	7.4	7.2	2.0	2394736.9	98.6	14.6	46.8	16.0 176.0
14H00	73.8	50.2	23.6	7.3	8.0	2.0	2392431.1	102.1	14.4	46.7	16.6 179.8
15H00	71.5	46.3	25.2	8.2	6.3	2.0	2393774.6	112.7	16.7	51.9	15.7 197.0
16H00	92.5	62.5	30.0	7.7	11.6	2.1	2381505.0	135.0	15.9	51.3	26.5 228.7
17H00	87.2	55.3	31.9	8.8	9.8	2.1	2384392.0	148.7	18.8	57.6	15.3 240.4

TABLA I.6.3.b.5.- CALCULOS TERMICOS DE LA PRUEBA #5

CONTINUA

ORIENTACION DEL DESTILADOR: ESTE-OESTE

HORA	qr, ve-a W/m2	qr, ve-a W/m2	(θ'-θ) %	hcc W/m2-°C	hcb W/m2-°C	hi W/m2-°C	Tag-Ta °C	γ T	qc W/m2	qb W/m2	qp W/m2
9H00	69.2	3.0	2.6	1.9897	0.3959	2.825	9.7	0.072	0.071	0.143	
10H00	78.1	27.4	2.0	3.3875	0.5583	3.4637	9.7	0.103	0.102	0.205	
11H00	96.8	41.7	3.6	4.3585	0.6823	3.3736	15.1	0.160	0.159	0.319	
12H00	124.6	126.5	1.2	4.2570	0.6996	3.7844	21.7	0.233	0.231	0.464	
13H00	215.0	75.0	3.2	5.3642	0.9881	3.3258	35.6	0.378	0.376	0.54	
14H00	241.8	279.3	1.3	5.6120	1.044	3.6439	40.3	0.429	0.426	0.55	
15H00	241.8	340.0	0.8	5.1715	1.0527	2.9483	34.3	0.64	0.363	0.727	
16H00	136.6	192.7	0.6	4.7876	1.0008	3.3500	25.1	0.267	0.265	0.532	
17H00	113.5	69.9	1.2	4.7011	1.0188	3.3010	19.2	0.204	0.203	0.407	

TABLA I 6 3 b.4. CALCULOS TERMICOS B LA PRUEBA #4

ORIENTACION DEL DESTILADOR: ESTE-OESTE

HORA	Pag mm.Hg	Pvi mm.Hg	Pag-Pvi mm.Hg	Tag-Tvi oC	Tve-Ta oC	hc' W/m2-oC	hfg J/Kg	qe W/m2	qc,ag-v W/m2	qr,ag-vi W/m2	$\alpha B$	
											v W/m2	U' W/m2
9H00	33.4	25.2	8.2	4.8	0.3	1.6	2427696.3	29.4	7.7	26.9	10.1	74.1
10H00	43.1	30.9	12.2	5.9	2.4	1.8	2416629.6	47.3	10.3	34.4	18.6	107.6
11H00	61.5	44.6	16.9	6.0	6.1	1.8	2400751.4	67.6	10.9	37.3	27.1	143.5
12H00	90.3	57.4	32.9	8.8	11.1	2.1	2382707.9	153.9	18.9	44.4	23.3	244.1
13H00	178.6	123.8	54.8	7.9	25.6	2.3	2348064.5	272.5	33.3	57.7	22.8	378.3
14H00	223.8	150.8	73.0	8.8	29.4	2.5	2335794.9	390.7	40.0	69.3	43.6	530.6
15H00	176.9	104.1	72.8	11.3	22.4	2.6	2348545.6	402.4	41.1	83.9	23.1	538.5
16H00	107.7	63.5	44.2	10.5	13.0	2.3	2374047.0	222.1	33.3	71.0	12.4	314
17H00	79.2	53.0	26.2	7.7	9.2	2.0	2388963.0	116.0	15.6	49.8	1.2	192.6

TABLA I.6.3.b.4.- CALCULOS TERMICOS DE LA PRUEBA #4 CONTINUA

## ORIENTACION DEL DESTILADOR: NORTE-SUR

HORA	qr, ye-a W/m2	qc, ye-a W/m2	0' - W/m2	0' - %	h c W/m2-0C	hcb W/m2-0C	hi W/m2-0C	Tag-Ta 0C	qc W/m2	qb W/m2	qp W/m2
9H00	89.5	42.0	131.5	2.7	4.2192	0.8012	2.1556	14.0	0.149	0.147	0.296
10H00	150.2	100.1	250.3	0.8	4.6890	0.7721	2.7966	24.6	0.261	0.259	0.520
11H00	228.1	218.7	446.8	1.0	5.0583	0.8651	3.1100	37.2	0.395	0.393	0.788
12H00	165.3	296.4	461.7	22.5	5.2676	0.9539	2.6641	43.2	0.459	0.457	0.916
13H00	260.2	362.5	622.7	0.6	4.8195	0.9024	3.0484	41.9	0.456	0.453	0.909
14H00	136.8	182.2	319.0	-1.2	3.7123	0.3891	3.2233	23.2	0.246	0.242	0.488
15H00	136.6	83.9	220.5	0.8	4.0527	0.3889	2.7966	24.0	0.255	0.250	0.505
16H00	130.0	76.6	206.6	2.1	4.3354	0.8716	2.3185	22.4	0.238	0.236	0.474
17H00	121.1	75.2	196.3	1.7	4.4750	0.9364	2.5083	19.8	0.210	0.209	0.419

TABLA I.6.3.b.3. CALCULOS TERMICOS DE LA PRUEBA #3

## ORIENTACION DEL DESTILADOR: ESTE-DESTE

HORA	Pag mm.Hg	Fvi mm.Hg	Pag-Fvi mm.Hg	Tag-Tvi oC	Tve-Ta oC	hc' W/m <sup>2</sup> -oC	hfg J/Kg	qe W/m <sup>2</sup>	qt,ag-viqr,ag-vi W/m <sup>2</sup>	$\alpha B$		
										v W/m <sup>2</sup>	B' W/m <sup>2</sup>	
9H00	55.3	46.8	8.5	3.1	4.6	1.8	2400270.2	65.7	10.5	36.2	22.7	135.1
10H00	110.4	76.4	34.0	7.4	15.5	2.1	2372844.1	154.3	15.5	51.0	31.4	252.2
11H00	214.2	150.1	64.1	7.9	27.4	2.4	2338200.7	329.2	19.0	61.9	41.1	451.2
12H00	296.5	215.2	81.3	7.5	32.5	2.5	2319916.7	440.0	19.1	63.0	43.5	565.6
13H00	288.0	199.7	88.3	8.5	31.8	2.6	2321600.7	493.0	22.3	70.6	40.6	626.5
14H00	123.8	80.4	43.4	8.8	12.9	2.2	2367070.2	210.9	19.7	61.6	23.1	315.3
15H00	129.9	96.3	33.6	6.2	13.8	2.0	2364664.4	147.5	12.6	44.3	17.9	222.3
16H00	114.7	83.7	31.0	6.4	12.6	2.0	2370919.5	135.1	12.9	44.6	18.3	210.9
17H00	96.3	67.9	28.4	6.9	11.0	2.0	237580.4	124.1	13.8	46.4	15.4	199.7

TABLA I.6.3.b.3.- CALCULOS TERMINADOS DE LA PRUEBA #3

CONTINUA

## ORIENTACION DEL DESTILADOR: ESTE-NORTE

HORA	qr, ve-a W/m <sup>2</sup>	qc, ve-a W/m <sup>2</sup>	θ' (θ'-θ'')	hcc W/m <sup>2</sup> -oC	hcb W/m <sup>2</sup> -oC	hi W/m <sup>2</sup> -oC	Tag-Ta oC	qc W/m <sup>2</sup>	qb W/m <sup>2</sup>	qp W/m <sup>2</sup>	
9H00	80.3	21.3	101.6	5.0	3.3371	0.6839	3.1395	12.2	0.130	0.128	0.258
10H00	97.2	41.3	138.5	4.0	4.2831	0.6125	2.5083	16.8	0.168	0.177	0.345
11H00	189.8	198.8	388.6	2.3	4.7415	0.7559	2.0595	31.8	0.337	0.335	0.672
12H00	247.4	377.5	624.9	1.0	4.8559	0.8153	3.1682	40.7	0.433	0.429	0.862
13H00	225.3	338.6	563.9	1.5	4.6629	0.8544	3.3258	37.8	0.402	0.399	0.801
14H00	154.5	206.9	361.4	1.2	3.7897	0.7403	3.0797	27.2	0.289	0.286	0.575
15H00	100.9	98.2	199.1	0.8	4.0436	0.8156	3.4418	16.8	0.179	0.157	0.336
16H00	97.4	60.3	157.7	2.0	3.7671	0.8165	3.3010	15.2	0.162	0.160	0.322
17H00	73.3	16.4	89.7	0.9	3.5016	0.8071	1.3773	7.4	0.101	0.100	0.201

TABLA I.6.3.b.2. CALCULOS TERMINOS DE LA PRUEBA #2



## ORIENTACION DEL DESTILADOR: ESTE-OESTE

HORA	Pag mm.Hg	Pvi mm.Hg	Pag-Pvi mm.Hg	Tag-Tvi oC	Tve-Ta oC	hc' W/m <sup>2</sup> -oC	hfg J/Kg	qe W/m <sup>2</sup>	qc,ag-vigr,ag-vi W/m <sup>2</sup>	$\alpha G$		
										v W/m <sup>2</sup>	G' W/m <sup>2</sup>	
9H00	49.2	36.9	12.3	5.2	2.8	1.7	2410855.7	46.2	8.9	31.2	20.4	106.7
10H00	79.6	60.9	18.7	5.2	6.8	1.8	2388722.4	73.1	9.3	34.0	27.7	144.1
11H00	169.1	114.7	54.4	8.3	21.8	2.3	2350951.4	272.1	19.3	61.9	44.4	397.7
12H00	253.6	167.6	86.0	9.4	30.1	2.6	2328818.1	481.3	24.7	75.8	49.1	630.9
13H00	227.7	148.7	79.0	9.5	27.0	2.6	2334832.6	434.1	24.4	74.9	38.9	572.3
14H00	143.3	92.1	51.2	9.2	16.6	2.3	2359612.3	257.4	21.4	66.2	20.6	365.6
15H00	82.9	55.3	27.6	7.8	7.6	2.0	2386797.8	123.3	16.0	50.8	10.5	200.6
16H00	74.5	52.2	22.3	6.8	6.9	1.9	2391899.9	94.4	13.1	43.6	9.7	160.8
17H00	52.7	39.9	12.8	3.0	2.4	1.7	20723.2	48.0	8.7	31.0	2.8	90.5

TABLA I.6.3.b.2.- CALCULOS TERMICOS DE LA PRUEBA #2

CONTINUA

## ORIENTACION DEL DESTILADOR: ESTE-OESTE

HORA	ve-a W/m2	qr,ve-a W/m2	Q'' W/m2	(Q''-Q'') %	hcc W/m2-°C	hc W/m2 °C	hi W/m2-°C	Tag-Ta °C	qc W/m2	qb W/m2	qp W/m2
9H00	80.4	18.2	98.6	3.9	3.3317	0.337	2.9828	15.5	0.165	0.163	0.328
10H00	123.9	66.9	190.8	1.4	4.3741	0.6993	3.1961	22.0	0.234	0.231	0.465
11H00	169.0	314.6	483.6	0.5	5.0064	0.9839	4.0930	30.9	0.329	0.327	0.656
12H00	195.0	333.5	528.5	0.4	5.4344	1.0646	3.8955	34.5	0.367	0.365	0.732
13H00	185.3	399.0	584.3	0.2	5.5443	1.1454	4.1445	34.1	0.363	0.361	0.724
14H00	173.8	299.1	472.9	0.5	5.2919	1.1205	3.9838	31.5	0.335	0.333	0.668
15H00	155.5	205.7	361.2	0.6	4.9540	1.0318	3.7507	27.5	0.292	0.291	0.583
16H00	136.8	118.0	254.8	1.1	4.0759	0.8470	3.3500	23.0	0.244	0.243	0.487
17H00	97.4	41.3	138.7	0.9	3.5830	0.7705	3.1682	15.0	0.159	0.158	0.317

TABLA I.6.3.b.1.CALCULOS TERMICOS DE LA PRUEBA #1

ORIENTACION **B** DESTILADOR: ESTE-OESTE

HORA	Pag mm.Hg	Pvi mm.Hg	Pag-Pvi mm.Hg	Tag-Tvi oC	Tve-Ta oC	hc' W/m <sup>2</sup> -oC	hfg J/Kg	qe W/m <sup>2</sup>	qc,ag-viqr,ag-vi W/m <sup>2</sup>	v W/m <sup>2</sup>	U' W/m <sup>2</sup>	$\alpha_B$	
												W/m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup>
9H00	61.5	46.3	15.2	5.3	3.0	1.7	2404119.5	47.4	7.9	29.0	16.1	102.4	
10H00	91.6	65.5	26.1	6.6	11.0	2.0	2381986.2	111.8	13.0	44.1	24.6	193.5	
11H00	136.8	75.7	61.1	12.1	18.4	2.5	2362018.1	331.3	30.4	85.1	39.4	486.2	
12H00	171.4	102.1	69.3	11	22.5	2.5	2350229.7	378.0	27.9	81.3	43.6	530.8	
13H00	163.8	88.9	74.9	12.8	21.0	2.6	2352635.5	424.1	33.7	93.0	34.6	585.4	
14H00	146.0	84.2	61.8	11.4	19.2	2.5	2358650.0	332.3	28.4	81.5	33.2	475.4	
15H00	129.2	80.4	48.8	9.7	16.4	2.3	2364905.0	245.7	22.6	68.2	26.7	363.2	
16H00	109.8	73.7	36.1	7.5	13.5	2.1	2373084.7	165.7	15.0	51.6	25.4	257.7	
17H00	71.8	52.2	19.6	6.1	6.8	1.9	2393534.0	80.3	11.3	39.0	9.4	140.0	

TABLA 1.6.3.b.1.- CALCULOS TERMICOS DE LA PRUEBA #1

CONTINUA

## ORIENTACION DEL DESTILADOR: NORTE-SUR

HORA	qr,ve-a W/m2	qc,ve-a W/m2	Q'' W/m2	(Q'-Q'')/ %	hcc W/m2-oC	hcb W/m2-oC	hi W/m2-oC	Tag-Ta oC	qc W/m2	qb W/m2	qp W/m2
9H00	90.4	29.2	119.6	2.6	3.8679	0.7184	3.1961	14.3	0.152	0.150	0.302
10H00	174.7	118.0	292.7	0.8	4.614	0.7721	2.2403	32.0	0.340	0.337	0.677
11H00	232.2	223.4	455.6	0.7	4.7518	0.7707	2.9483	37.6	0.399	0.397	0.796
12H00	264.5	345.8	610.3	0.4	5.1226	0.9719	3.1961	42.8	0.455	0.452	0.907
13H00	261.3	377.0	638.3	0.5	5.2404	1.0272	3.1961	42.6	0.453	0.451	0.904
14H00	256.3	344.9	601.2	0.6	5.2344	1.0757	3.1395	41.5	0.441	0.439	0.880
15H00	226.7	341.1	567.8	0.5	5.1436	1.0182	3.1395	39.1	0.416	0.413	0.829
16H00	168.9	233.2	402.1	1.2	4.7281	1.0400	3.2757	30.0	0.319	0.317	0.636
17H00	118.8	94.8	213.6	1.2	4.2645	0.9598	2.4492	21.7	0.262	0.261	0.523

TABLA I.6.3.a.23.-CALCULOS TERMICOS DE LA PRUEBA #23

CONT.

## ORIENTACION DEL DESTILADOR: NORTE-SUR

HORA	Pag mm.Hg	Pvi mm.Hg	Pag-Pvi mm.Hg	Tag-Tvi oC	Tve-Ta oC	hc' W/m <sup>2</sup> -oC	hfg J/kg	qe W/m <sup>2</sup>	qc,ag-vi W/m <sup>2</sup>	qr,ag-vi W/m <sup>2</sup>	$\alpha G$	
											v W/m <sup>2</sup>	0' W/m <sup>2</sup>
9H00	56.9	41.8	15.1	5.7	4.8	1.8	2404360.1	59.0	10.1	35.0	18.6	122.7
10H00	156.5	113.6	42.9	6.8	9.4	2.2	2355041.3	199.3	14.7	50.3	30.6	294.9
11H00	209.6	144.6	65.0	8.2	28.0	2.4	2339403.6	336.4	19.8	63.9	38.9	459.0
12H00	264.7	179.4	85.3	8.9	3.7	2.6	2326412.3	474.0	23.2	72.5	43.1	612.8
13H00	278.4	189.3	89.1	8.9	32.0	2.6	2323225.3	580.5	23.5	73.3	44.2	641.5
14H00	271.5	189.8	81.7	8.6	31.3	2.6	2324968.8	468.4	22.4	70.6	43.7	605.1
15H00	255.8	175.4	80.4	8.6	7.2	2.6	2328336.9	439.0	22.0	69.7	40.1	570.8
16H00	152.9	96.7	56.2	9.6	18.6	2.4	2356244.2	289.1	22.9	69.8	25.2	407.0
17H00	98.7	67.6	31.1	7.5	10.4	2.1	2378377.5	139.8	15.5	50.6	10.2	216.1

TABLA I.6.3.a.23.- CALCULOS TERMICOS DE LA PRUEBA #23

## ORIENTACION DEL DESTILADOR: NORTE-SUR

HORA	qr,ve-a W/m2	qc,ve-a W/m2	θ'' W/m2	(θ''-θ''')/ %	hcc W/m2-θ	hcb W/m2-θC	hi W/m2-θC	T <sub>ag</sub> -T <sub>a</sub> °C	qc W/m2	qb W/m2	qp W/m2
9H00	80.2	30.1	110.3	1.9	3.7866	0.7862	3.0162	12.1	0.128	0.128	0.256
10H00	136.9	166.8	303.7	0.3	5.0516	0.9263	3.8332	23.8	0.253	0.522	0.775
11H00	209.4	150.2	359.6	0.5	5.1741	0.9712	3.1961	35.2	0.374	0.372	0.746
12H00	225.3	338.6	563.9	0.3	5.1538	1.0062	3.3010	36.0	0.404	0.402	0.806
13H00	241.0	499.3	740.3	0.4	5.2356	1.0208	3.6252	41.0	0.436	0.434	0.870
14H00	24.6	439.5	641	0.8	5.509	1.1110	3.8171	37.4	0.419	0.417	0.836
15H00	227.4	404.6	632.0	0.4	5.7514	1.560	3.8171	38.9	0.414	0.412	0.826
16H00	214.9	368.2	583.1	1.3	5.1402	1.0687	3.8491	37.3	0.377	0.394	0.791
17H00	117.9	152.0	269.9	1.0	4.855	1.0895	3.4418	21.4	0.288	0.226	0.514

TABLA I.6.3.a.22.-CALCULOS TERMICOS DE LA PRIERA #2

CONT.

ORIENTACION DEL DESTILADOR: NORTE-SUR

HORA	Pag mm.Hg	Pvi mm.Hg	Pag-Pvi mm.Hg	Tag-Tvi oC	Tve-Ta' oC	hc' W/m2-oC	hfg J/Kg	qe W/m2	qc,ag-vi W/m2	qr,ag-vi W/m2	$\alpha B$	
											v W/m2	Q' W/m2
9H00	55.6	42.2	13.4	5.1	3.3	1.7	2405322.4	50.4	3.7	31.3	22.0	112.4
10H00	104.6	52	52.6	9.4	13.3	2.2	2375490.5	191.2	21.0	63.5	29.0	204.7
11H00	192.7	100	92.7	10.0	24.7	2.3	2343974.6	255.8	15.8	53.9	36.0	361.5
12H00	223.8	146.0	77.8	9.5	27.0	2.6	2335794.9	426.0	13	74.6	40.7	565.6
13H00	264.7	165.3	99.4	10.7	29.2	2.8	2326412.3	583.3	29.5	86.5	44.0	743.3
14H00	283	157.9	125.1	10.2	27.1	2.7	2330021.0	516.2	27.3	81.6	40.0	669.1
15H00	278	151.5	126.5	10.1	27.2	2.6	2332421.8	470	28.7	80.1	41.0	634.8
16H00	217.1	136.8	80.3	10.2	25.5	2.6	2337479.0	446.5	26.5	79.4	30.2	590.6
17H00	198	53.9	144.1	10.0	10.0	2.2	2382948.5	174	23.3	65.5	9.3	272.5

TABLA I.6.3.a 22 - CALCULOS TERMICOS DE LA PRUEBA #2

## ORIENTACION DEL DESTILADOR: NORTE-SUR

HORA	qr, ve-a W/m2	Q'' W/m2	(Q'-Q'')/ %	hcc W/m2-°C	hcb W/m2-°C	hi W/m2-°C	Tag-Ta °C	qc W/m2	qb W/m2	qp W/m2
9H00	78.7	19.5	2.6	3.5719	0.3925	2.1556	11.2	0.118	0.117	0.235
10H00	127.1	115.6	0.2	3.1344	1.0162	3.0797	23.4	0.249	0.247	0.496
11H00	226.0	236.9	0.2	5.2832	1.0251	2.7966	37.9	0.403	0.401	0.804
12H00	240.2	420.2	0.1	5.1242	1.0057	3.2499	40.8	0.434	0.431	0.865
13H00	234.5	430.2	0.0	5.3857	1.0670	3.1395	41.2	0.438	0.436	0.874
14H00	240.3	376.0	0.3	5.2472	1.0566	3.1395	39.9	0.424	0.422	0.846
15H00	242.3	402.2	0.3	5.3823	1.0440	3.1395	41.4	0.440	0.438	0.878
16H00	198.0	288.4	1.3	5.4642	1.0710	3.4637	34.0	0.362	0.360	0.722
17H00	132.1	210.3	0.5	4.8778	1.1096	3.9695	24.5	0.261	0.259	0.520

CONT. TABLA 1.6.3.a.21.-CALCULOS TERMICOS DE LA PRUEBA #21



ORIENTACION DEL DESTILADOR: NORTE-SUR

HORA	Pag mm.Hg	Pvi mm.Hg	Paq-Pvi mm.Hg	Tag-Tvi oC	Tye-Ta oC	hc' W/m <sup>2</sup> -oC	hfg J/Kg	qe W/m <sup>2</sup>	q, ag-ii W/m <sup>2</sup>	qH, ag-vi W/m <sup>2</sup>	$\alpha$ B v W/m <sup>2</sup>	$\theta'$ W/m <sup>2</sup>
9H00	55.3	43.4	11.9	4.5	3.2	1.6	2405563.0	43.0	7.4	27.6	22.8	100.8
10H00	104.1	71.5	32.6	7.5	11.7	2.1	2375731.1	147.5	15.6	51.1	29.1	243.3
11H00	213.3	147.4	65.9	8.2	27.1	2.4	2338441.3	342.0	17.9	64.1	38.0	464.0
12H00	254.7	164.6	90.1	9.9	29.1	2.7	2328577.5	512.5	26.4	79.7	42.6	661.2
13H00	264.7	173.8	90.9	9.6	28.3	2.7	2326412.3	516.6	25.6	78.0	44.6	664.8
14H00	253.6	168.3	85.3	9.3	29.1	2.6	2328818.1	476.0	24.4	75.0	42.9	618.3
15H00	259.1	169.9	89.2	9.6	29.4	2.7	2327615.2	504.7	25.5	77.7	38.5	646.4
16H00	179.4	112.5	66.9	10.0	23.0	2.5	2347823.9	357.5	24.9	74.9	35.2	492.5
17H00	99.6	55.0	44.6	11.6	11.9	2.4	2377896.3	229.5	27.4	76.9	10.2	344.0

TABLA I.6.3.a.21.- CALCULOS TERMICOS DE LA PRUEBA #21

## ORIENTACION DEL DESTILADOR: NORTE-SUR

HORA	q <sub>ve</sub> W/m <sup>2</sup>	q <sub>ve-a</sub> W/m <sup>2</sup>	U <sub>ve</sub> W/m <sup>2</sup>	(θ'-θ) %	hcc W/m <sup>2</sup> -oC	hcb W/m <sup>2</sup> -oC	hi W/m <sup>2</sup> -oC	Tag-Ta oC	qc W/m <sup>2</sup>	qb W/m <sup>2</sup>	q W/m <sup>2</sup>
9H00	67.3	2.9	70.2	0.9	4.4114	0.7017	3.1100	6.4	0.068	0.067	0.135
10H00	130.8	88.1	218.9	0.4	4.503	0.5878	2.9483	23.2	0.246	0.244	0.490
11H00	180.0	314.7	494.7	0.6	5.1799	0.9684	3.3010	33.6	0.57	0.355	0.712
12H00	246.3	376.2	622.5	0.3	5.5006	1.0516	3.3736	47.0	0.740	0.438	0.878
13H00	274.9	399.3	674.2	0.4	5.3163	1.0555	3.0484	44.1	0.169	0.466	0.935
14H00	237.4	294.5	531.9	0.5	5.0884	0.9984	2.7546	39.0	0.414	0.413	0.827
15H00	204.6	346.6	551.2	0.2	5.2590	1.0873	3.1961	34.0	0.383	0.381	0.764
16H00	175.4	230.9	406.3	1.0	5.196	1.0648	2.8755	31.2	0.332	0.330	0.662
17H00	140.1	154.3	294.4	1.1	4.8502	1.0079	2.7546	24.0	0.255	0.254	0.509

TABLA I.6.3.a.20.-CALCULOS TERMICOS DE LA PRUEBA #20

CONT.

ORIENTACION DEL DESTIL # 8 : N OR E-SUR

X 8 A	P <sub>ag</sub> mm.Hg	P <sub>vi</sub> mm.Hg	P <sub>ag</sub> -P <sub>vi</sub> mm.Hg	T <sub>ag</sub> -T <sub>vi</sub> °C	T <sub>re</sub> -T <sub>a</sub> °C	h <sub>c</sub> '	h <sub>f</sub> g	q <sub>e</sub>	q <sub>c,ag-vi</sub>	q <sub>r,ag-vi</sub>	α B		
											W/m <sup>2</sup> -°C	J/Kg	W/m <sup>2</sup>
9H00	36.5	27.9	8.6	4.7	0.4	1.6	289.0	30.7	7.6	26.8	5.7	70.8	
10H00	98.2	68.6	29.6	7.1	12.2	2.0	2378618.1	130.8	14.4	47.9	26.7	219.8	
11H00	165.3	99.6	65.7	10.7	20.2	2.5	235216.3	353.4	26.7	78.6	39.0	497.7	
12H00	246.1	160.8	85.3	9.6	30.0	2.6	2330502.2	477.5	25.2	76.8	44.6	624.1	
13H00	283.2	190.1	93.1	9.2	33.9	2.7	2322563.0	530.3	24.7	75.9	45.8	676.7	
14H00	243.0	167.6	75.4	8.4	28.7	2.5	2331223.9	404.5	21.1	67.4	41.3	534.3	
15H00	205.0	129.2	75.8	8.1	24.0	2.6	2340606.5	415.8	25.9	77.9	32.5	552.1	
16H00	162.3	105.7	56.6	9.1	19.6	2.4	2353116.6	289.1	21.6	67.1	32.6	410.4	
17H00	113.6	73.0	40.6	8.9	14.0	2.2	2371400.7	195.8	19.8	61.3	20.6	297.5	

TABLA 1.6.3.a.20.- CALCULOS TERMICOS DE LA PRUEBA #20

## ORIENTACION DEL DESTILADOR: NORTE-SUR

HORA	qr, ve-a W/m2	qc, ve-a W/m2	Q'' W/m2	(Q''-Q''')/ %	hcc W/m2-oC	hcb W/m2-oC	hi W/m2-oC	Tag-Ta oC	qc W/m2	qb W/m2	qp W/m2
900	118	51	163.5	0.5	4.6292	0.8359	3.63	17.2	0.183	0.181	0.364
1000	140	140	280	-0.4	4.877	0.6814	3.2757	24.7	0.262	0.260	0.522
1100	202.9	162.1	365.0	-0.6	5.2234	0.9881	3.1961	34.7	0.369	0.367	0.736
1200	242.8	246.6	489.4	-0.5	5.5130	1.0571	3.1395	39.5	0.420	0.418	0.838
1300	226.0	360.4	586.4	-0.3	5.3699	1.0758	3.3736	38.7	0.411	0.410	0.821
1400	207.3	333.8	541.1	-0.2	5.2203	1.0491	3.5269	36.5	0.388	0.386	0.774
1500	201.1	267.9	469.0	-0.3	5.2590	1.0873	3.4637	38	0.370	0.368	0.738
1600	192	200	392	0.4	5.33	1.0046	3.418	33.1	0.352	0.350	0.702
1700	150.8	131.3	282.1	0.5	4.8807	1.0196	3.3388	38	0.274	0.273	0.547

TABLA I.6.3.a.19.-CALCULOS TERMICOS DE LA PRUEBA #19

CONT.

## ORIENTACION DEL DESTILADOR: NOR OESTE

HORA	P <sub>ag</sub> mm.Hg	P <sub>vi</sub> mm.Hg	P <sub>ag-Pvi</sub> mm.Hg	T <sub>ag-Tvi</sub> °C	T <sub>e-<math>\bar{x}</math></sub> °C	hc' W/m <sup>2</sup> -°C	hfg J/Kg	q <sub>e</sub> W/m <sup>2</sup>	q <sub>ag-vi</sub> W/m <sup>2</sup>	q <sub>r,ag-vi</sub> W/m <sup>2</sup>	$\alpha$ v W/m <sup>2</sup>	D' W/m <sup>2</sup>
9H00	62.2	42.0	20.2	8.0	8.5	1.9	2400270.2	86.0	14.2	45.2	18.9	164.3
10H00	103.6	70.4	33.2	7.7	14.4	2.1	2375971.7	151.4	16.1	52.4	27.4	247.3
11H00	171.4	119.8	51.6	7.7	23.7	2.3	2350229.7	252.7	17.5	57.8	34.8	362.8
12H00	225.8	156.5	69.3	8.2	29.5	2.5	2335313.7	363.7	20.1	64.8	38.5	487.1
13H00	220.9	140.7	80.2	10.0	27.1	2.6	2336516.6	444.8	25.9	78.2	36.0	584.9
14H00	209.6	135.5	74.1	9.6	24.4	2.5	2338681.9	403.7	25.2	76.8	34.5	540.2
15H00	194.4	128.6	65.8	9.0	23.5	2.4	2343493.4	345.4	22.0	68.8	31.2	467.4
16H00	185.9	123.3	62.6	8.9	22.5	2.4	2345899.2	324.9	21.5	67.5	30.2	444.1
17H00	122.7	82.5	40.2	8.1	15.7	2.2	235851.4	190.2	17.7	56.8	18.7	283.4

TABLA I.6.3.a.19.- CALCULOS TERMICOS DE LA PRUEBA #19

## ORIENTACION DEL DESTILADOR: ØRTE-ØR

HORA	1r,ve-a W/m2	qc,ve-a W/m2	Q'' W/m2	(Q''-Q''')/ %	hcc W/m2-°C	hcb W/m2-°C	hi W/m2-°C	qc W/m2	qb W/m2	qp W/m2	
9H00	90.1	33.3	124.0	2.9	4.3185	0.6636	2.9126	14.5	0.154	0.153	0.307
10H00	94.9	44.8	139.7	1.4	4.2059	0.5563	2.7566	13.3	0.141	0.140	0.281
11H00	176.0	260.7	436.7	0.7	4.5552	0.5867	3.5672	31.2	0.332	0.327	0.659
12H00	225.3	369.4	594.7	0.3	4.9478	0.8841	3.6056	38.6	0.410	0.407	0.817
13H00	269.8	452.2	722.0	0.4	5.2775	1.0130	3.5472	44.7	0.475	0.473	0.948
14H00	276.7	388.7	665.4	0.4	5.1673	0.9886	3.3500	44.7	0.475	0.473	0.948
15H00	235.9	433.2	669.1	0.7	5.1092	1.0382	3.6252	40.7	0.433	0.430	0.863
16H00	207.1	370.9	578.0	0.8	5.0590	1.0313	3.6252	36.0	0.383	0.381	0.764
17H00	190.9	332.9	523.8	0.5	4.5937	1.0045	4.0930	33.9	0.361	0.358	0.719

TABLA I.6.3.a.18.-CALCULOS TERMICOS A PR BA #18

CONT.

## ORIENTACION DEL DESTILADOR: NORTE-SB

HORA	P <sub>ag</sub> mm.Hg	P <sub>vi</sub> mm.Hg	P <sub>ag</sub> -P <sub>vi</sub> mm.Hg	T <sub>ag</sub> -T <sub>v</sub> ' oC	T <sub>ve</sub> -T <sub>a</sub> oC	h <sub>c</sub> ' W/m <sup>2</sup> -oC	h <sub>f</sub> g J/Kg	φ W/m <sup>2</sup>	q <sub>c</sub> , q <sub>g</sub> -v <sub>i</sub> W/m <sup>2</sup>	q <sub>r</sub> , q <sub>g</sub> -v <sub>i</sub> W/m <sup>2</sup>	αG	
											v W/m <sup>2</sup>	Q' W/m <sup>2</sup>
9H00	56.9	41.8	15.1	5.7	4.7	1.8	2404360.1	59.0	10.1	35.0	23.5	127.6
10H00	58.3	42.2	16.1	6.0	5.9	1.8	2403157.2	64.1	10.9	37.0	29.6	141.6
11H00	150.8	93.0	57.8	10.1	19.6	2.4	2356965.9	301.2	24.4	73.1	41.1	439.8
12H00	219.9	139.3	80.6	10.1	27.0	2.6	2336757.2	448.0	26.3	78.8	43.3	596.4
13H00	219.6	192.7	26.9	9.6	33.2	2.7	2320879.0	574.1	26.2	79.6	45.1	725.0
14H00	297.7	205.0	92.7	-9.3	34.1	2.7	2319876.1	525.1	23.2	72.7	47.3	668.3
15H00	254.7	163.1	91.6	10.1	28.5	2.7	2328577.5	524.2	27.1	81.2	41.0	673.5
16H00	214.2	134.8	79.4	10.2	24.4	2.6	2338200.7	440.4	26.4	79.1	37.0	582.9
17H00	171.4	100.1	71.3	11.4	21.8	2.6	2350229.7	393.1	29.2	84.1	19.8	526.2

TABLA I.6.3.a.18.- CALCULOS TERMICOS DE LA PRUEBA #18

HORA	qr,ve-a W/m2	qc,ve-a W/m2	Q' : W/m2	β - β ) %	hcc W/m2-°C	hcb W/m2-°C	hi W/m2-°C	Tag-Ta °C	qc W/m2	qb W/m2	qp W/m2
9H00	70.3	10.3	80.6	7.6	2.9481	0.6140	2.2403	9.0	0.095	0.095	0.190
10H00	77.7	21.9	99.6	12.7	2.9343	0.6112	2.3163	15.1	0.160	0.159	0.319
11H00	162.5	195.1	357.6	1.1	4.2216	0.5518	3.5868	28.0	0.298	0.293	0.591
12H00	182.6	245.0	427.6	0.5	4.286	0.6098	3.6062	31.5	0.335	0.331	0.666
13H00	206.9	417.2	624.1	0.0	4.4760	0.8424	3.6439	36.1	0.384	0.381	0.765
14H00	219.0	436.4	655.4	0.4	5.4289	1.0873	3.5269	38.9	0.414	0.412	0.826
15H00	183.8	332.0	515.8	0.3	5.5687	1.1667	3.5672	33.2	0.353	0.352	0.705
16H00	165.6	244.9	410.5	0.4	5.2398	1.1330	3.6439	30.0	0.319	0.318	0.637
17H00	123.9	95.3	219.2	0.8	5.3528	1.0726	2.9126	22.0	0.234	0.233	0.467

CONT. TABLA I.6.3.a 17 -CALCULOS TERMICOS B L PRUEBA #17



ORIENTACION DEL DESTILADOR: NORTE-SUR

HORA	P <sub>ag</sub> mm.Hg	P <sub>vi</sub> mm.Hg	P <sub>ag</sub> -P <sub>vi</sub> mm.Hg	T <sub>ag</sub> -T <sub>vi</sub> °C	T <sub>ve</sub> -T <sub>a</sub> °C	h <sub>c</sub> '	h <sub>f</sub> g	q <sub>e</sub>	q <sub>c,ag-vi</sub>	q <sub>r,ag-vi</sub>	Q <sub>v</sub>	Q <sub>o</sub>
						W/m <sup>2</sup> -°C	J/Kg	W/m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup>
9H00	49.7	41.7	8.0	3.2	1.7	1.5	241034.5	25.7	4.7	19.4	36.9	86.7
10H00	76.8	63.8	13.0	3.6	4.2	1.6	2390406.4	45.0	5.7	23.6	37.9	112.2
11H00	146.7	97.2	49.5	8.6	17.7	2.3	2358409.4	244.7	19.7	62.3	34.7	361.4
12H00	176.9	118.1	58.8	8.7	20.8	2.4	2348545.6	300.5	20.7	65.4	43.0	429.6
13H00	223.8	139.3	84.5	10.5	24.4	2.6	2335794.9	476.5	27.7	82.1	38.0	624.3
14H00	213.3	125.6	87.7	11.6	26.1	2.7	2338441.3	504.8	31.2	89.4	32.6	658.0
15H00	163.1	93.9	69.2	11.6	20.8	2.6	2352876.0	380.4	29.6	84.7	22.8	517.5
16H00	136.1	79.6	56.5	11.0	17.9	2.4	2362258.6	297.6	26.8	77.7	9.9	412.0
17H00	88.0	57.1	30.9	8.4	10.9	2.1	2383910.8	142.1	17.7	55.2	5.9	220.9

TABLA 1.6.3.a.17. - CALCULOS TERMICOS DE LA PRUEBA #17

## ORIENTACION DEL DESTILADOR: NR 3-SUB

HORA	qr, ve-a W/m <sup>2</sup>	qc, ve-a W/m <sup>2</sup>	$\theta''$ W/m <sup>2</sup>	$(\theta'' - \theta''') / Z$	hcc W/m <sup>2</sup> -oC	hcb W/m <sup>2</sup> -oC	hi W/m <sup>2</sup> -oC	Tag-Ta oC	qc W/m <sup>2</sup>	qb W/m <sup>2</sup>	qp W/m <sup>2</sup>
9H00	77	2.5	95.2	0.0	3.1039	0.5194	3.1395	10.3	0.109	0.108	0.717
10H00	65.9	5.8	71.7	0.1	2.6966	0.4666	2.4492	8.0	0.085	0.084	0.169
11H00	114.8	59.6	174.4	-0.2	4.4629	0.7433	2.9828	24.0	0.255	0.253	0.508
12H00	152.7	170.2	322.9	-0.1	4.6609	0.9967	3.2233	28.2	0.300	0.298	0.508
13H00	251.6	198.3	449.9	-0.5	4.9849	0.9890	3.1395	4V $\phi$	0.429	0.428	0.857
14H00	203.2	307.5	510.7	-0.1	4.6488	0.8359	3.182	5.5	0.377	0.375	0.752
15H00	166.1	173	345.9	0.0	4.4	0.8156	3.1100	28.9	0.307	0.305	0.612
16H00	154	151.6	287.0	0.8	4.5782	0.8653	3.3500	24.1	0.256	0.255	0.511
17H00	134.9	103.7	238.6	1.1	4.3637	0.9474	3.3010	23.0	0.244	0.243	0.487

CONT.  
TABLA I.6.3.a.16.-CALCULOS TERMINOS DE LA PRUEBA #16

## ORIENTACION DEL DESTILADOR: NORTE-SUR

HORA	P <sub>ag</sub> mm.Hg	P <sub>vi</sub> mm.Hg	P <sub>ag</sub> -P <sub>vi</sub> mm.Hg	T <sub>ag</sub> -T <sub>vi</sub> °C	T <sub>ve</sub> -T <sub>a</sub> °C	h <sub>c</sub> ' W/m <sup>2</sup> -°C	h <sub>f</sub> g J/Kg	q <sub>e</sub> W/m <sup>2</sup>	q <sub>c</sub> , q <sub>ag</sub> -v <sub>i</sub> W/m <sup>2</sup>	q <sub>r</sub> , q <sub>ag</sub> -v <sub>i</sub> W/m <sup>2</sup>	α G	
											v W/m <sup>2</sup>	θ' W/m <sup>2</sup>
9H00	45.1	33.3	11.8	5.4	1.8	1.7	2414705.0	44.6	9.2	31.8	9.6	95.2
10H00	47.1	37.7	9.4	4.0	0.9	1.6	2412780.3	32.3	6.2	23.9	9.4	71.8
11H00	113.1	86.3	26.8	5.5	9.8	1.9	2371741.2	111.2	10.5	38.4	13.9	174.0
12H00	157.4	91.6	45.8	8.4	16.0	2.2	2361777.5	222.6	18.9	60.1	21	322.6
13H00	246.1	179.4	66.7	7.2	30.7	2.4	2330502.2	342.3	17.3	58.2	29.9	447.7
14H00	202.3	132.3	70.0	9.3	23.8	2.5	2341328.2	373.8	23.2	71.6	41.5	510.1
15H00	148.7	100.1	48.6	8.3	18.2	2.3	2357687.6	238.1	18.9	60.4	28.5	345.9
16H00	116.9	77.2	39.7	8.4	13.3	2.2	2369957.2	188.7	18.4	58.3	23.8	289.2
17H00	102.1	68.6	33.5	7.9	13.0	2.1	2376693.4	153.7	16.7	53.6	17.3	241.3

TABLA I.6.3.a.16.- CALCULOS TERMICOS DE LA PRUEBA #16

## ORIENTACION DEL DESPLAZADOR: NORTE-SUR

HORA	sf, ve-a W/m2	qc, ve-a W/m2	Q' / W/m2	(Q'-Q') / %	hcc W/m2-oC	hcb W/m2-oC	hi W/m2-oC	Tag-Ta oC	qc W/m2	qb W/m2	q W/m2
9H00	68.8	4.6	73.4	0.4	2.3613	0.3951	8.9828	5.3	0.061	0.060	0.121
10H00	65.2	1.2	66.4	0.2	1.6649	0.3940	2.2403	7.1	0.075	0.074	0.149
11H00	96.5	40.1	136.6	1.2	3.7532	1.4678	2.7546	16.0	0.170	0.167	0.337
12H00	111.0	97.0	208.0	0.5	8.324	0.7159	3.4418	18.3	0.149	0.193	0.387
13H00	113.2	91.9	205.1	0.7	4.5379	0.7544	3.257	19.2	0.204	0.202	0.406
14H00	120.9	146.4	267.3	1.0	4.5323	0.7141	3.5062	21.7	0.231	0.228	0.459
15H00	189.4	255.6	445.0	0.7	5.1365	0.8839	3.3500	33.3	0.54	0.352	0.706
16H00	147.8	254.8	402.6	0.7	5.1166	1.0036	3.9980	27.7	0.95	0.293	0.588
17H00	122.7	108.8	231.5	0.6	4.8029	0.9792	3.5472	22.3	0.237	0.236	0.473

TABLA I.6.3.a.15.-CALCULOS TERMICOS DE LA PRUEBA #15

CONT.

## ORIENTACION DEL DESTILADOR: NORTE-SUR

HORA	Pag mm.Hg	Pvi mm.Hg	Pag-Pvi mm.Hg	Tag-Tvi oC	Tce-Ta oC	hc' W/m <sup>2</sup> -oC	hfg J/Kg	qe W/m <sup>2</sup>	qc,ag-vi W/m <sup>2</sup>	qr,ag-vi W/m <sup>2</sup>	$\alpha G$	
											v W/m <sup>2</sup>	Q' W/m <sup>2</sup>
9H00	33.7	25.5	8.2	4.8	0.5	1.6	2427215	29.3	7.7	27.0	9.7	73.7
10H00	39.7	32.4	7.3	3.6	0.2	1.5	2420238	24.0	5.3	20.9	16.3	66.5
11H00	67.2	49.4	17.8	5.8	6.2	1.8	2396661.5	70.9	10.5	36.7	20.2	138.3
12H00	76.8	50.2	26.6	8.1	8.8	2.1	2390406.4	119.3	16.6	52.0	21.2	209.1
13H00	83.3	56.2	27.1	7.6	9.3	2.0	2386557.2	120.1	15.4	49.6	21.5	206.6
14H00	97.2	61.8	35.4	8.9	10.7	2.2	2379099.2	167.5	19.4	59.5	23.7	270.1
15H00	174.6	112.0	62.6	9.5	21.7	2.4	2349267.4	327.9	23.1	71.0	26.0	448.0
16H00	113.6	61.5	52.1	12.2	14.9	2.4	2371400.7	276.4	29.8	82.7	16.7	405.6
17H00	86.3	54.7	31.6	8.8	10.6	2.1	2384873.1	147.1	18.8	57.5	9.5	232.9

TABLA I.6.3.a.15.- CALCULOS TERMICOS D LA PRUEBA #15

## ORIENTACION DEL DESTILADOR: NORTE-SUR

HORA	Pag mm.Hg	Pvi m.Hg	Pag-Pvi mm.Hg	Tag-Fvi G	Tve-Ta oC	hc' W/m <sup>2</sup> -oC	hfg J/Kg	qe W/m <sup>2</sup>	qc,ag-vi W/m <sup>2</sup>	q W/m <sup>2</sup>	$\alpha$ G	v W/m <sup>2</sup>	Q' W/m <sup>2</sup>
9H00	35.9	28.0	7.9	4.3	0.1	1.6	2424568.7	27.4	6.7	24.5	11.8	70.4	
10H00	42.2	29.4	12.8	6.4	2.6	1.8	2417591.9	50.9	11.5	37.1	9.7	109.2	
11H00	91.2	62.5	28.7	7.4	12.7	2.0	2382226.7	127.3	15.1	49.2	32.0	223.6	
12H00	149.4	87.6	61.8	11.1	19.5	2.5	2357447.1	330.8	27.5	79.8	35.5	473.6	
13H00	144.0	78.8	65.2	12.4	19.5	2.5	2359371.7	358.8	31.6	88.0	33.5	511.9	
14H00	188.4	106.7	81.7	12.2	24.8	2.7	2345177.5	466.7	32.5	91.4	47.9	638.5	
15H00	204.1	127.4	76.7	10.3	28.4	2.6	2340947.1	422.9	26.5	79.1	31.7	560.2	
16H00	120.4	66.2	54.2	12.0	16.1	2.5	2368513.7	288.2	29.4	82.4	22.4	422.4	
17H00	102.1	61.8	40.3	9.9	15.4	2.3	2376633.4	198.2	22.4	66.5	19.2	306.3	

TABLA 1.6.3.a.8.- CALCULOS TERMICOS DE LA PRUEBA #8

## BIENTACION DEL DESTILADOR: NBYE-SUR

HORA	qr, ve-a W/m2	qc, ve-a W/m2	Q'' W/m2	(Q''-Q')/ %	hcc W/m2-oC	hcb W/m2-oC	hi W/m2-oC	Tag-Ta oC	qc W/m2	qb W/m2	qp W/m2
9H00	87	19.0	51	0.9	3.1788	0.474	3.3010	9.4	0.100	0.098	0.185
10H00	80.6	21.3	101.9	1.1	3.8526	1.887	2.6152	12.8	0.136	0.135	0.27
11H00	140.3	147.9	288.2	0.8	3.9110	0.6975	3.5269	23.7	0.252	0.249	0.501
12H00	164.9	218.9	383.8	0.1	4.5567	0.464	3.3968	28.5	0.303	0.298	0.601
13H00	288.2	257.0	545.2	0.0	4.6282	0.7926	2.6641	45.5	0.483	0.480	0.963
14H00	259.7	435.0	694.7	0.4	4.9676	0.9292	3.5062	03.4	0.461	0.459	0.920
15H00	261.5	353.7	615.2	0.6	5.2316	1.0463	3.3736	43.5	0.462	0.460	0.922
16H00	182.7	250.5	433.2	1.0	4.8366	1.0505	3.7507	33.6	0.357	0.355	0.712
17H00	120.6	130.0	251.0	0.7	4.4426	0.9832	3.5868	20.9	0.222	0.221	0.443

TABLA I.6.3.a.14.-CALCULOS TERMICOS DE LA PRUEBA #14

CONT.

ORIENTACION DEL DESTILADOR: NORTE-SUR

HORA	Pag mm.Hg	Pvi mm.Hg	Pag-Pvi mm.Hg	Tag-Tvi oC	Ive-Ia oC	hc' W/m2-oC	hfg J/Kg	qe W/m2	qc,ag-vi W/m2	qr,ag-vi W/m2	$\alpha$ v W/m2	$\theta'$ W/m2
9H00	39.9	28.4	11.5	6.0	1.7	1.8	2419997.7	44.6	10.5	34.5	6.4	96.0
10H00	59.6	46.8	12.8	4.5	3.5	1.7	2402194.3	46.6	7.4	28.0	21.0	103.0
11H00	106.2	68.6	37.6	8.7	13.9	2.2	2374768.8	178.6	19.0	59.2	33.6	290.4
12H00	145.3	93.0	52.3	9.3	18.0	2.3	2358890.5	264.4	21.8	67.0	31.1	384.3
13H00	312.9	233.7	79.2	6.9	35.6	2.5	2316789.1	423.1	17.4	58.7	46.2	545.4
14H00	282.0	186.8	95.2	9.5	31.8	2.7	2322803.6	546.8	25.7	78.2	46.8	697.5
15H00	271.5	185.1	86.4	8.8	32.1	2.6	2324968.8	481.1	23.0	72.1	42.8	619.0
16H00	160.8	100.6	60.2	9.9	20.6	2.4	2353597.8	315.0	24.1	72.6	25.8	437.5
17H00	85.9	52.6	33.3	9.5	10.4	2.2	235137	159.1	20.7	61.8	11.1	252.7

TABLA I.6.3.a.14.- CALCULOS TERMICOS B LA PRUEBA #14



## ORIENTACION DEL DESTILADOR: NORTE-SUR

HORA	qf, ve-a W/m2	qc, ve-a W/m2	Q'' W/m2	(Q'-Q'')/ %	hcc W/m2-oC	hcb W/m2-oC	hi W/m2-oC	Tag-Ta oC	qc W/m2	qb W/m2	qp W/m2
9H00	81.9	20.1	102.0	4.0	3.5229	0.6828	2.2403	12.6	0.134	0.132	0.266
10H00	124.8	73.6	198.4	1.5	4.3808	0.4660	2.3163	22.9	0.243	0.239	0.482
11H00	187.5	203.3	390.8	0.8	4.8222	0.8069	2.9483	33.2	0.353	0.350	0.703
12H00	245.7	329.5	575.2	-0.1	5.2576	1.0026	2.8369	41.6	0.442	0.440	0.882
13H00	293.2	358.6	651.8	0.2	5.4409	1.0827	3.1682	46.3	0.492	0.490	0.982
14H00	294.3	415.0	709.3	0.5	5.5368	1.0818	3.3500	47.1	0.501	0.498	0.999
15H00	271.3	380.8	652.1	0.4	5.7124	1.2041	3.2233	44.4	0.472	0.470	0.942
16H00	206.8	157.0	363.8	1.2	5.4058	1.1405	2.9126	35.3	0.375	0.374	0.749
17H00	114.1	125.9	240.0	0.8	4.3799	1.0199	2.7105	20.0	0.212	0.212	0.424

TABLA 1.6.3.a.13.-CALCULOS TERMICOS DE LA PRUEBA #13

CONT.

## ORIENTACIÓN DEL DESTILADOR: NORTE-SUR

HORA	Pag mm.Hg	Pvi mm.Hg	Pag-Pvi mm.Hg	Tag-Tvi °C	T <sub>o</sub> -T <sub>a</sub> °C	hc' W/m <sup>2</sup> -°C	hfg J/Kg	qe W/m <sup>2</sup>	qc,ag-vi W/m <sup>2</sup>	qr,ag-vi W/m <sup>2</sup>	$\alpha$ G	
											v W/m <sup>2</sup>	Q' W/m <sup>2</sup>
9H00	52.8	0.6	12.2	4.8	3.4	1.7	2407728.2	44.9	8.0	29.2	24.0	106.1
10H00	104.6	77.2	27.4	6.1	1.1	2.0	2375490.5	116.3	11.9	41.9	31.3	201.4
11H00	170.7	115.8	54.9	8.1	2.1	2.3	2350470.3	275.0	19.3	62.0	37.7	394.0
12H00	250.4	169.9	80.5	9.3	2.9	2.6	2329539.8	440.6	22.6	70.6	41.0	574.8
13H00	318.1	225.8	92.3	8.4	3.6	2.7	2315826.8	519.6	21.5	68.8	43.1	653.0
14H00	334.2	234.8	99.4	8.4	3.6	2.7	2312939.9	572.5	22.9	72.0	45.1	712.5
15H00	290.4	198.8	91.6	8.8	3.3	2.7	2321119.6	517.7	23.4	73.1	40.5	654.7
16H00	190.1	135.5	54.6	7.4	2.4	2.3	2344696.3	268.9	17.0	56.8	25.3	368.0
17H00	80.0	48.9	31.1	9.4	9.1	2.2	2388481.6	146.7	20.3	60.4	14.5	241.9

TABLA 1.6.3.a.13.- CALCULOS TERMICOS DE LA PRUEBA #13

## ORIENTACION DEL DESTILADOR: NORTE-SUR

HORA	qr, ve-a W/m <sup>2</sup>	$\epsilon, \varphi - a$ W/m <sup>2</sup>	$\theta''$ W/m <sup>2</sup>	$(\theta' - \theta'') /$ %	hcc W/m <sup>2</sup> -oC	hcb W/m <sup>2</sup> -oC	hi W/m <sup>2</sup> -oC	Tag-Ta oC	$\epsilon$ W/m <sup>2</sup>	qb W/m <sup>2</sup>	qp W/m <sup>2</sup>
9H00	71.4	0.6	72.0	-3.6	2.2121	0.4730	2.7866	6.2	0.066	0.065	0.131
10H00	77.0	20.9	97.9	3.6	2.7135	0.5196	3.1682	9.2	0.098	0.096	0.194
11H00	70.4	6.1	76.5	1.4	3.3857	0.5580	2.2403	11.5	0.122	0.121	0.243
12H00	93.4	51.3	144.7	0.6	3.4780	0.4688	3.3010	14.5	0.153	0.152	0.305
13H00	121.9	69.1	191.0	0.9	4.4811	0.3930	2.3163	24.9	0.264	0.259	0.523
14H00	132.7	205.7	338.4	0.5	5.0318	1.0438	3.9286	25.2	0.267	0.263	0.530
15H00	138.5	215.7	354.2	0.3	4.6870	1.0002	4.0395	26.0	0.277	0.274	0.551
16H00	113.8	125.1	238.9	0.5	3.4854	0.7553	3.8491	20.0	0.212	0.211	0.423
17H00	97.3	44.1	131.4	0.1	3.3406	0.6430	3.4195	13.9	0.148	0.146	0.294

CONT. TABLA I.6.3.a.12.-CALCULOS TERMICOS DE LA PRUEBA #12

PRUEBA	FECHA	$\dot{m}_c$ Kg/hr-m <sup>2</sup>	hfg J/Kg	G W/m <sup>2</sup>	$\alpha_{hv}$	q <sub>e</sub> W/m <sup>2</sup>	$\eta_{me}$ %	$\eta_i$ %	$\eta_o$ %
1	14/1/85	0.1433	2400751.4	2508.3	0.8135	847.3	30.48	37.47	33.78
2	15/1/85	0.3725	2365600.0	4550.7	0.8135	1995.9	43.03	52.89	43.86
3	16/1/85	0.3725	2373245.1	4605.2	0.8135	2025.0	43.23	53.14	43.97
4	17/1/85	0.4681	2368647.3	5086.9	0.8135	2267.2	48.44	59.55	44.57
5	18/1/85	0.3495	2371347.2	4340.5	0.8135	1886.4	42.43	52.16	43.46
6	19/1/85	0.4603	2368994.9	5020.8	0.8135	2233.2	48.26	59.32	44.48
7	20/1/85	0.4386	2366027.7	4870.2	0.8135	2142.7	43.35	53.29	44.00
8	21/1/85	0.4551	2374715.3	5021.7	0.8135	2233.2	47.83	58.80	44.47
9	22/1/85	0.5348	2362525.9	5669.7	0.8135	2558.3	49.72	61.12	57.83
10	23/1/85	0.3614	2375677.6	4458.2	0.8135	1939.6	42.80	52.61	43.51
11	24/1/85	0.5616	2358783.6	5790.7	0.8135	2643.3	50.84	62.50	45.65
12	25/1/85	0.1911	2400190.0	2612.4	0.8135	959.1	39.02	47.97	36.71
13	26/1/85	0.6204	2349588.1	6233.2	0.8135	2902.2	51.97	63.88	46.56
14	27/1/85	0.5108	2362125.0	5490.4	0.8135	2459.3	48.84	60.04	44.79
15	28/1/85	0.2698	2389524.3	3393.0	0.8135	1282.5	42.22	51.90	37.89
16	29/1/85	0.3210	2370785.8	3994.7	0.8135	1707.3	42.34	52.05	42.74
17	30/1/85	0.5004	2364557.5	5410.2	0.8135	2417.5	48.60	59.74	44.68
18	31/1/85	0.7181	2350978.2	6732.5	0.8135	3329.2	55.72	68.49	49.45
19	2/2/85	0.5791	2354880.9	5673.8	0.8374	2562.8	49.75	59.41	45.17
20	4/2/85	0.6006	2356003.6	6105.7	0.8374	2827.9	51.50	61.50	46.32
21	5/2/87	0.6749	2350764.3	6403.7	0.8374	3129.3	55.06	65.75	48.87
22	6/2/85	0.6750	2352207.8	6404.9	0.8374	3130.8	55.09	65.79	48.88
23	7/2/85	0.6239	2348518.9	6237.5	0.8374	2905.5	52.20	62.34	46.58

TABLA I.6.5.a.1

CUADRO DE EFICIENCIAS DEL DESTILADOR SOLAR EN CASCAIDA

ORIENTACION DEL DESTILADOR; NORTE-SUR

PRUEBA	FECHA	mc kg/hr-m <sup>2</sup>	hfg J/Kg	G W/m <sup>2</sup>	$\alpha_{nv}$	qe W/m <sup>2</sup>	$\eta_{me}$ %	$\eta_1$ %	$\eta_0$ %
1	8/2/85	0.4457	2371240.3	5389.4	0.8374	2116.6	43.58	52.04	39.27
2	9/2/85	0.3881	2373352.0	4780.2	0.8374	1829.9	42.82	51.13	38.28
3	12/2/85	0.4419	2359451.9	5359.4	0.8374	2099.8	43.23	51.62	39.18
4	13/2/85	0.3640	2380355.6	4673.2	0.8374	1702.5	41.20	49.20	36.43
5	14/2/85	0.1675	2400027.0	2795.4	0.8374	818.5	31.96	38.17	30.74
6	20/2/85	0.2746	2388668.9	3935.4	0.8374	1305.2	37.04	44.23	33.17
7	22/2/85	0.2333	2146882.6	3433.0	0.8374	1119.5	32.42	38.72	32.61

TABLA I.6.5.b.1

CUADRO DE EFICIENCIAS DEL DESTILADOR SOLAR EN CASCAJA

ORIENTACION DEL DESTILADOR: ESTE-OESTE

**APENDICE J**

**GRAFICOS DE LAS PRUEBAS EXPERIMENTALES**

GRAFICO J.6.3.a.1.- TEMP. Vs. TIEMPO  
ORIENTACION NORTE-SUR

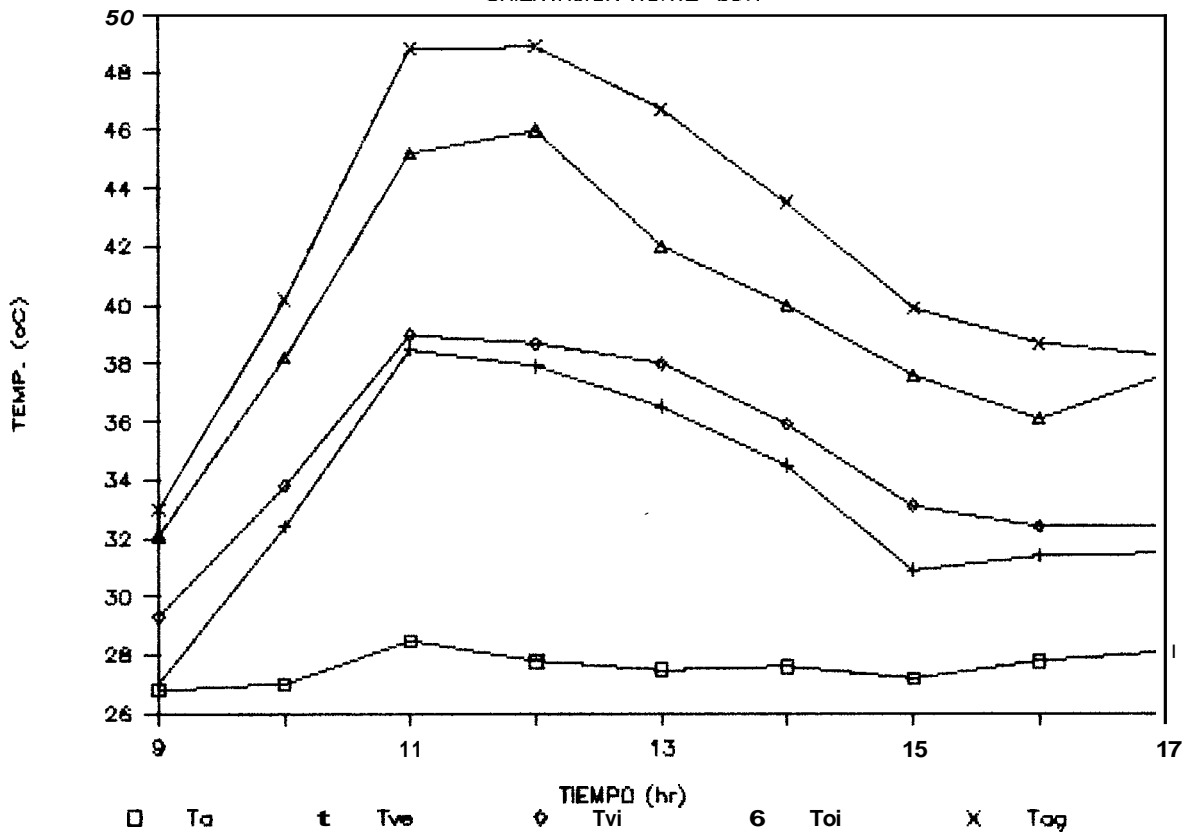


GRAFICO J.6.3.a.2.— TEMP. Vs. TIEMPO  
ORIENTACION NORTE-SUR

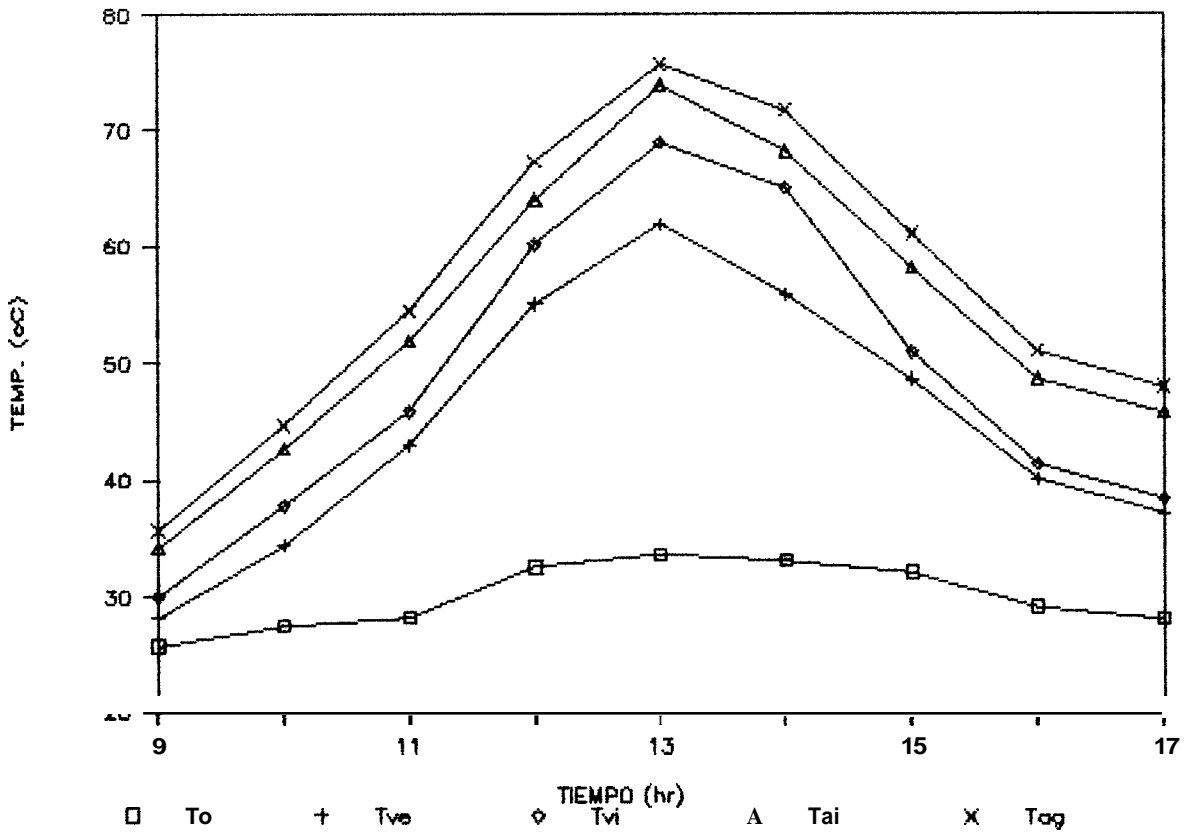




GRAFICO J.6.3.a.3.— TEMP. Vs. TIEMPO  
ORIENTACION NORTE-SUR

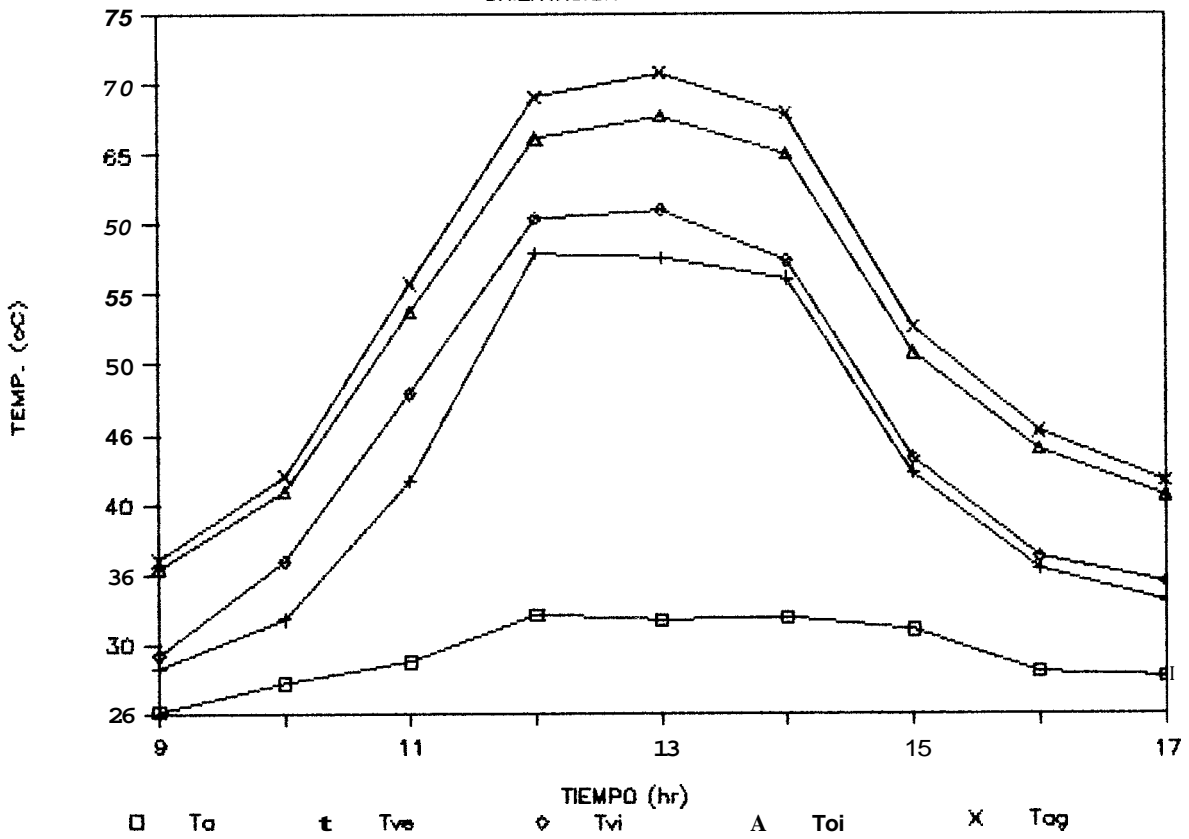


GRAFICO J.6.3.a.4.— TEMP. Vs. TIEMPO  
ORIENTACION NORTE-SUR

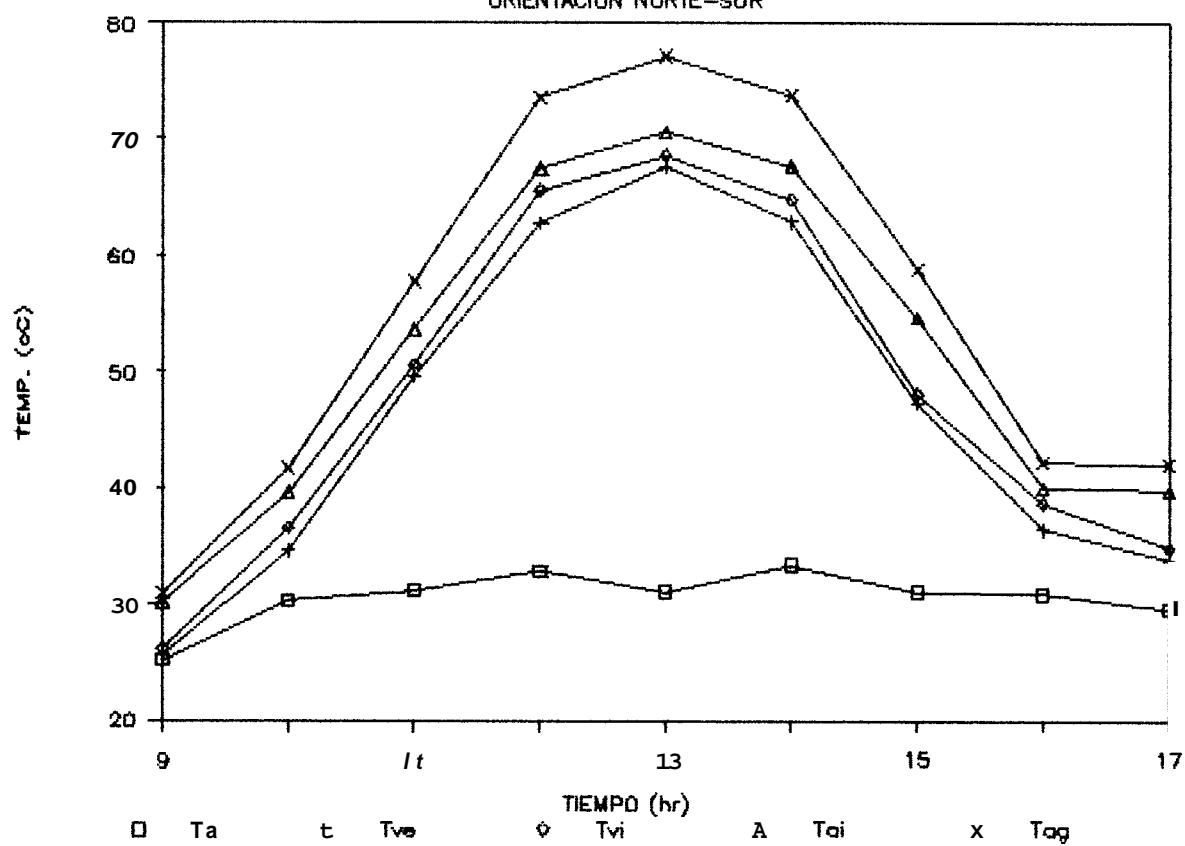


GRAFICO J.6.3.a.5.- TEMP. Vs. TIEMPO

ORIENTACION NORTE-SUR

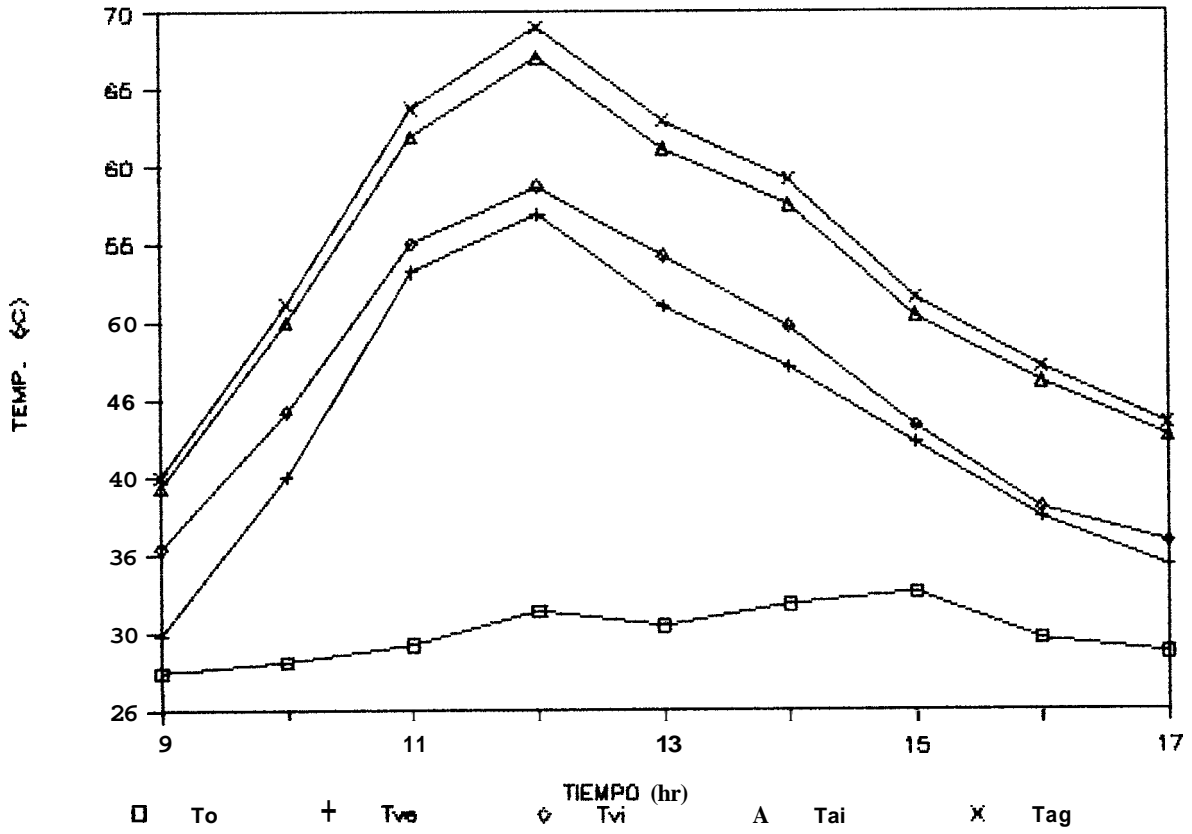


GRAFICO J.6.3.a.6.- TEMP. Vs. TIEMPO  
ORIENTACION NORTE-SUR

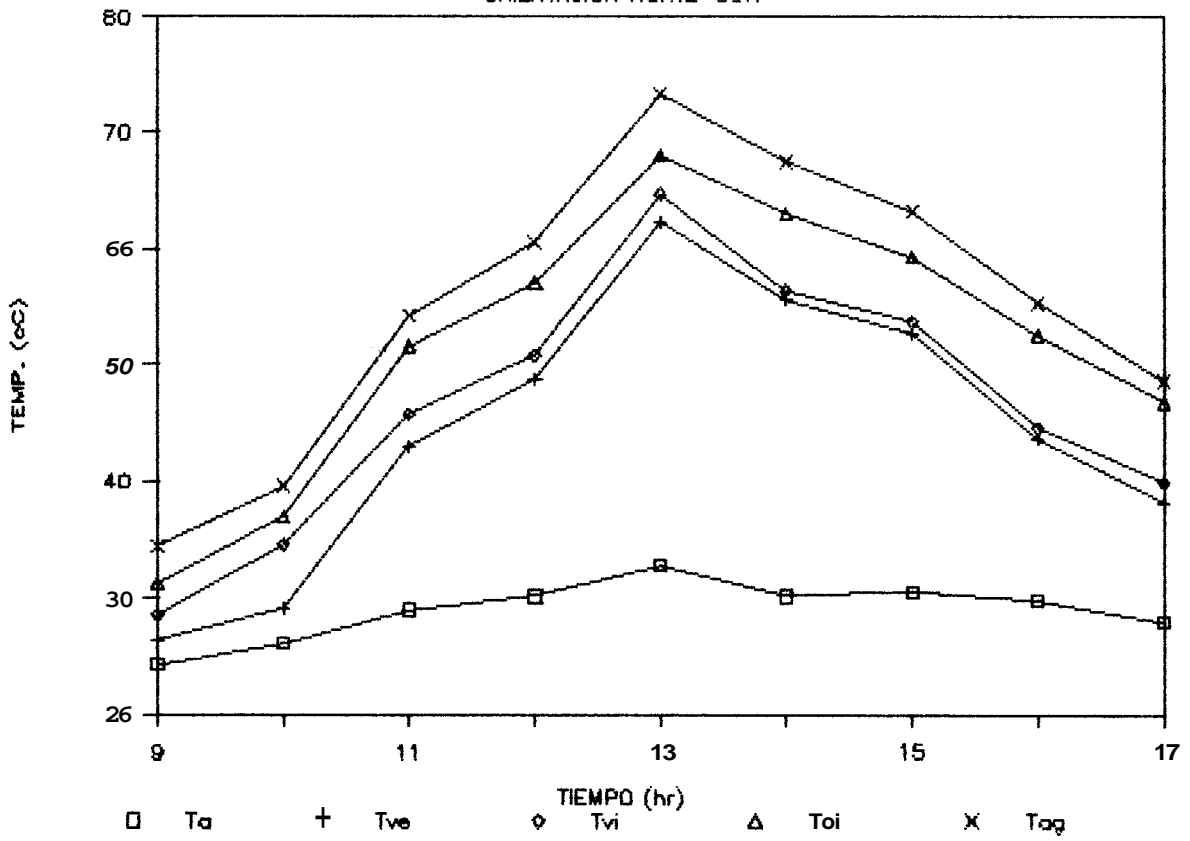


GRAFICO J.6.3.a.7.— TEMP. Vs. TIEMPO  
ORIENTACION NORTE-SUR

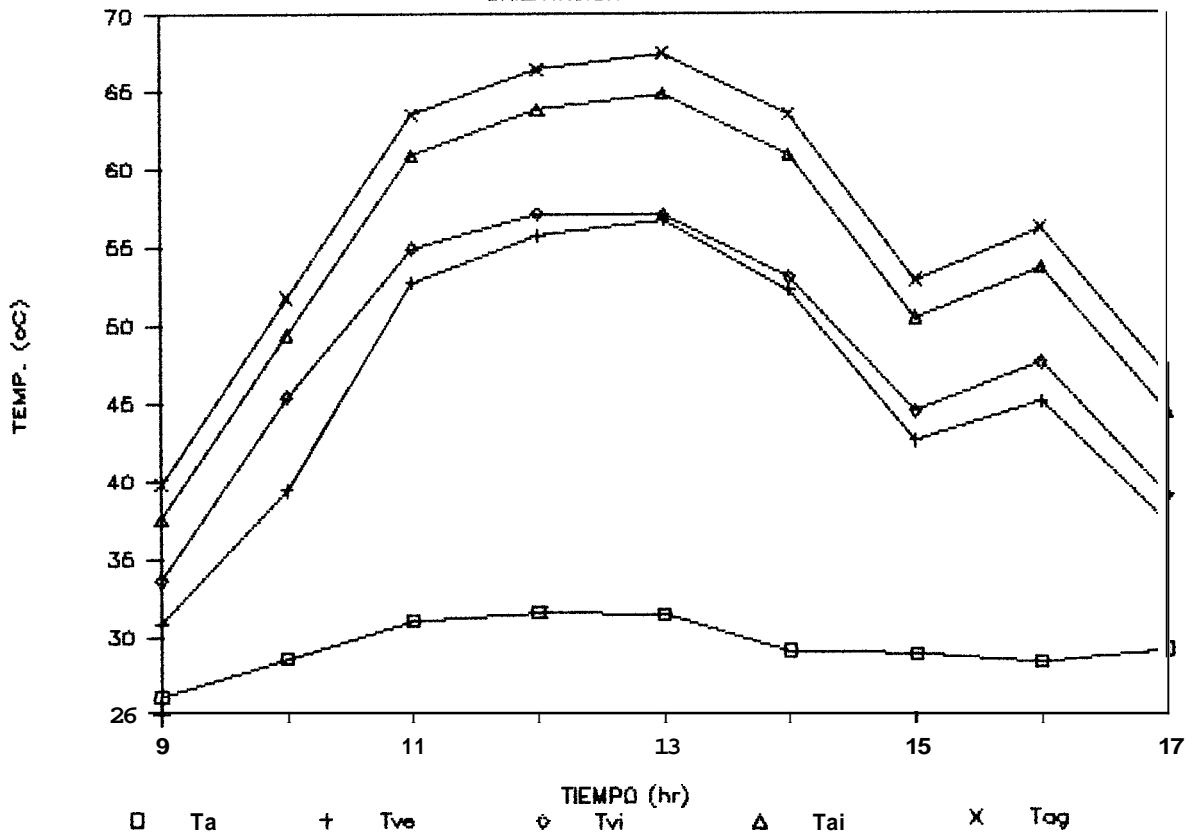


GRAFICO J.6.3.a.8.— TEMP, Vs. TIEMPO  
ORIENTACION NORTE-SUR

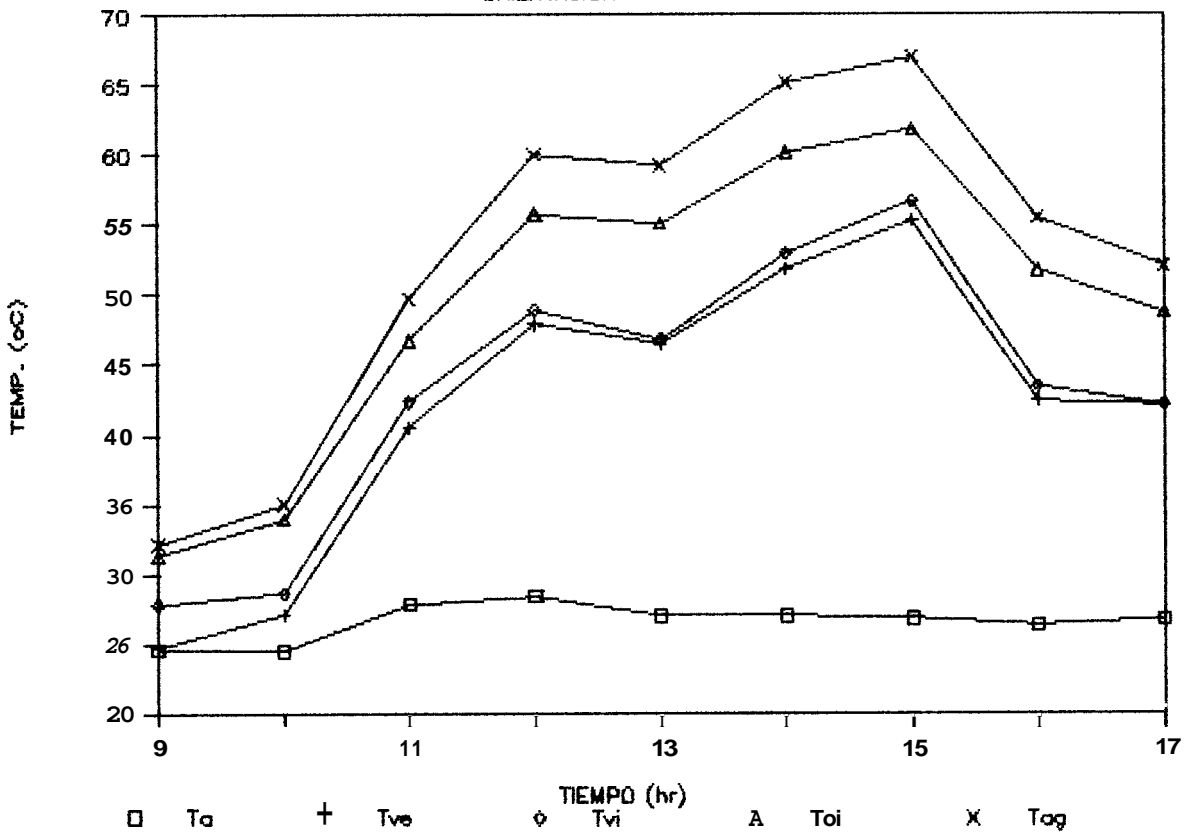


GRAFICO J.6.3.a.9.— TEMP. Vs. TIEMPO  
ORIENTACION NORTE-SUR

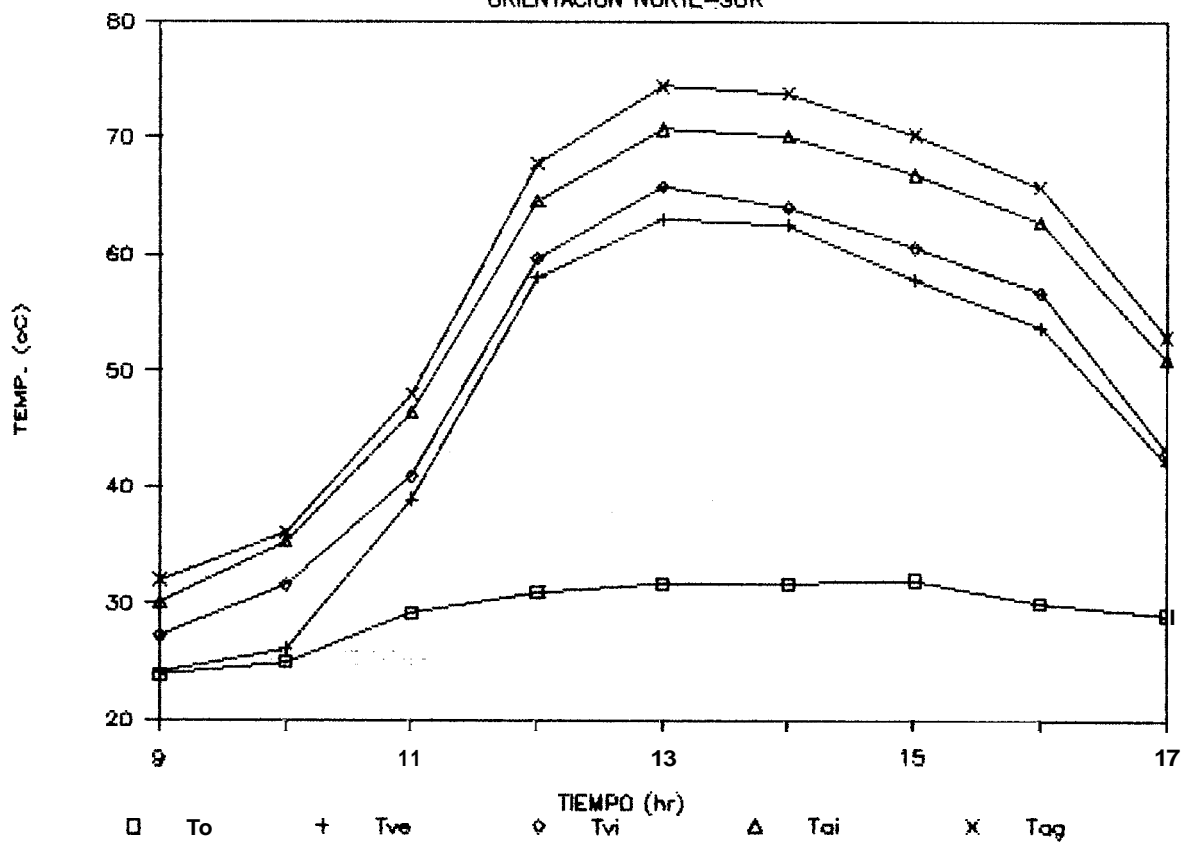


GRAFICO J.6.3.a.10.— TEMP. Vs. TIEMPO

ORIENTACION NORTE-SUR

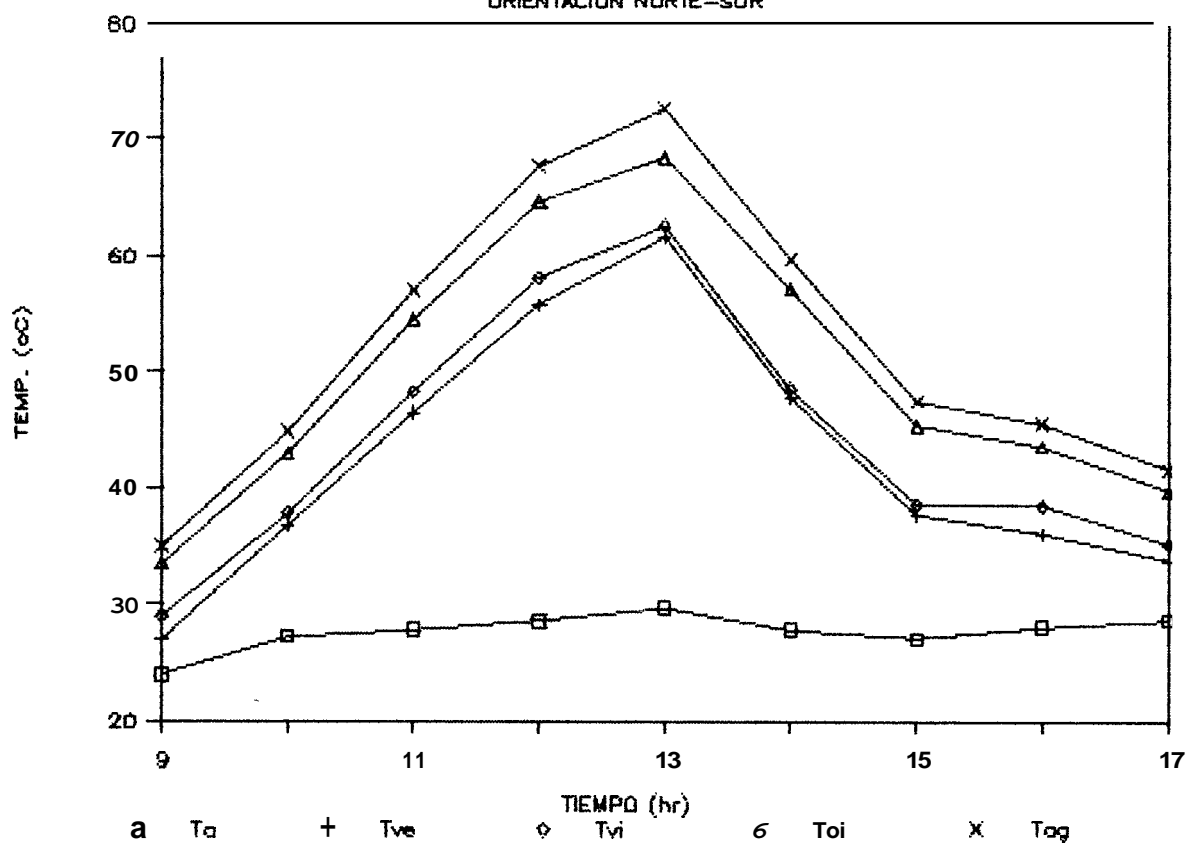




GRAFICO J.6.3.a.11.- TEMP. Vs. TIEMPO

ORIENTACION NORTE-SUR

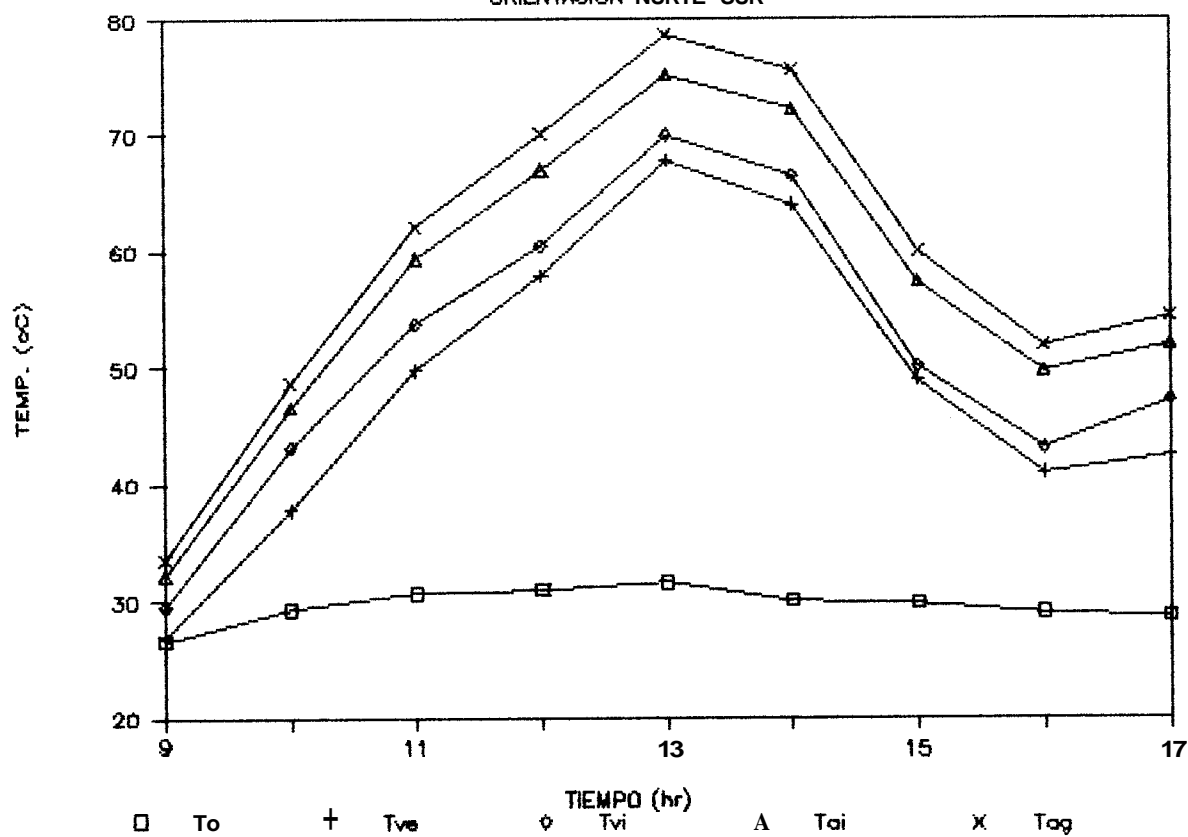


GRAFICO J.6.3.a.12.— TEMP. Vs. TIEMPO  
ORIENTACION NORTE-SUR

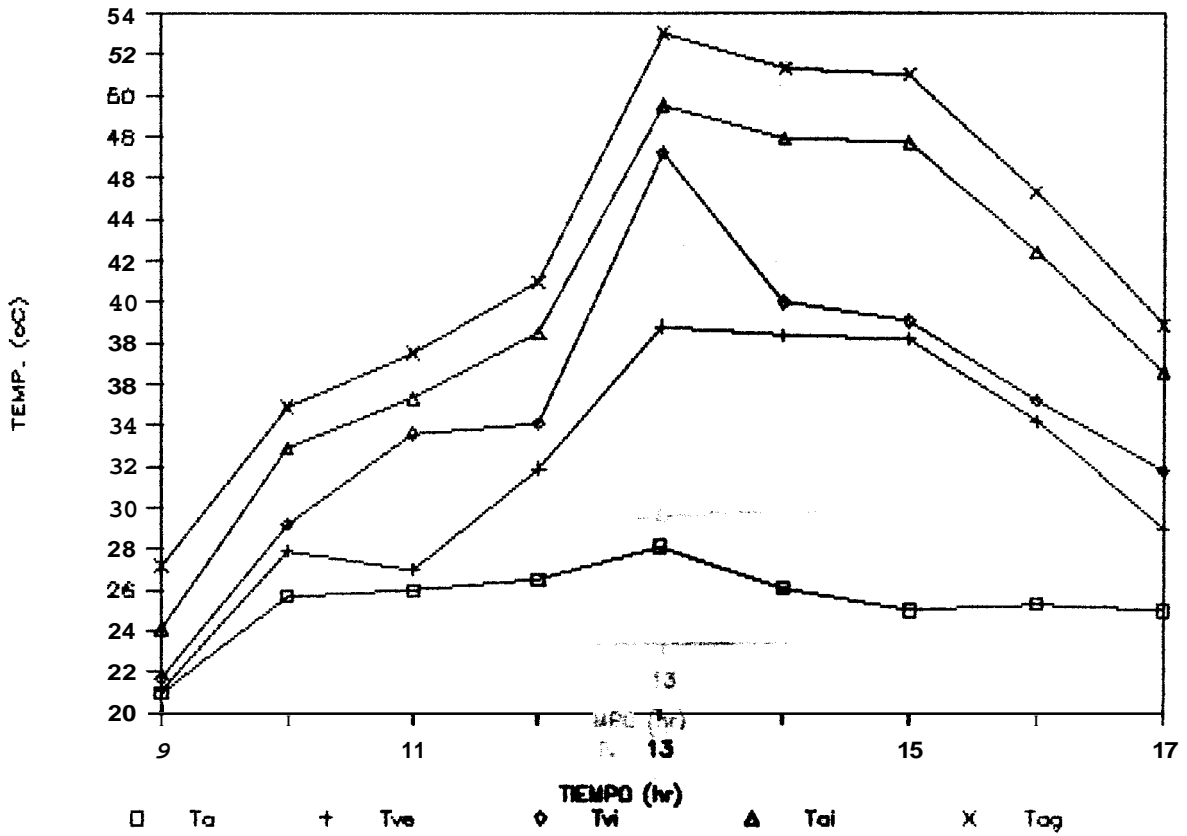


GRAFICO J.6.3.a.13.— TEMP. Vs. TIEMPO  
ORIENTACION NORTE-SUR

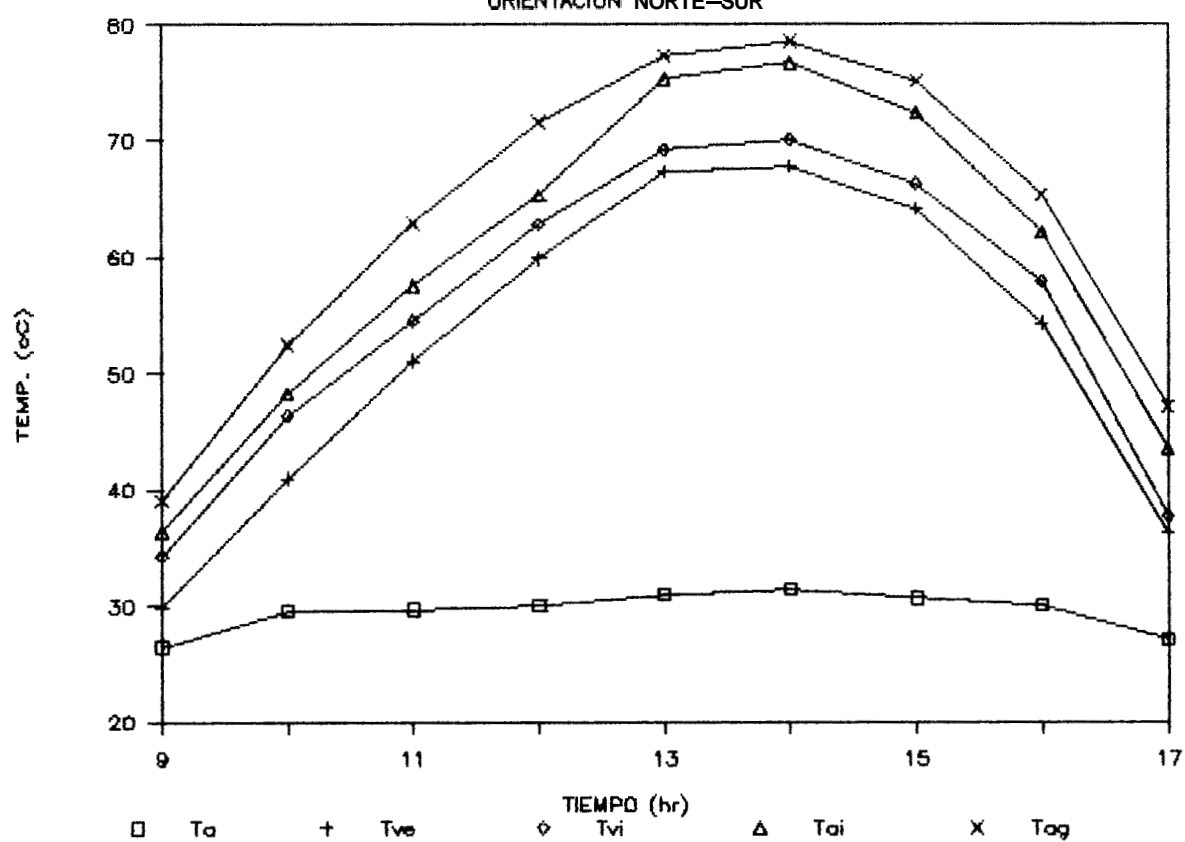


GRAFICO J.6.3.a.14. TEMP. Vs. TIEMPO  
ORIENTACION NORTE-SUR

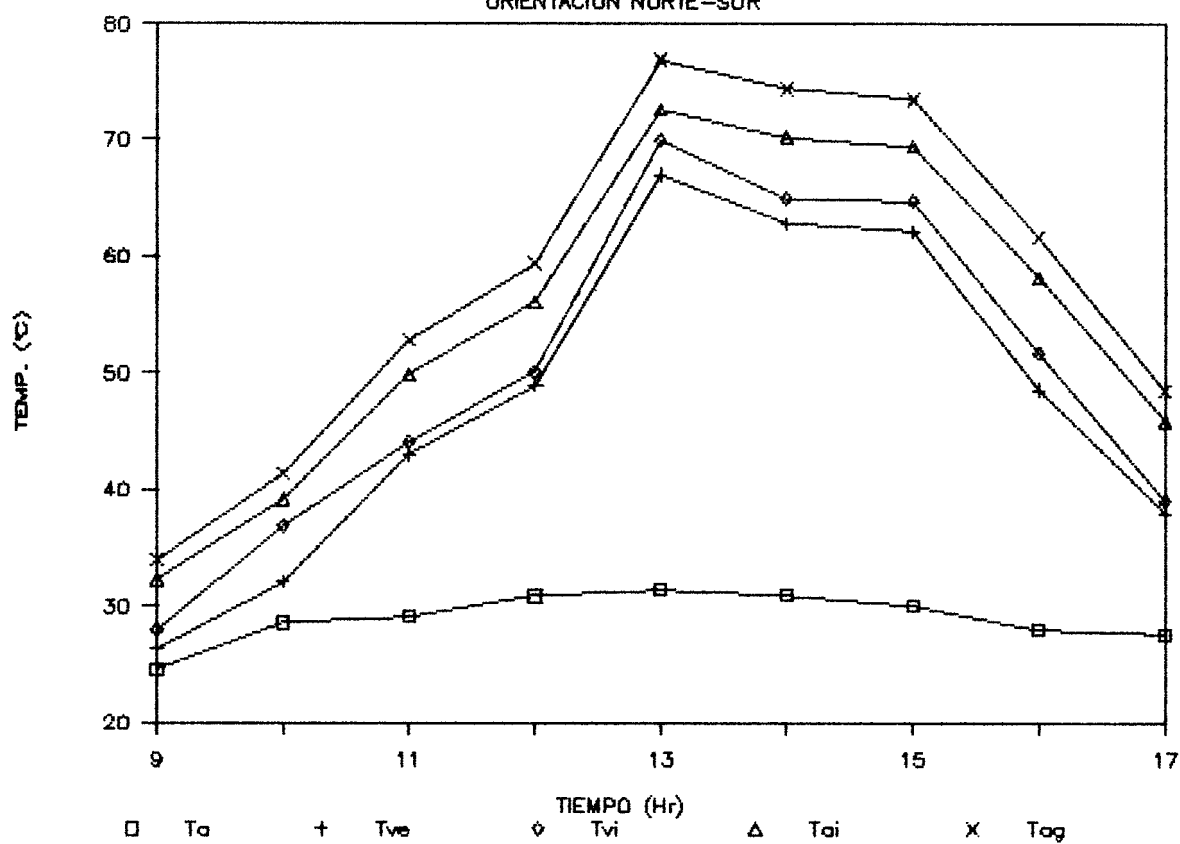


GRAFICO J.6.3.a.15. TEMP. Vs. TIEMPO  
ORIENTACION NORTE-SUR

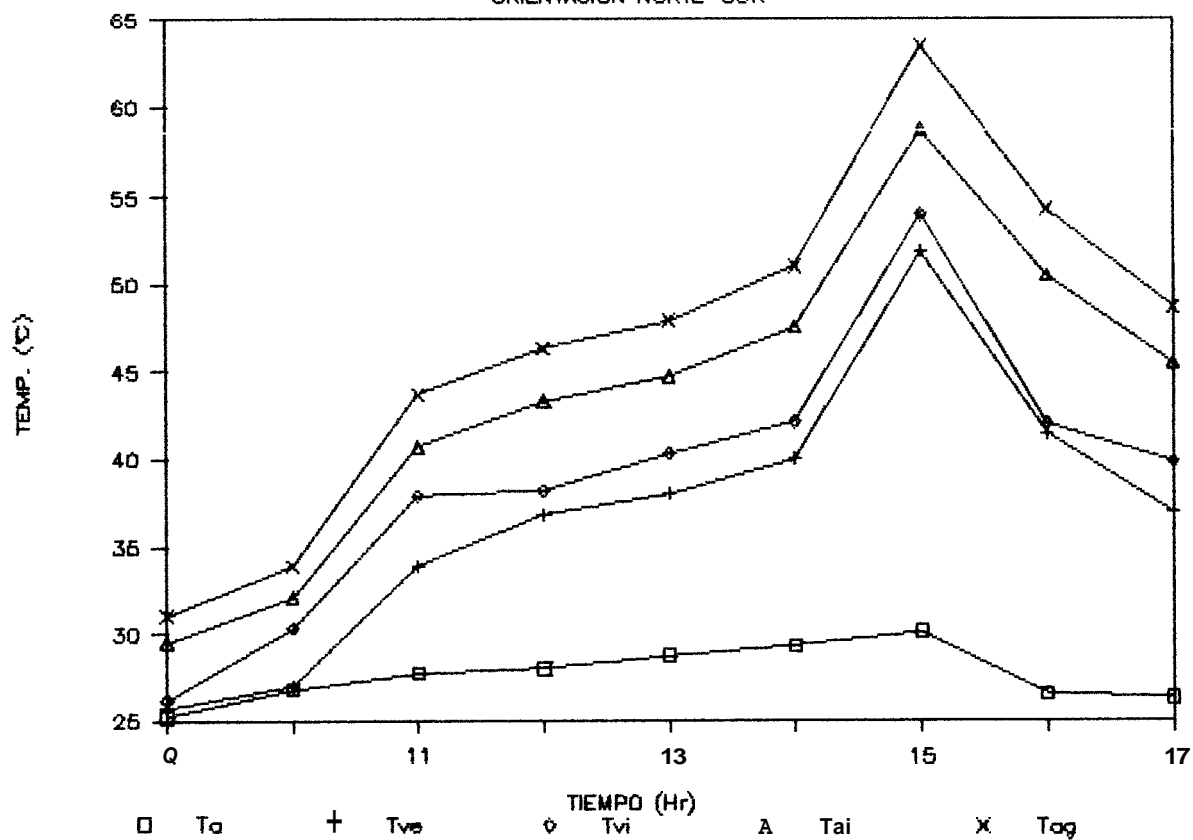


GRAFICO J.6.3.a.16. TEMP. Vs. TIEMPO  
ORIENTACION NORTE-SUR

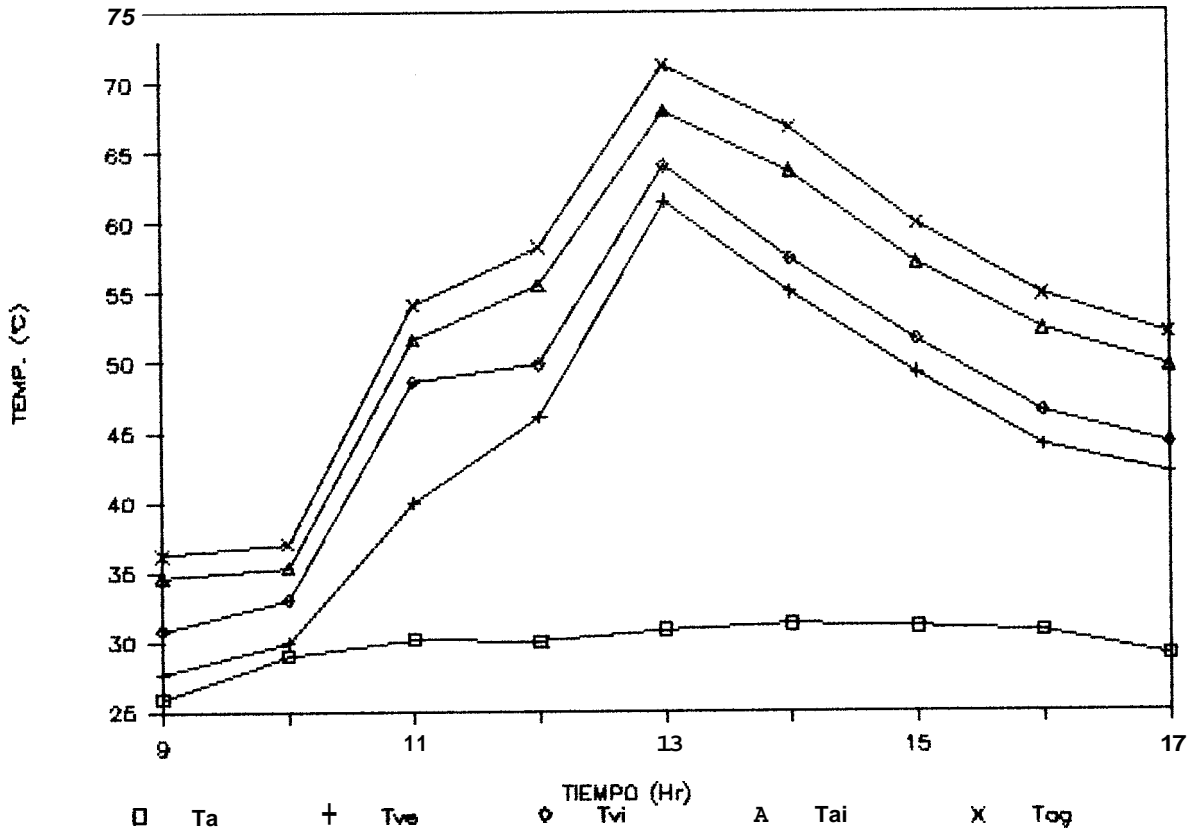


GRAFICO J.6.3.a.17. TEMP. Vs. TIEMPO  
 ORIENTACION NORTE-SUR

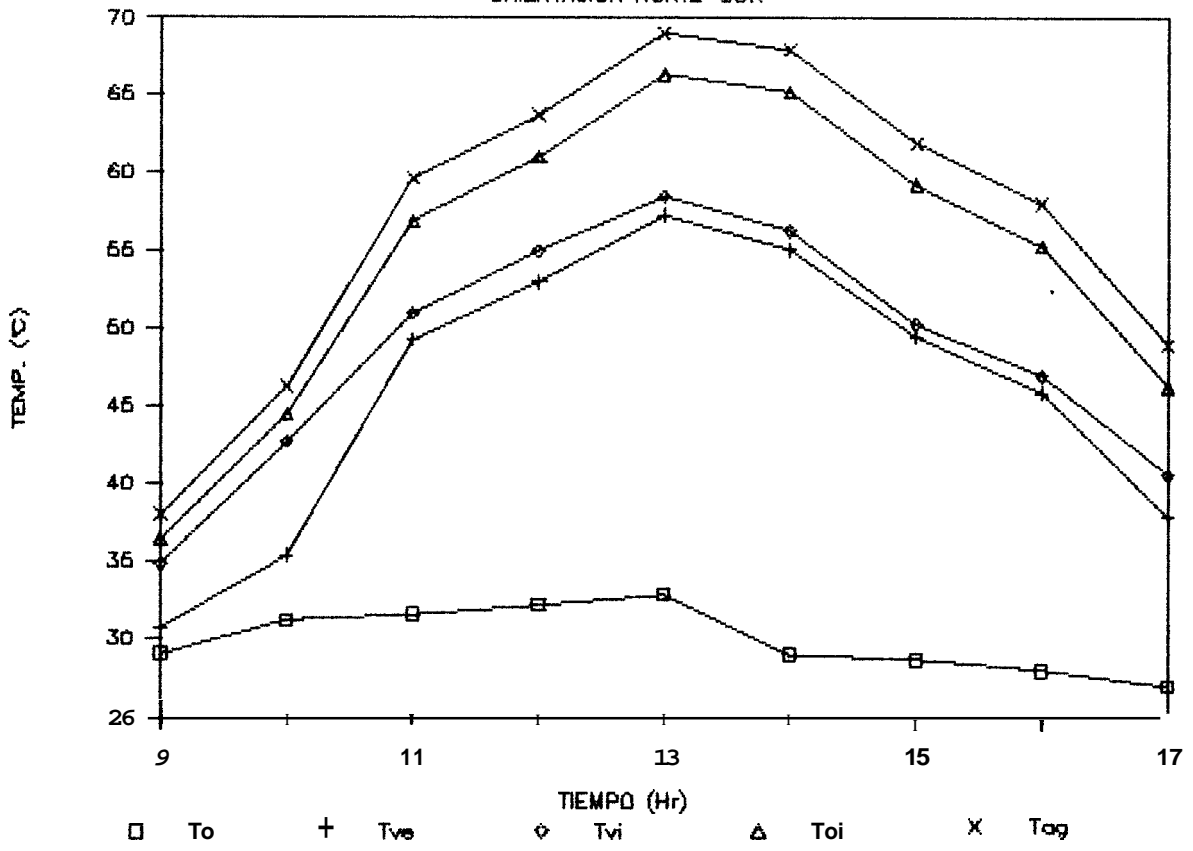


GRAFICO J.6.3.a.18 TEMP. Vs. TIEMPO  
ORIENTACION NORTE-SUR

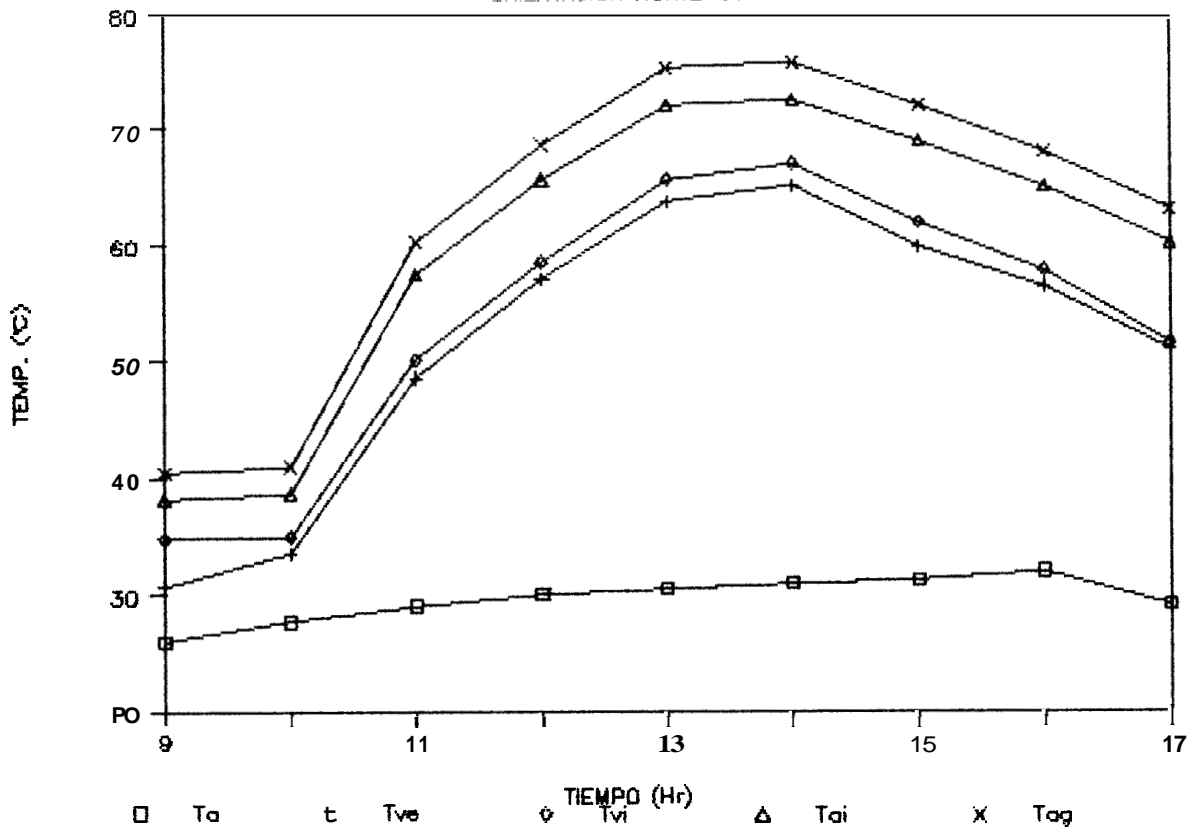




GRAFICO J.6.3.a, 19. TEMP. Vs. TIEMPO  
 ORIENTACION NORTE-SUR

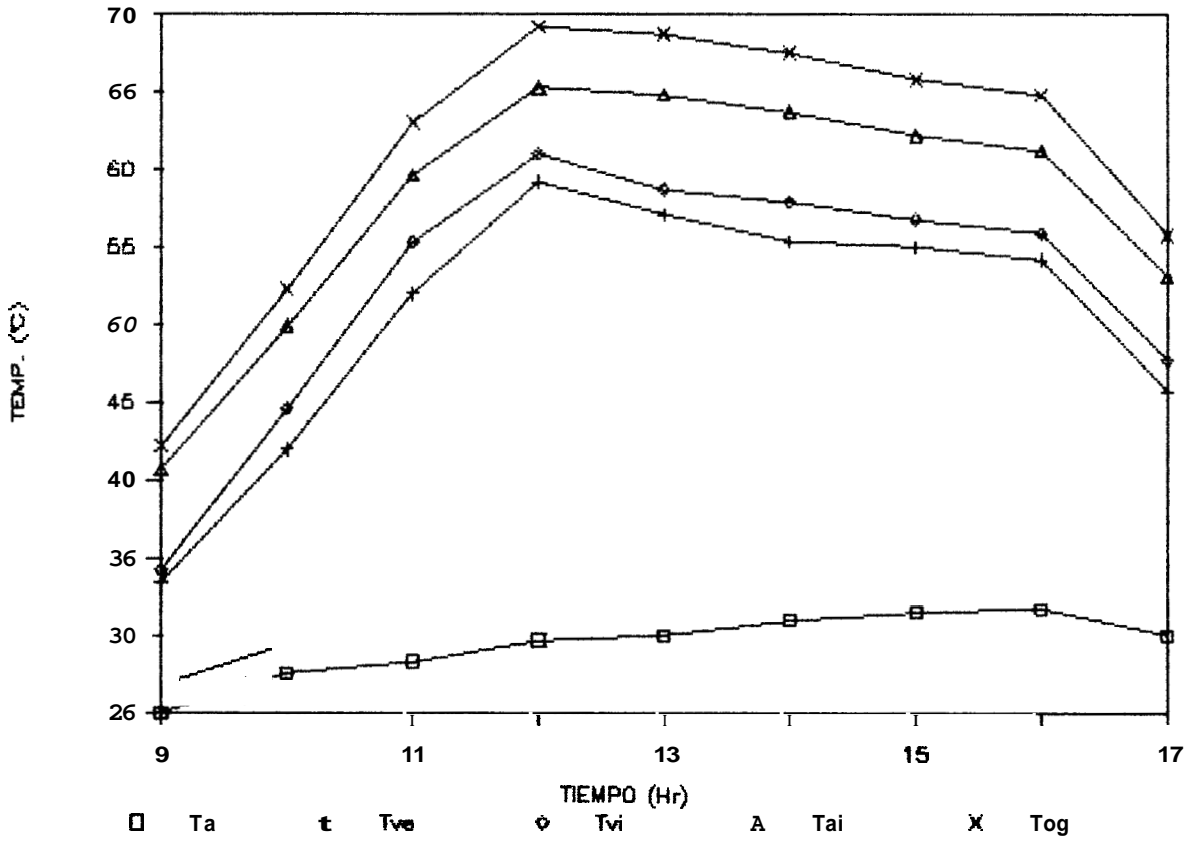


GRAFICO J.6.3.a.20. TEMP. Vs. TIEMPO

ORIENTACION NORTE-SUR

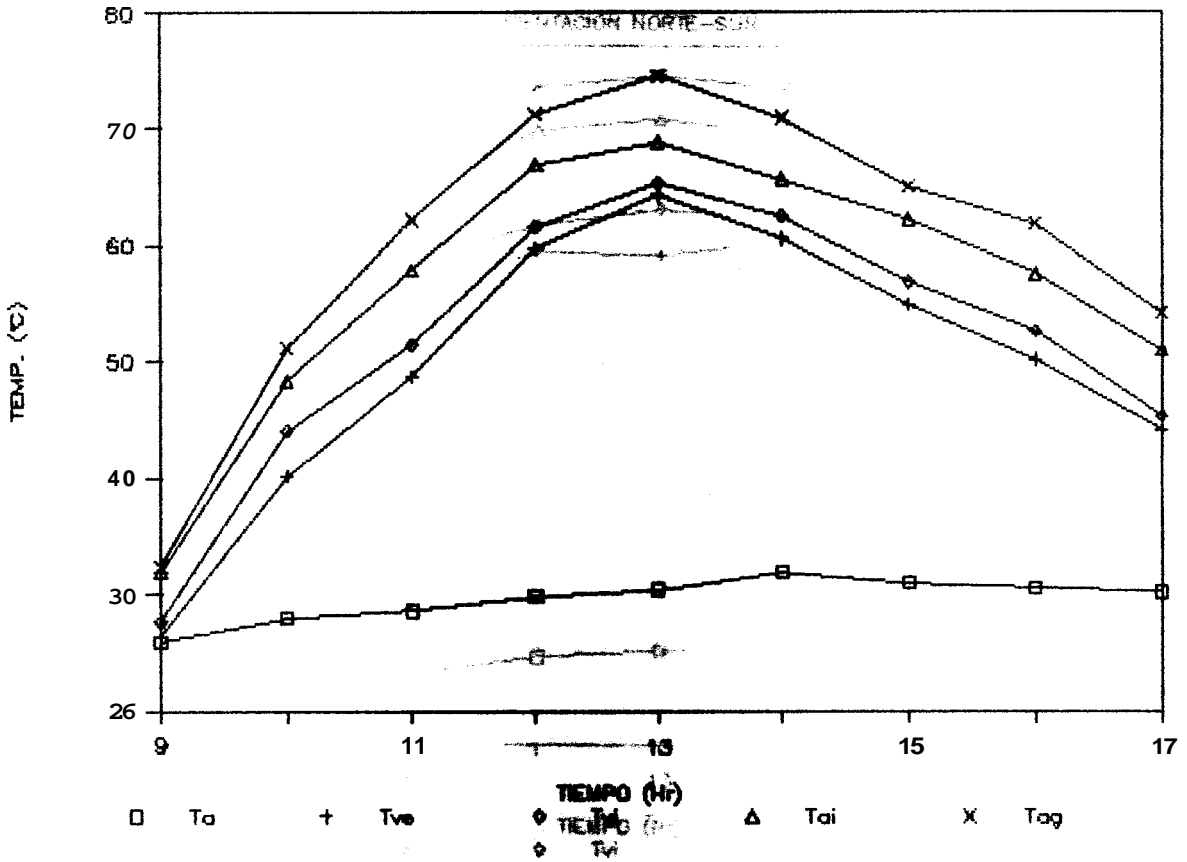


GRAFICO J.6.3.a.21. TEMP. Vs. TIEMPO  
ORIENTACION NORTE-SUR

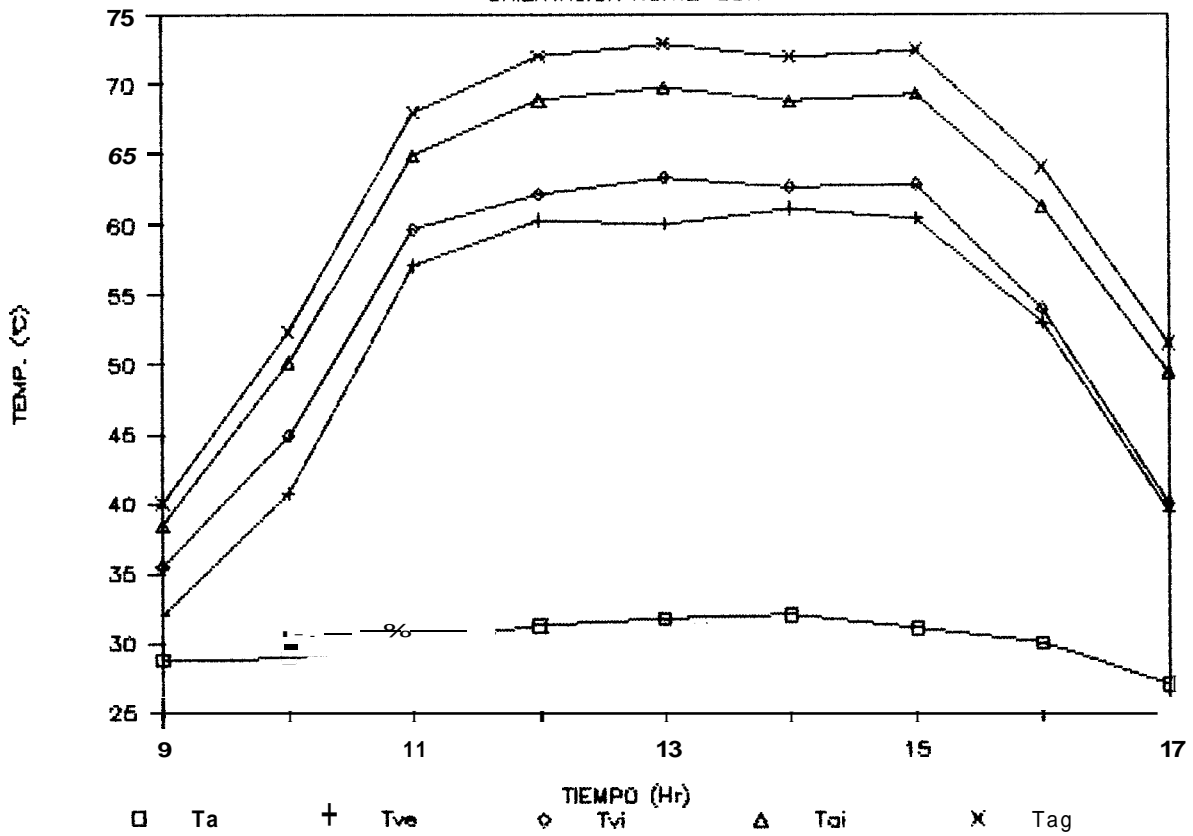


GRAFICO J.6.3.a.22. TEMP. Vs. TIEMPO  
ORIENTACION NORTE-SUR

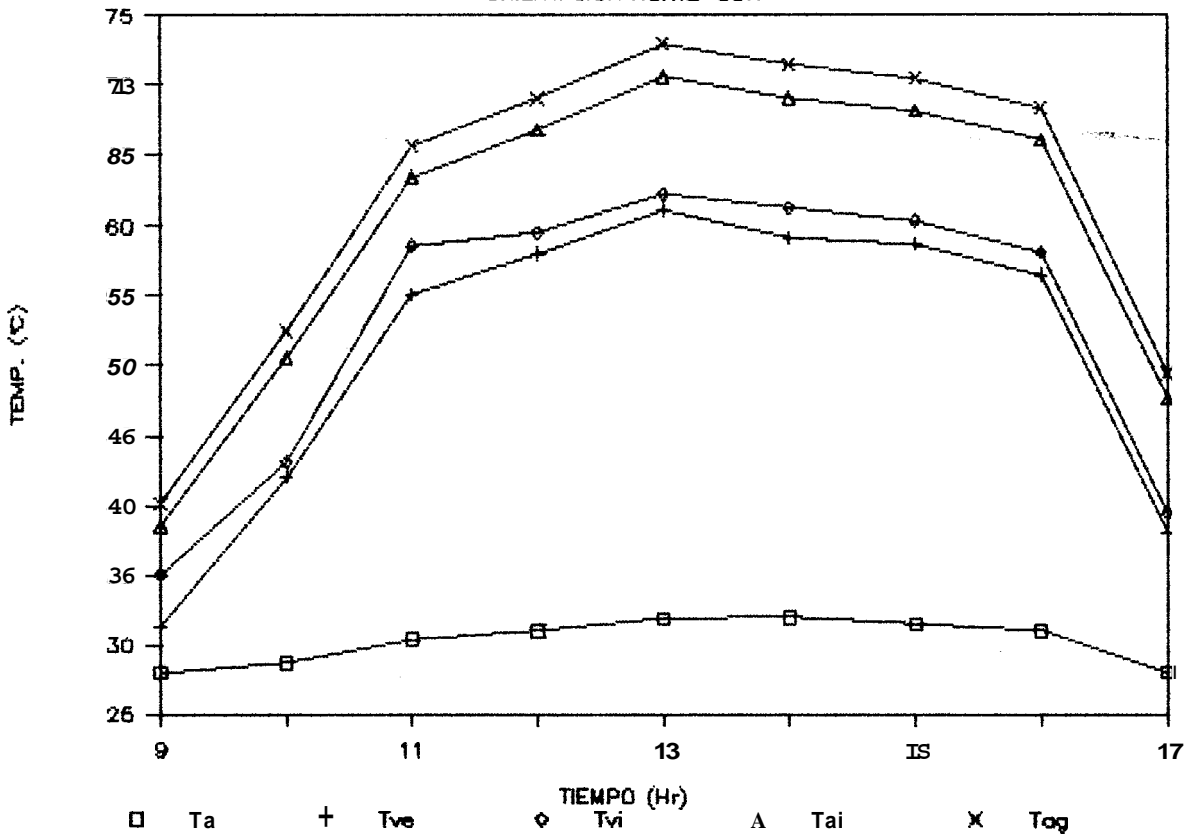


GRAFICO J.6.3.a.23. TEMP. Vs. TIEMPO  
ORIENTACION NORTE-SUR

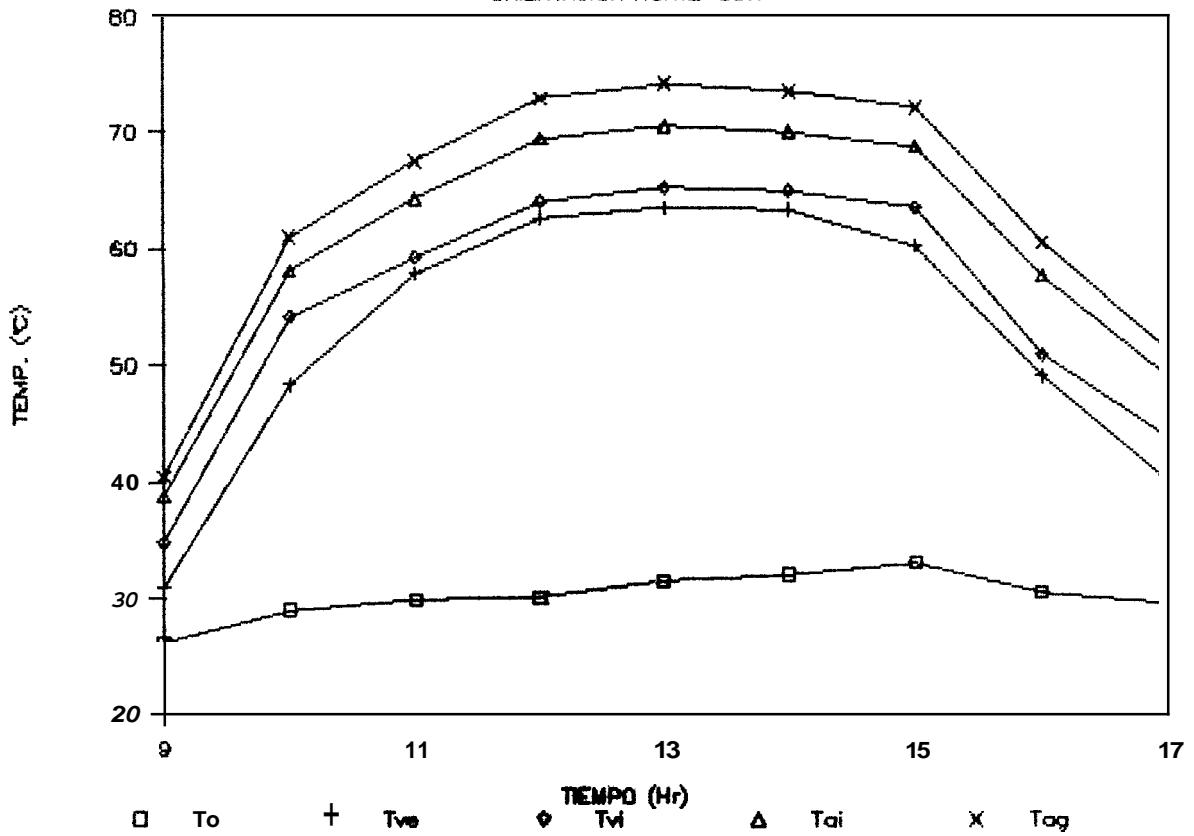
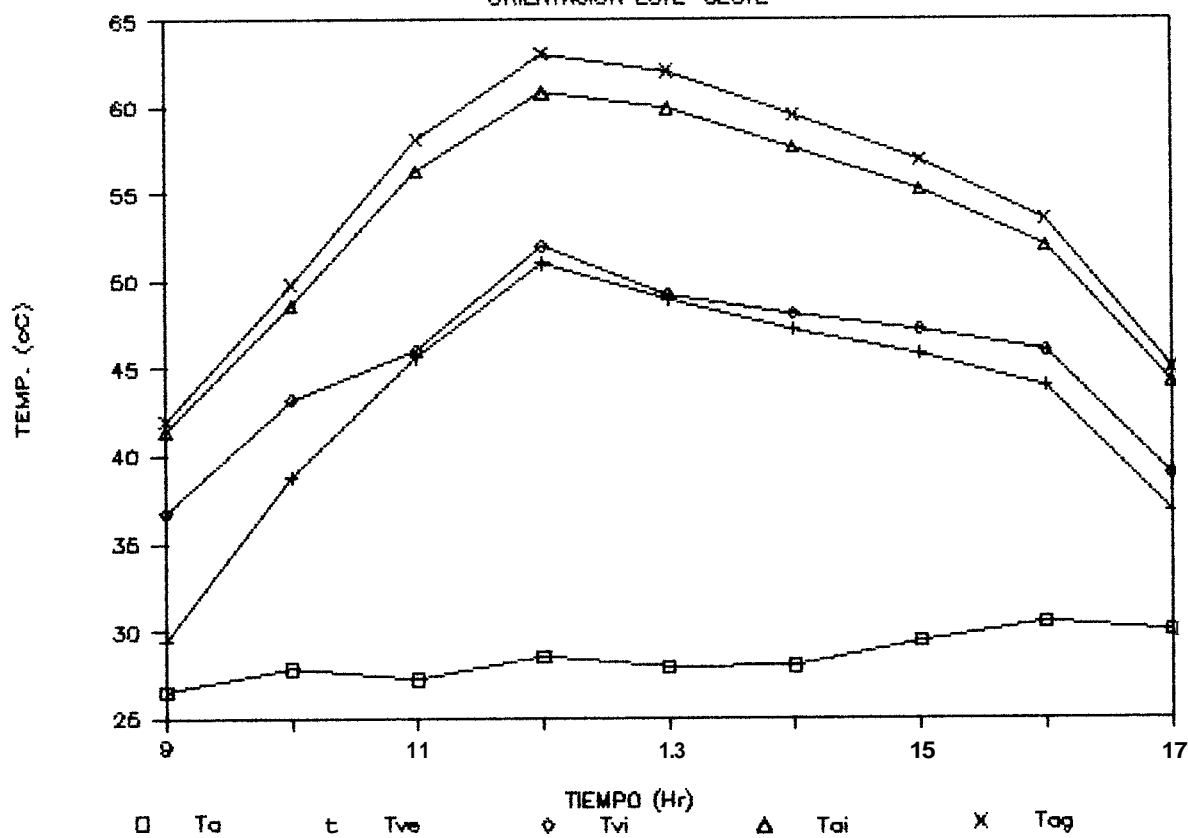


GRAFICO TEMP. Vs. TIEMPO J.6.3.b.1  
ORIENTACION ESTE-OESTE



# GRAFICO TEMP. Vs. TIEMPO J.6.3.b.2

ORIENTACION ESTE-OESTE

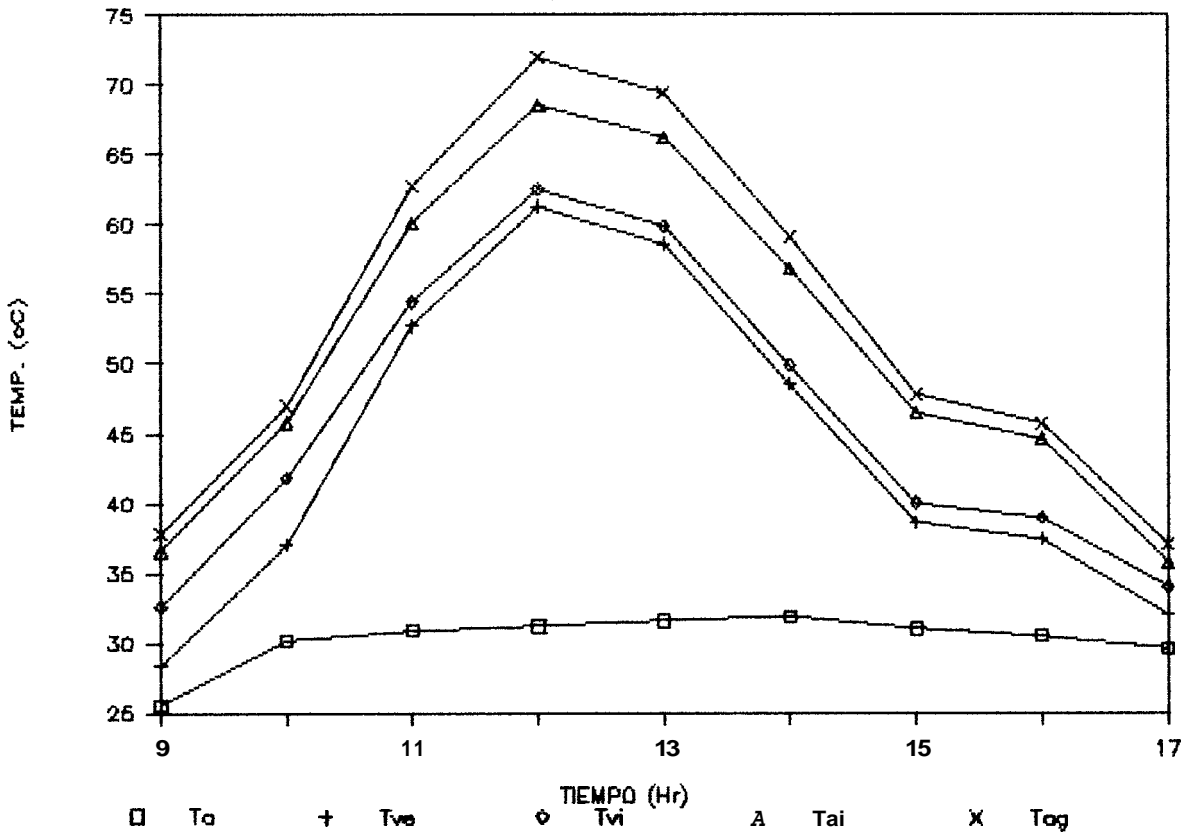
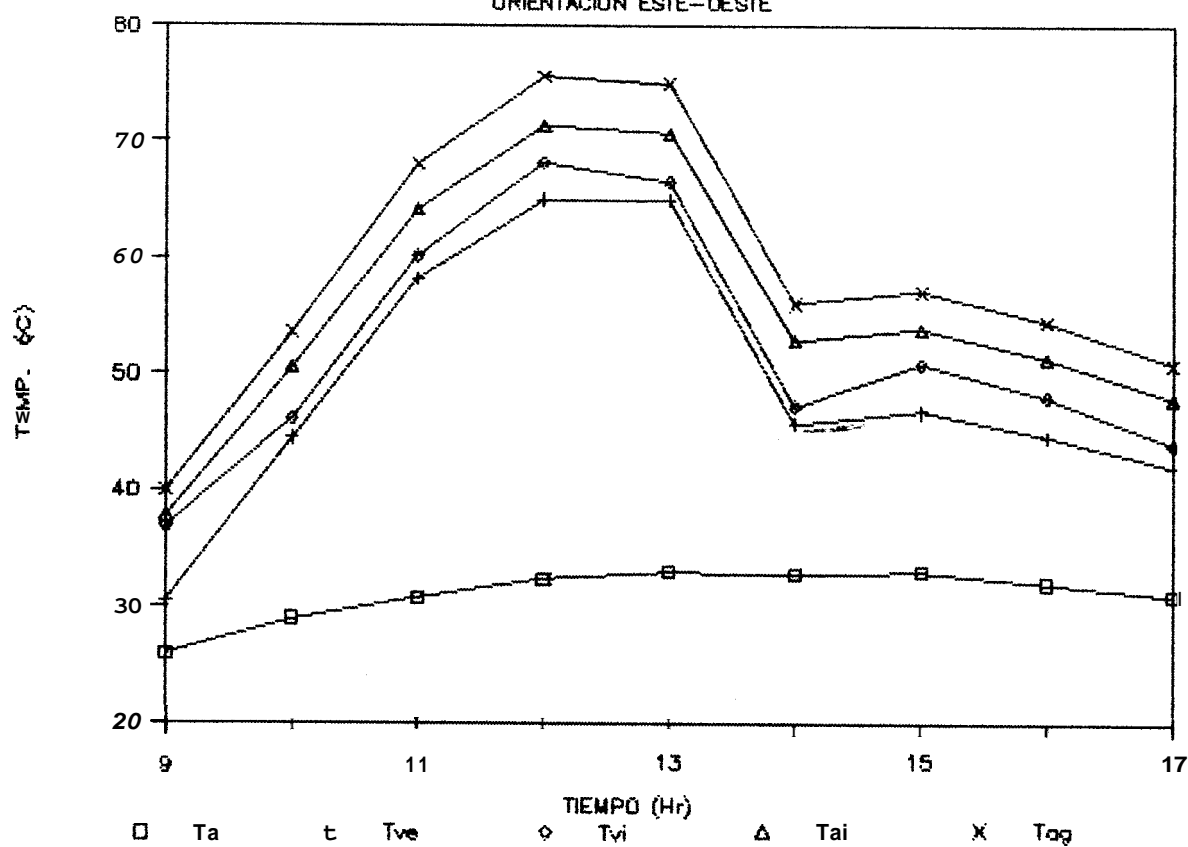


GRAFICO TEMP. Vs. TIEMPO J.6.3.b.3  
ORIENTACION ESTE-OESTE





### GRAFICO TEMP. Vs. TIEMPO J.6.3.b.4

ORIENTACION ESTE-OESTE

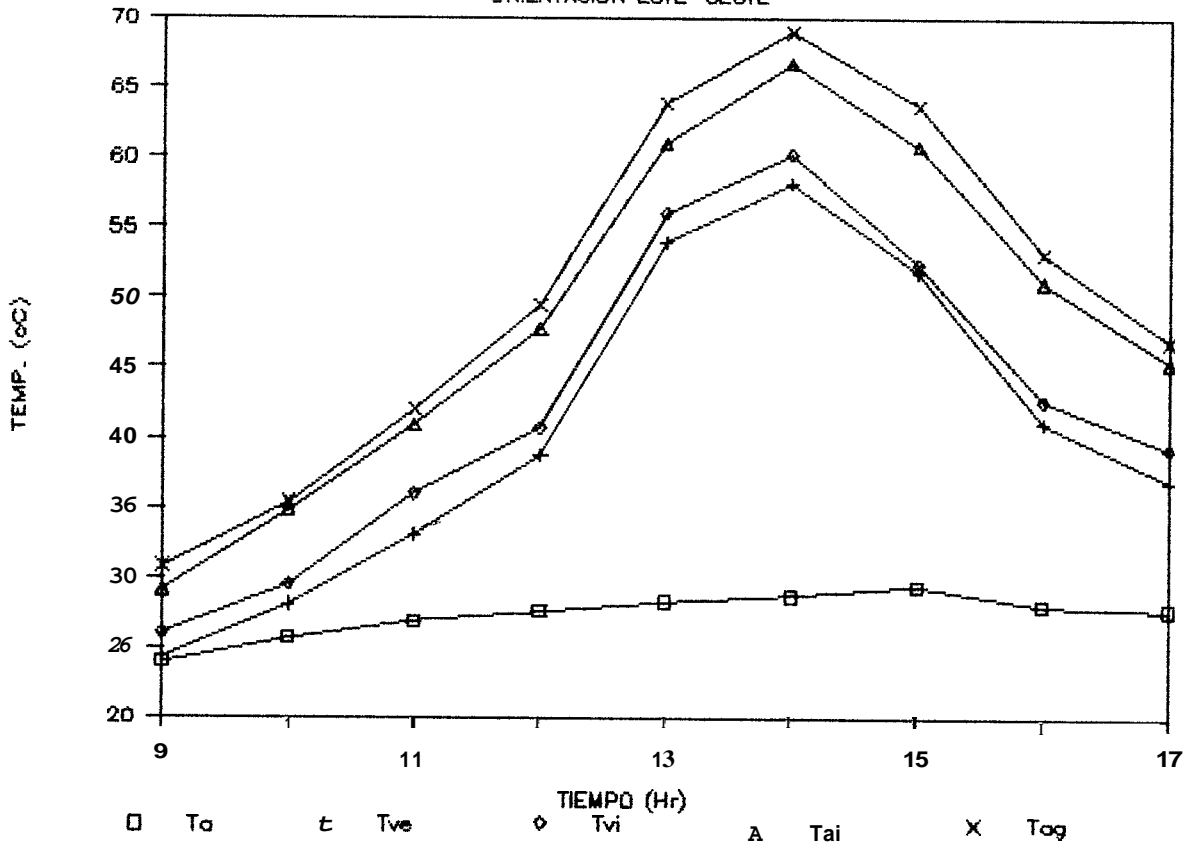


GRAFICO TEMP. Vs. TIEMPO J.6.3.b.5  
ORIENTACION ESTE-DESTE

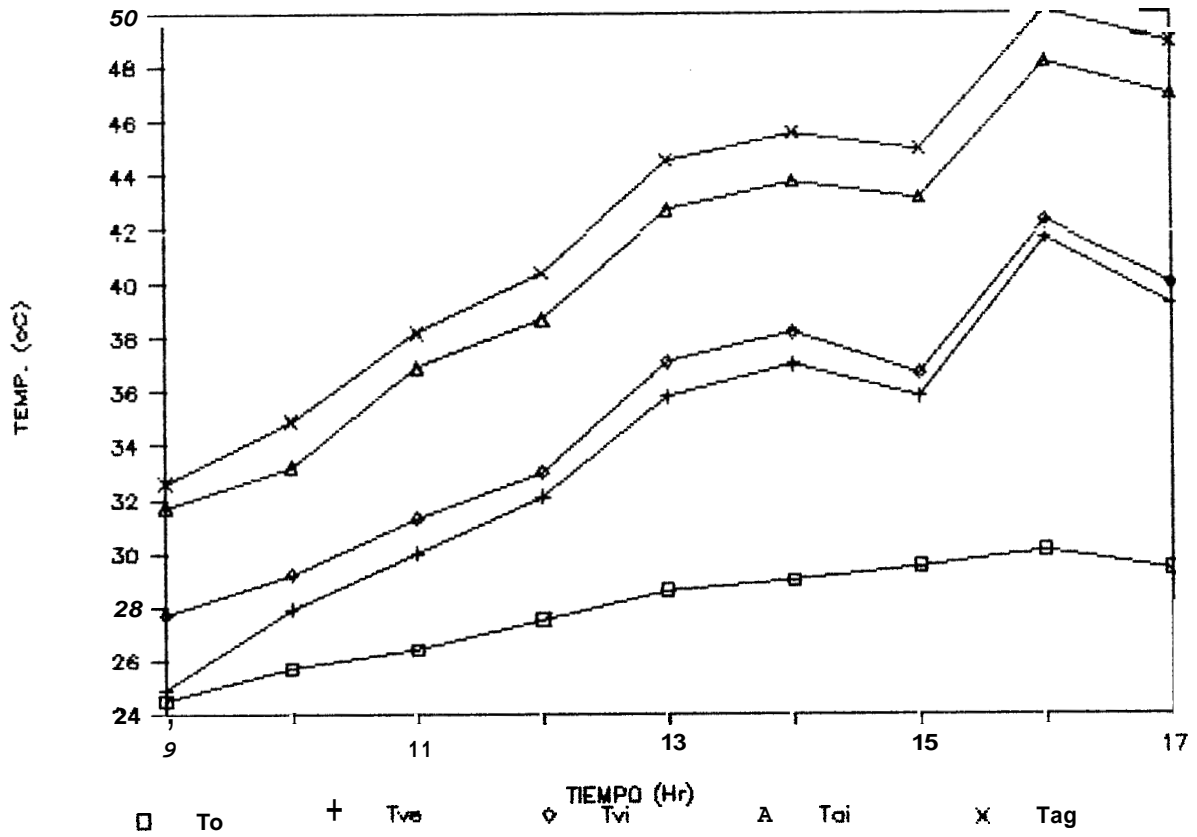


GRAFICO TEMP. Vs. TIEMPO J.6.3.b.6  
ORIENTACION ESTE-DESTE

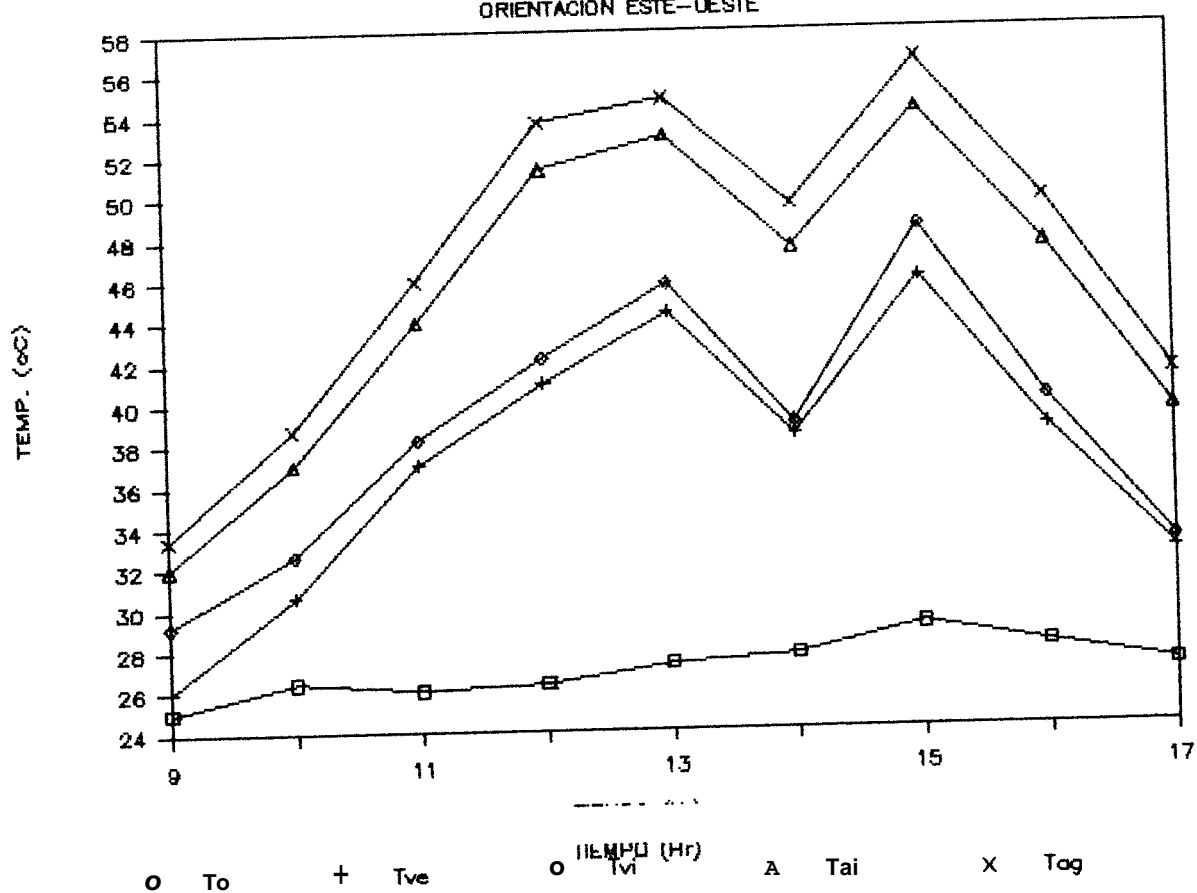
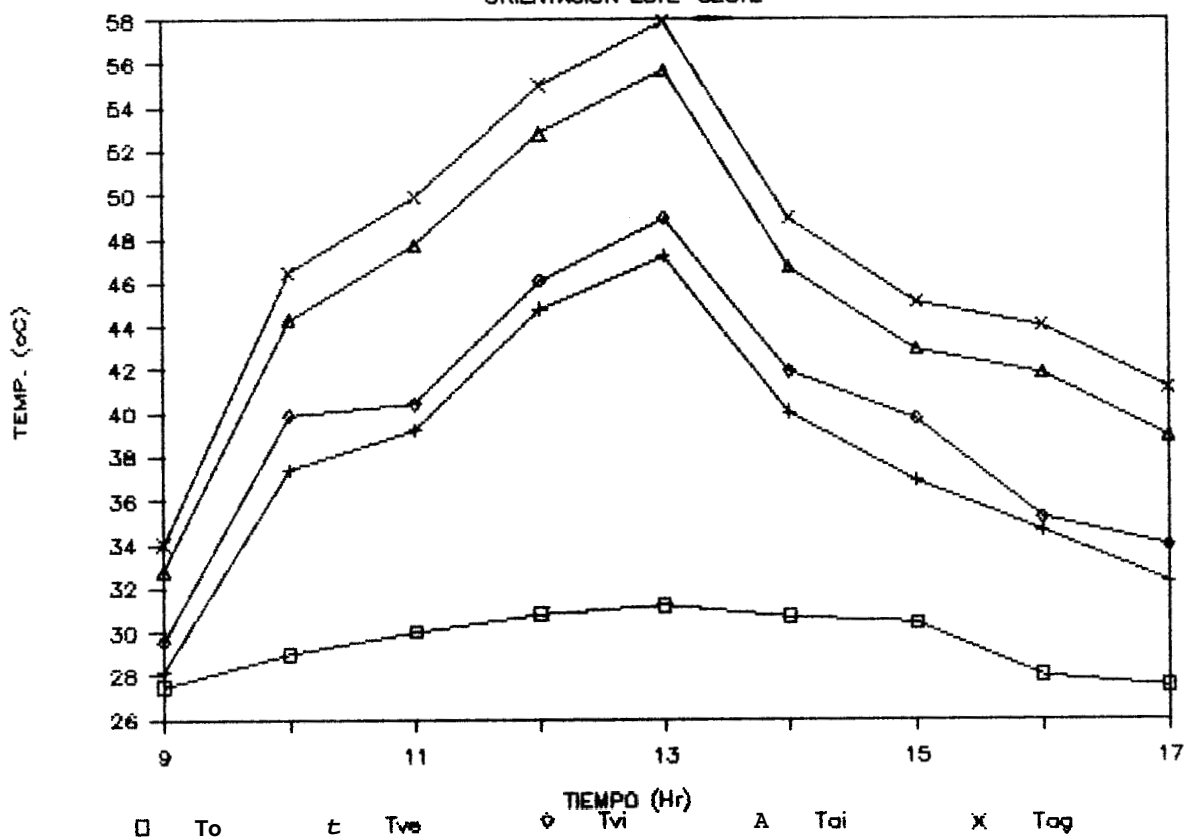


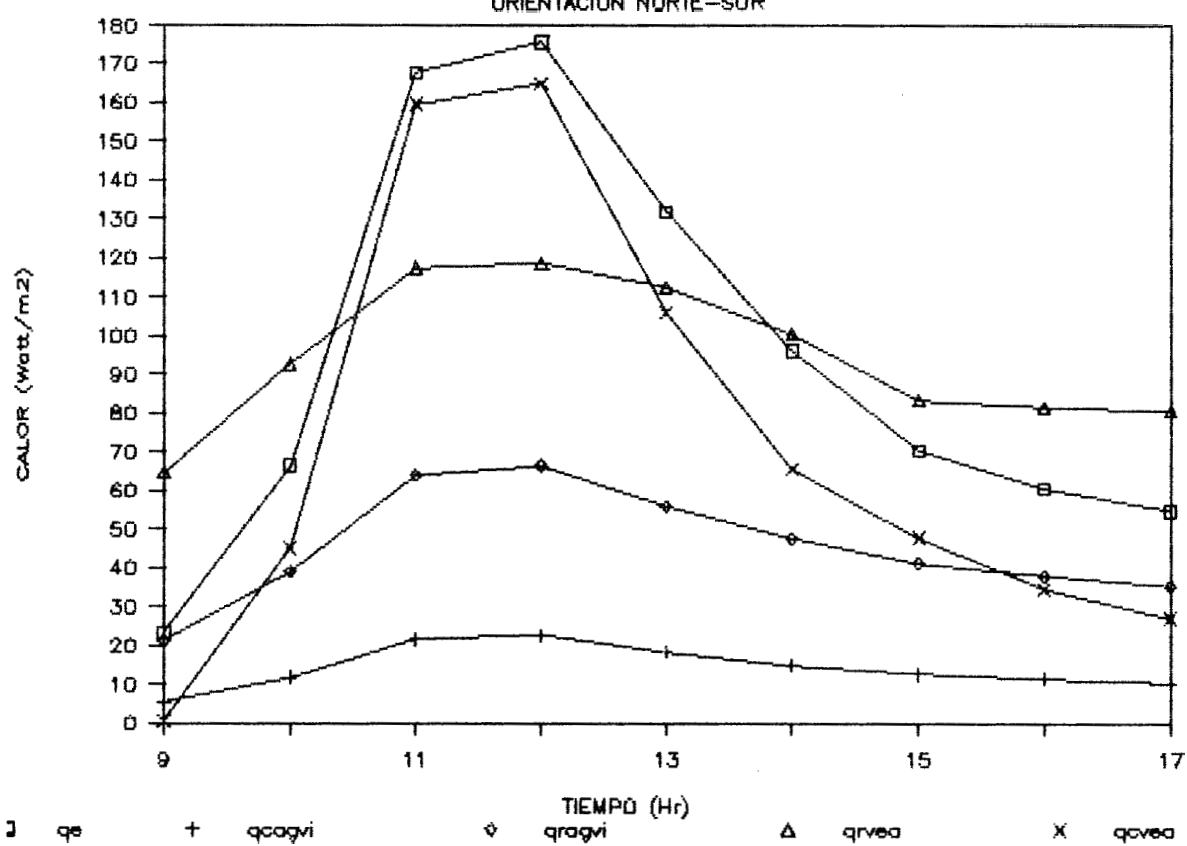
GRAFICO TEMP. Vs. TIEMPO J.6.3.b.7  
ORIENTACION ESTE-OESTE



**CSPENDICE K**  
**GRAFICOS DE LOS CALCULOS TERMICOS**

GRAFICO K.6.3.a.1 CALOR Vs. TIEMPO

ORIENTACION NORTE-SUR



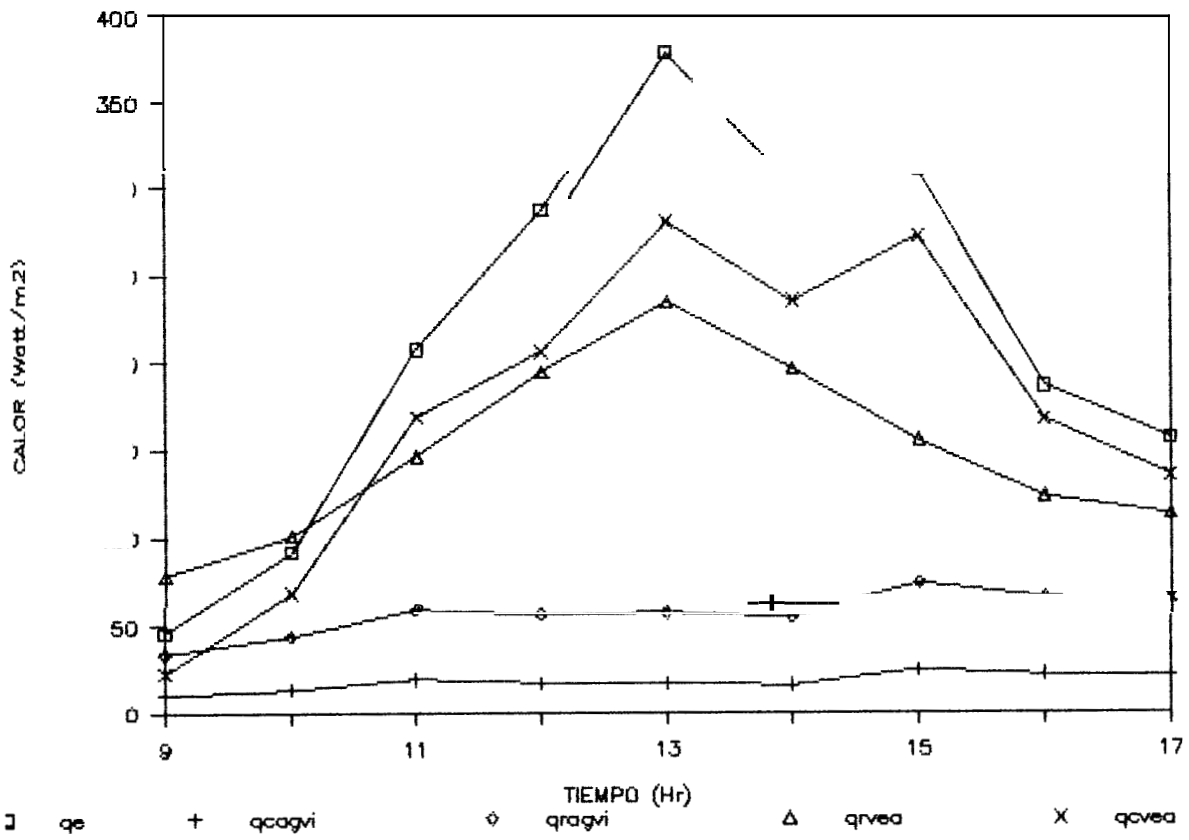


GRAFICO K.6.3.a.3 CALOR Vs. TIEMPO  
ORIENTACION NORTE-SUR

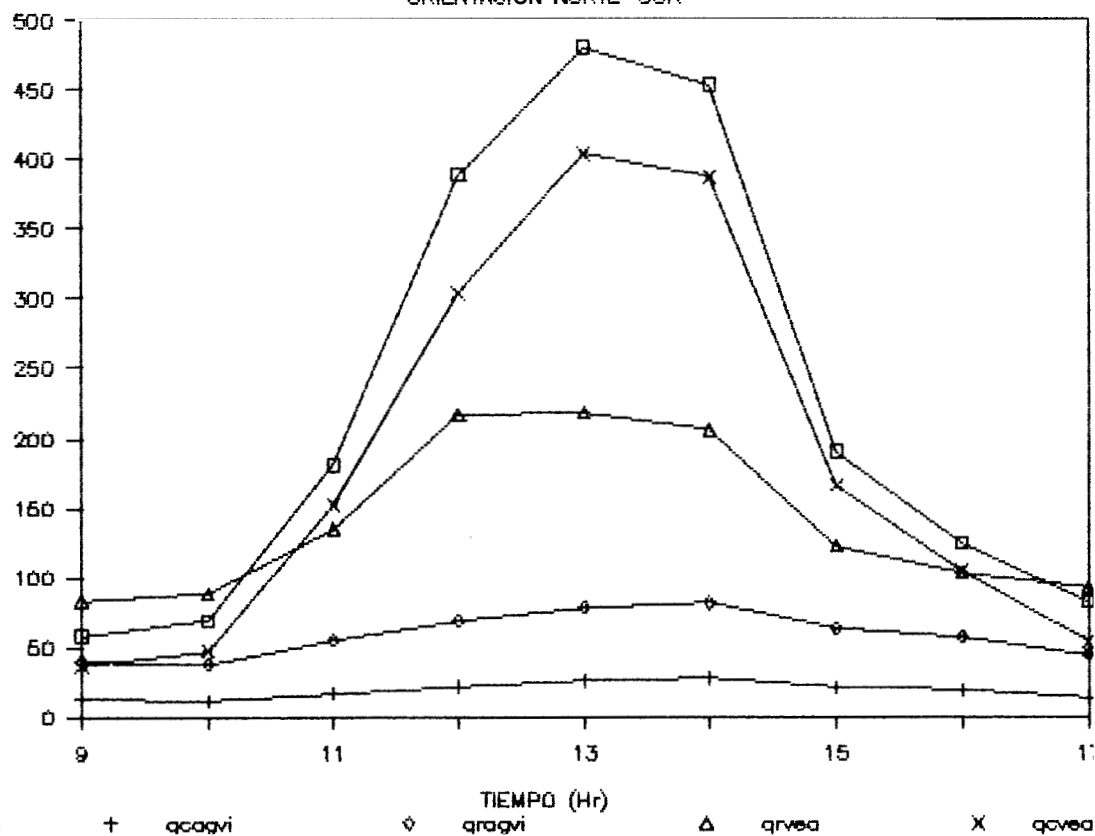
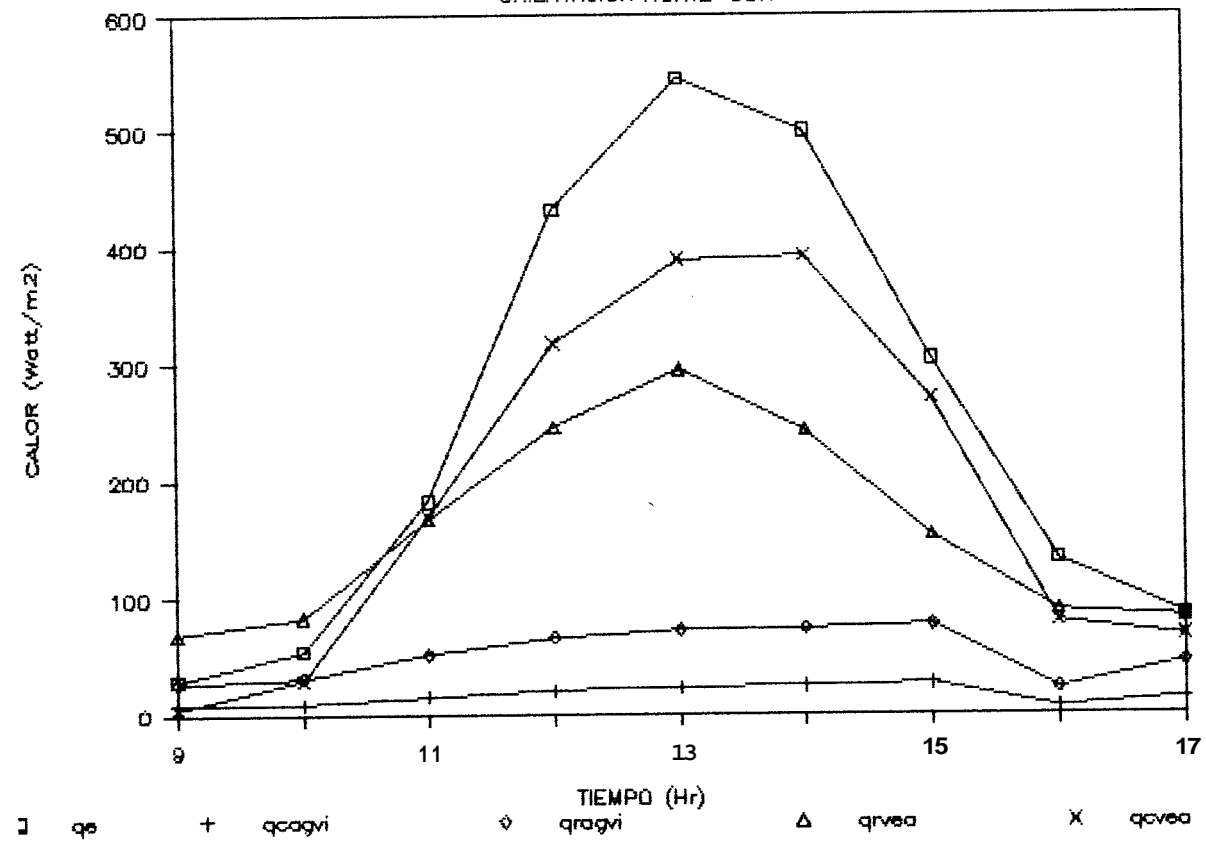




GRAFICO K.6.3.a.4 CALOR Vs. TIEMPO  
ORIENTACION NORTE-SUR



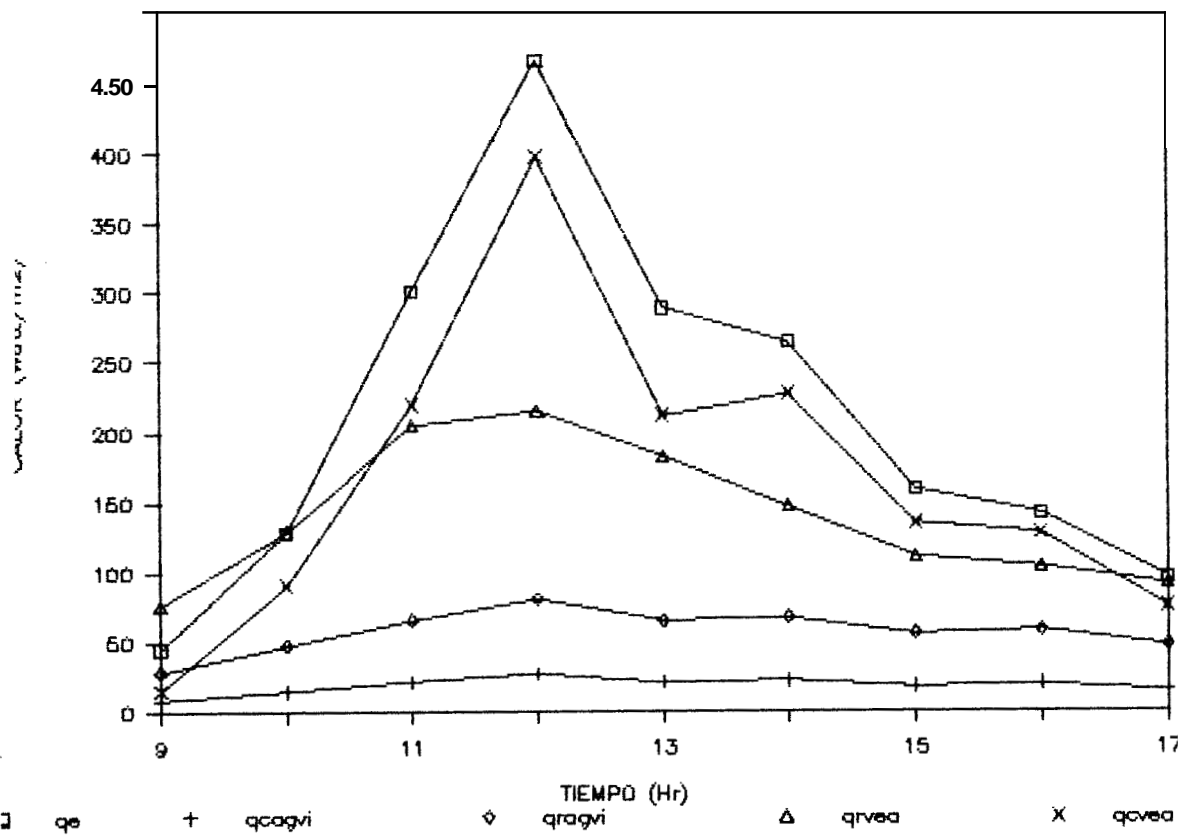


GRAFICO K.6.3.a.6 CALOR Vs. TIEMPO  
ORIENTACION NORTE-SUR

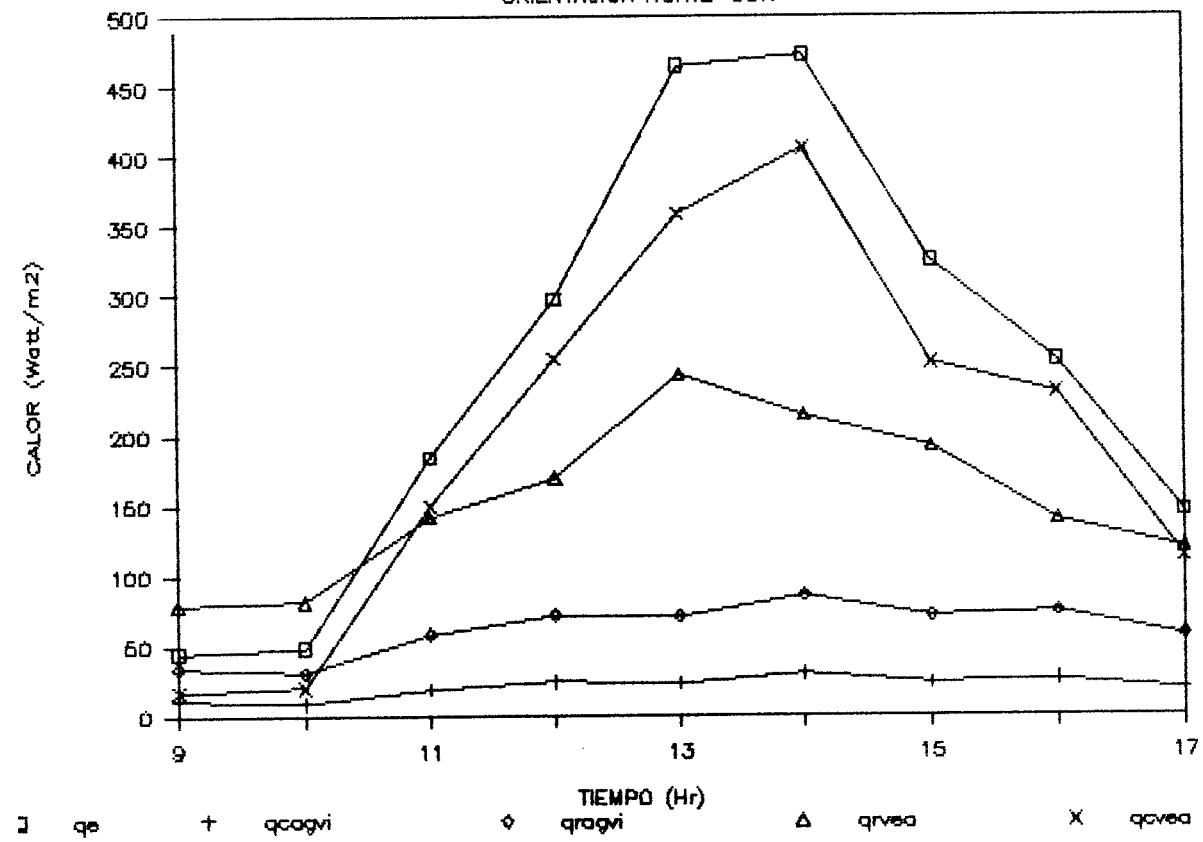


GRAFICO K.6.3.a.7 CALOR Vs. TIEMPO

ORIENTACION NORTE-SUR

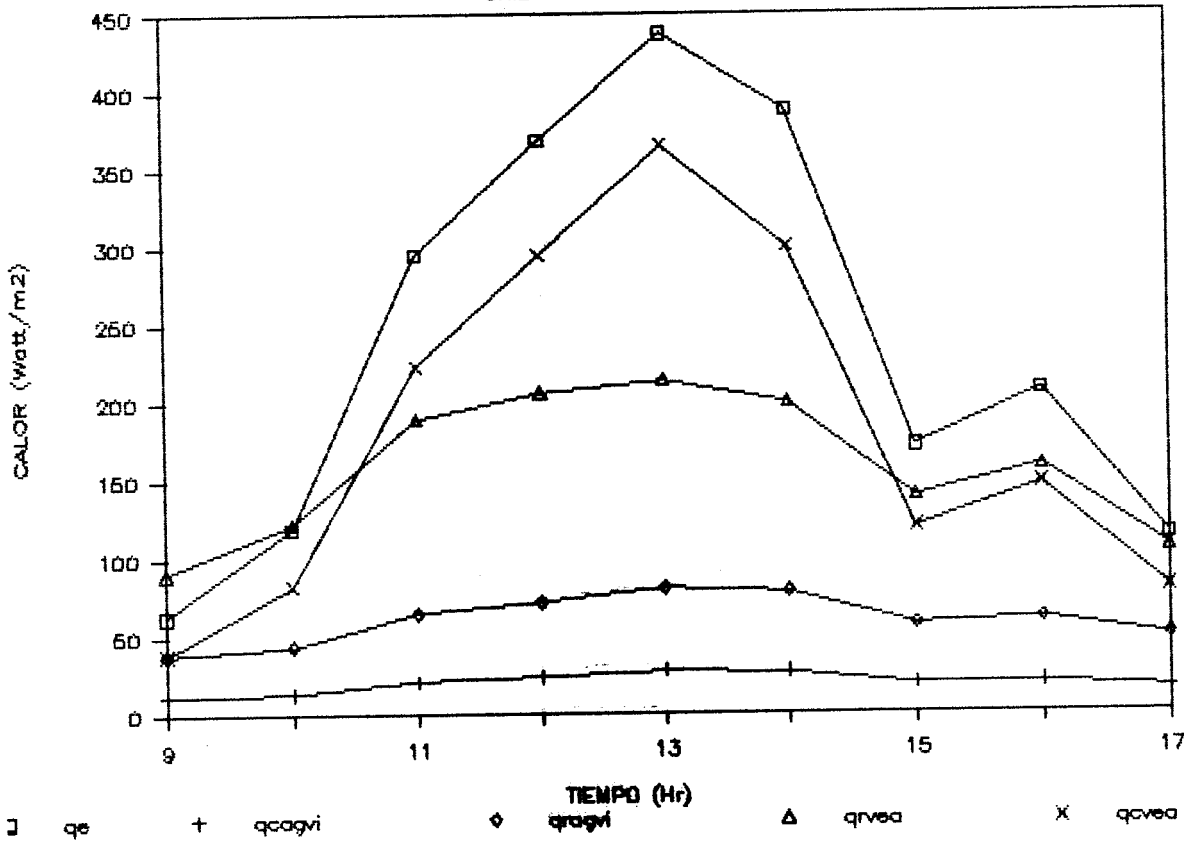


GRAFICO K.6.3.a.8 CALOR Vs. TIEMPO  
ORIENTACION NORTE-SUR

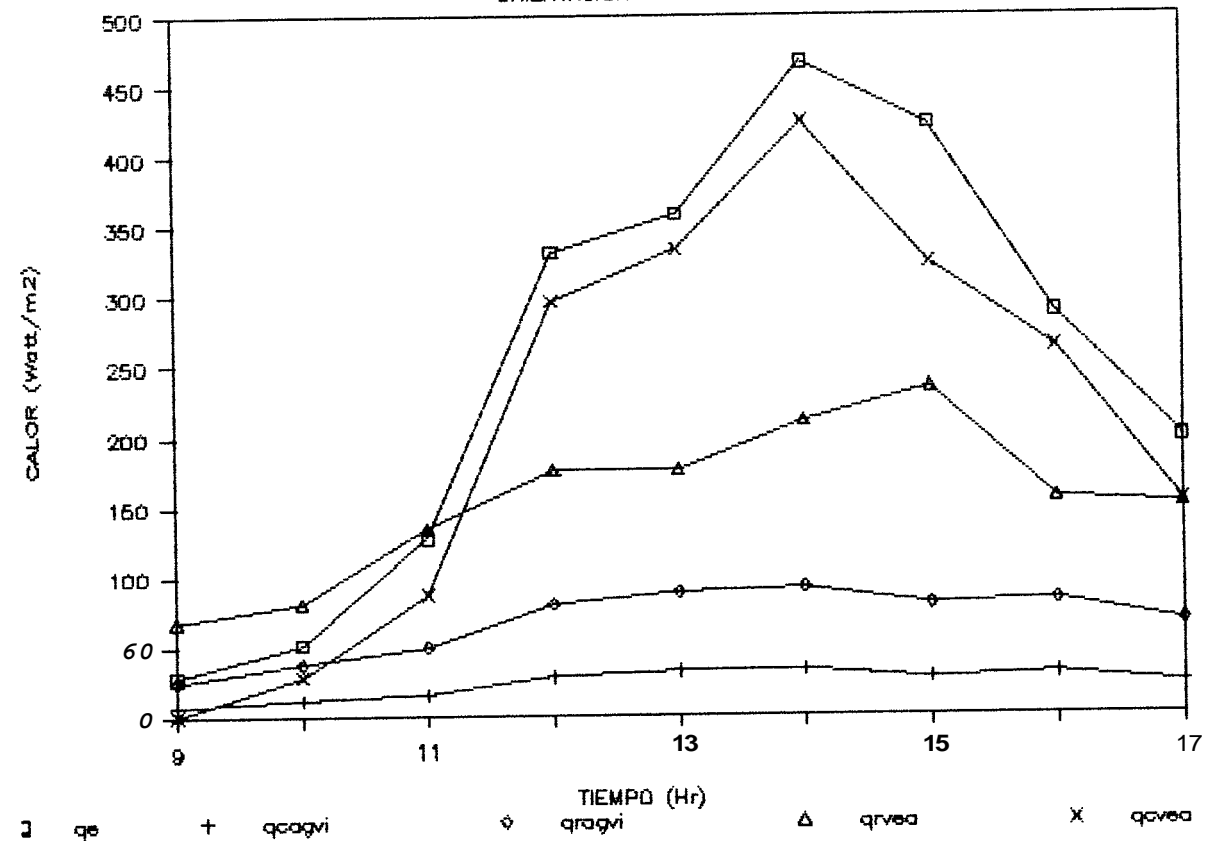


GRAFICO K.6.3.a.9 CALOR Vs. TIEMPO  
ORIENTACION NORTE-SUR

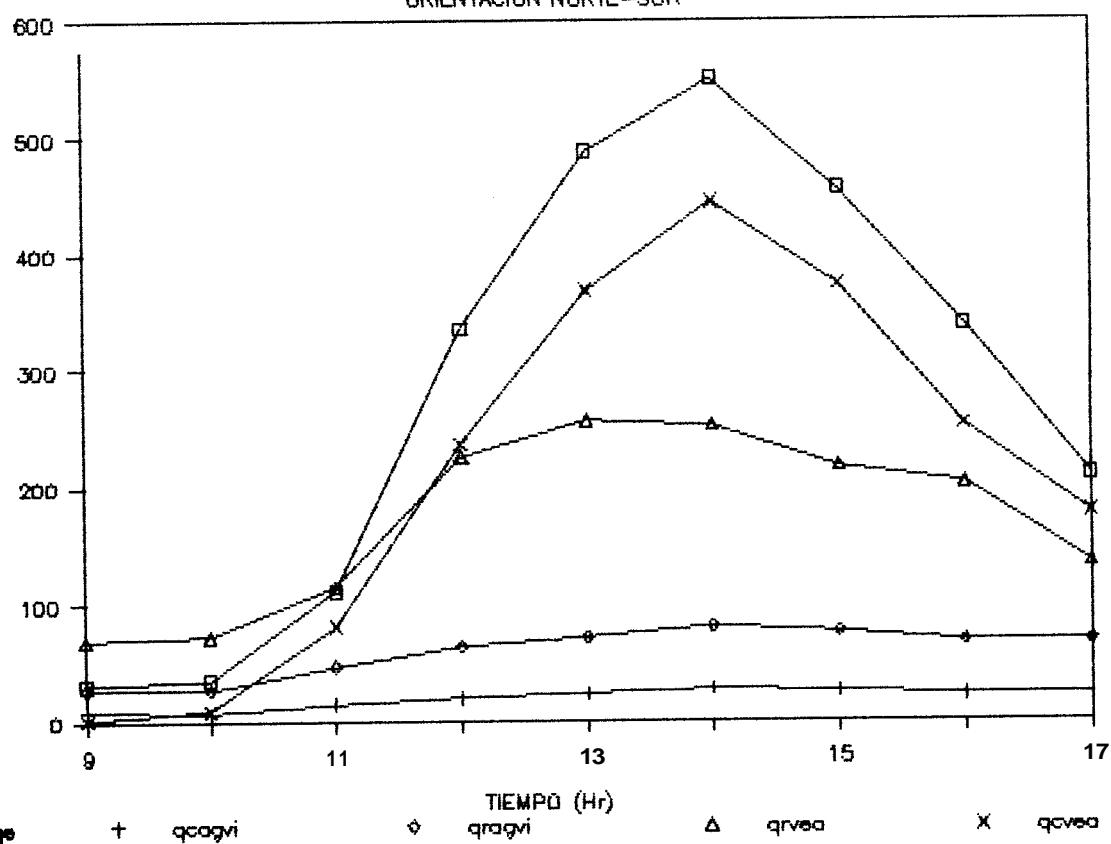
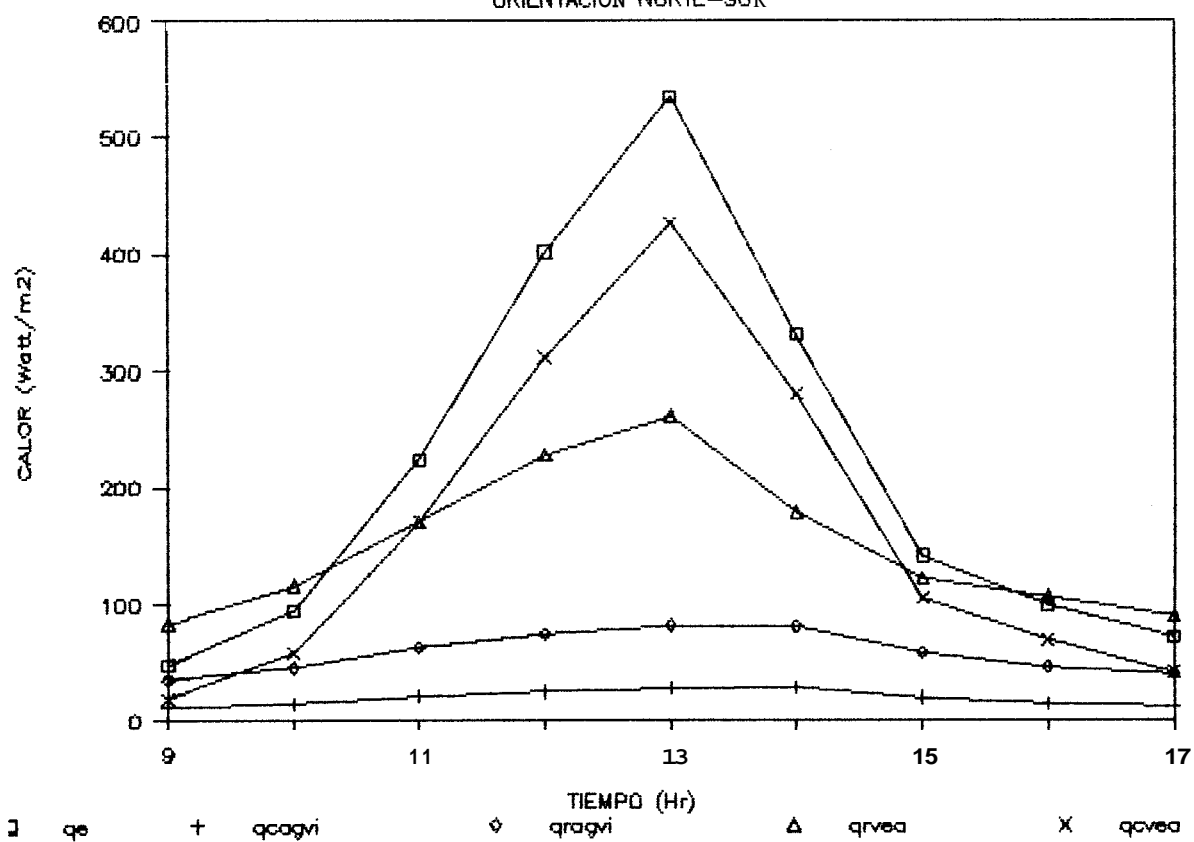


GRAFICO K.6.3.a.10 CALOR Vs. TIEMPO  
ORIENTACION NORTE-SUR



## GRAFICO K.6.3.a.11 CALOR Vs. TIEMPO

ORIENTACION NORTE-SU..

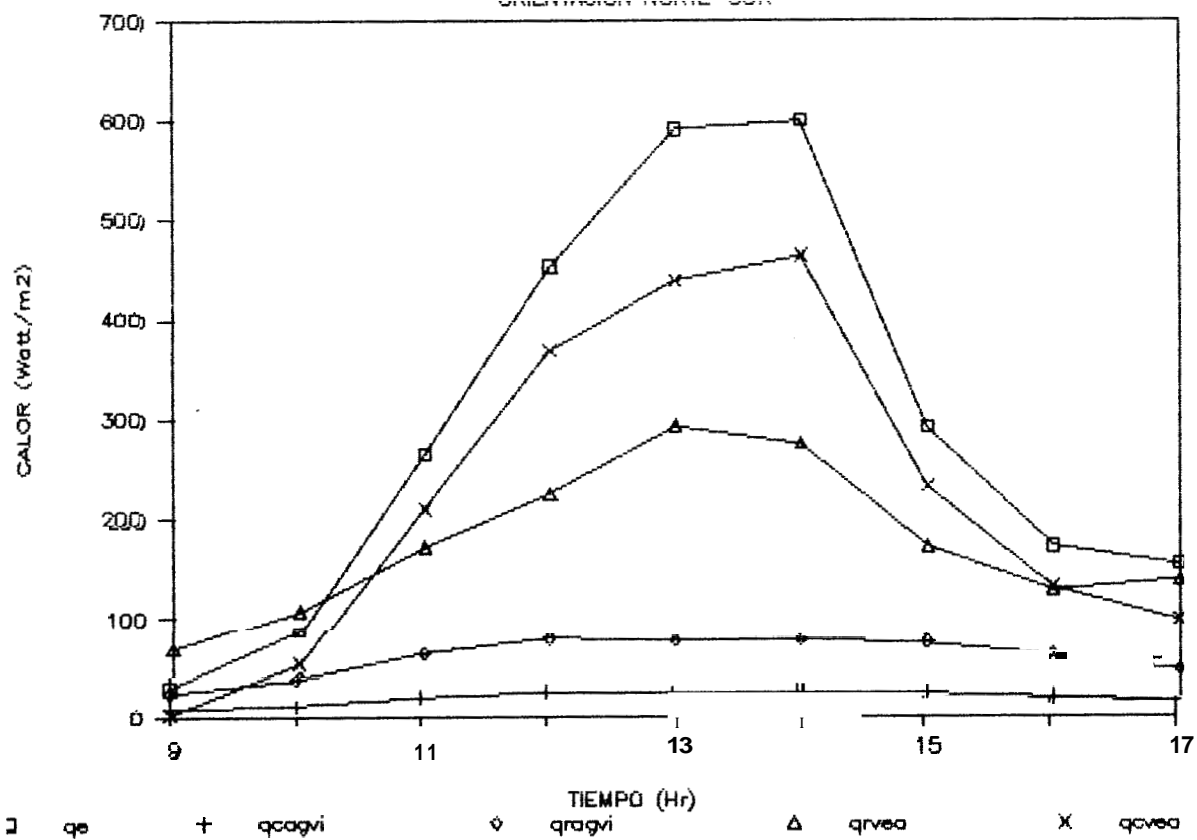




GRAFICO K.6.3.a.12 CALOR Vs. TIEMPO  
ORIENTACION NORTE-SUR

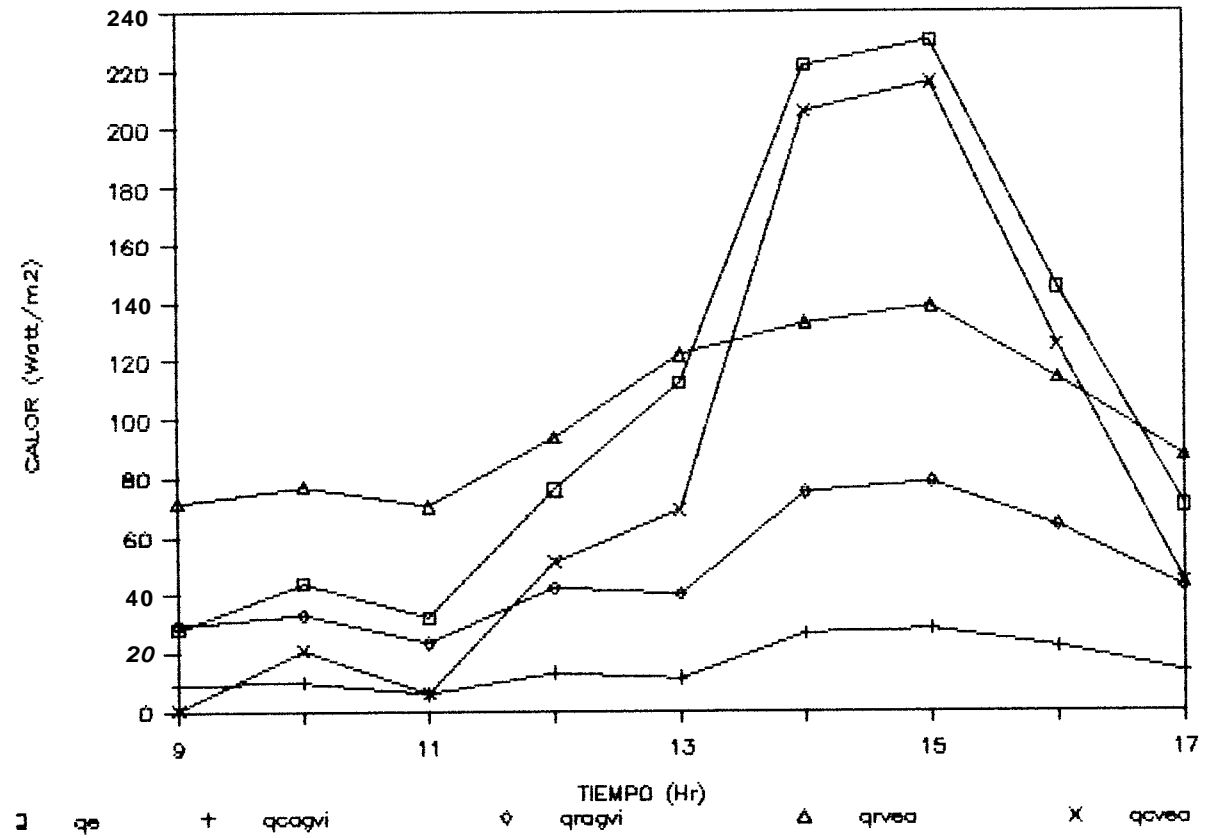


GRAFICO K.6.3.a.13 CALOR Vs. TIEMPO  
ORIENTACION NORTE-SUR

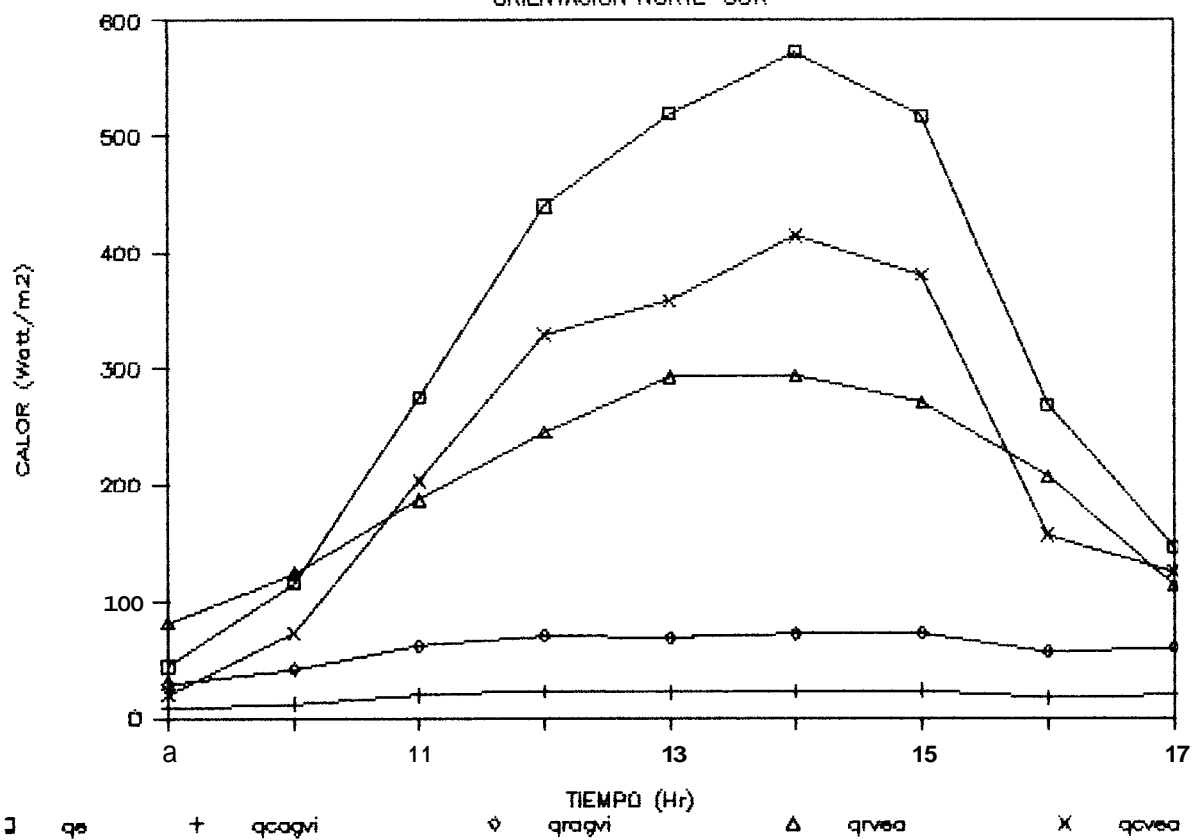


GRAFICO K.6.3.a.14 CALOR Vs. TIEMPO  
ORIENTACION NORTE-SUR

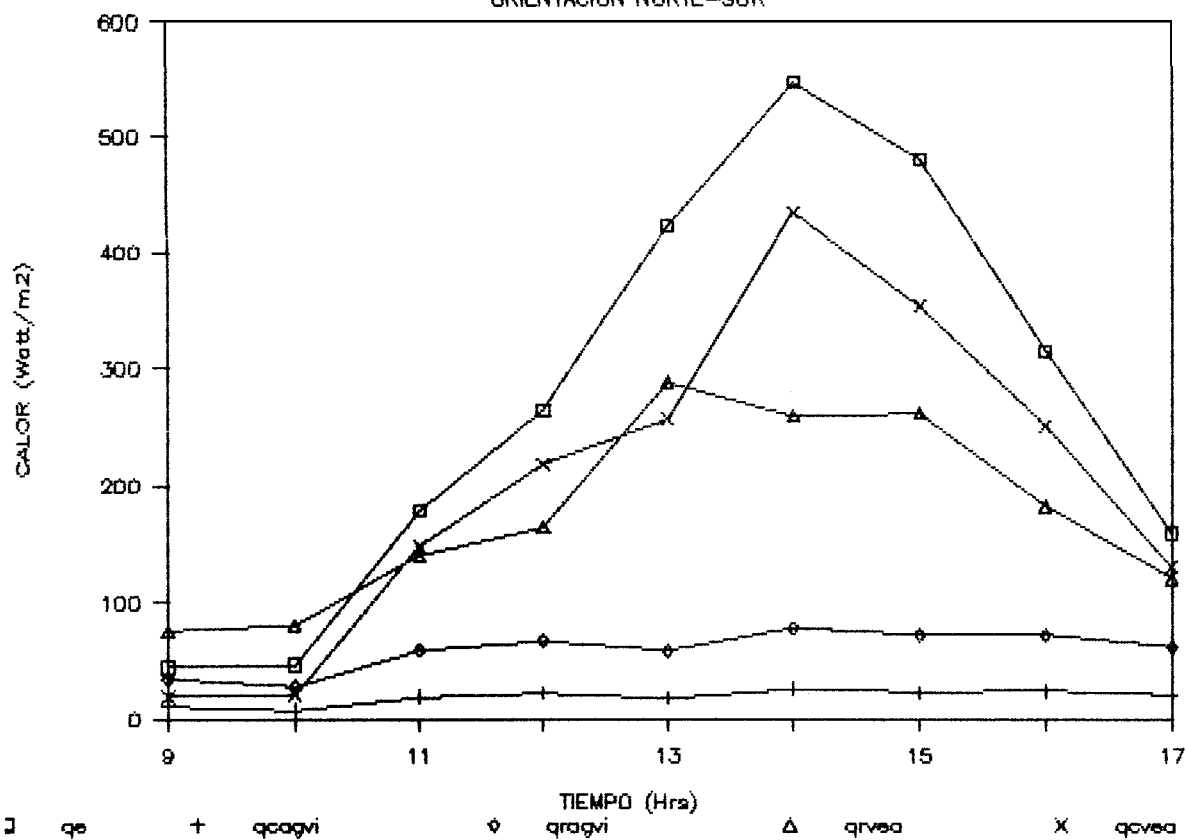


GRAFICO K.6.3.g.15 CALOR Vs. TIEMPO  
ORIENTACION NORTE-SUR

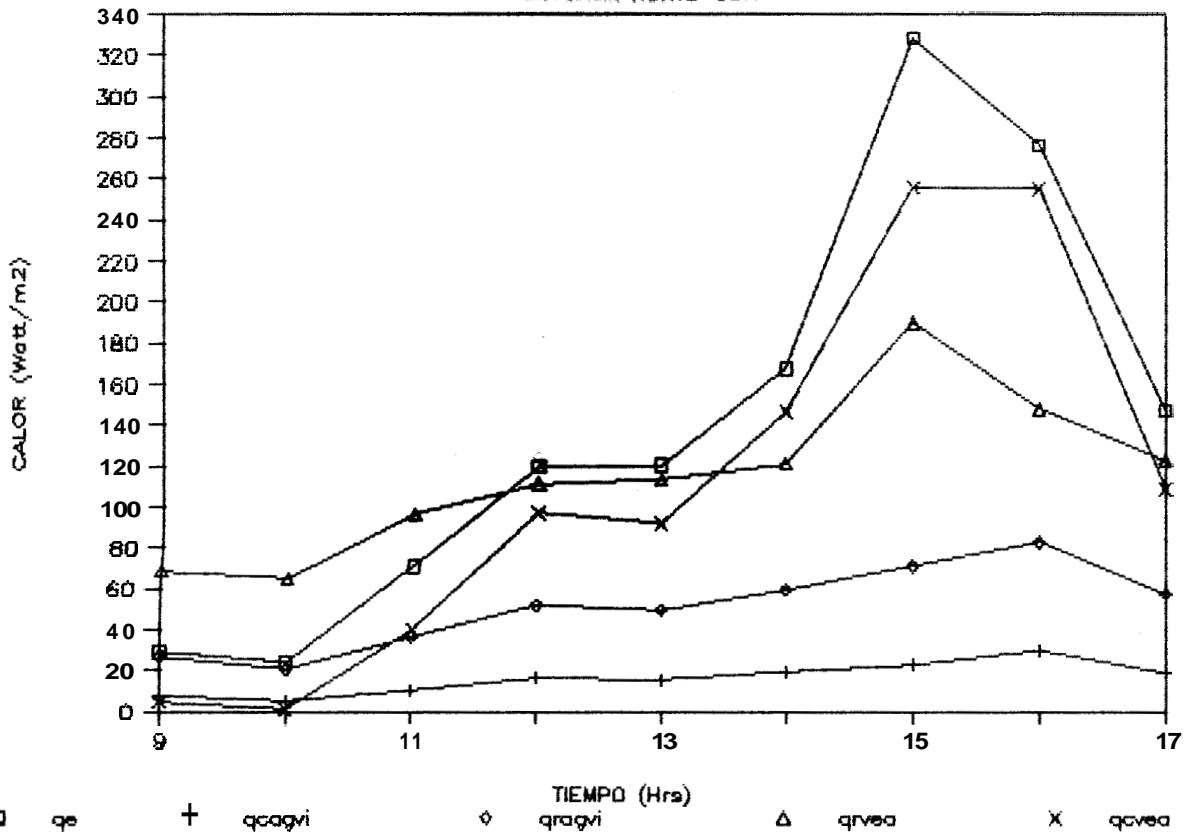
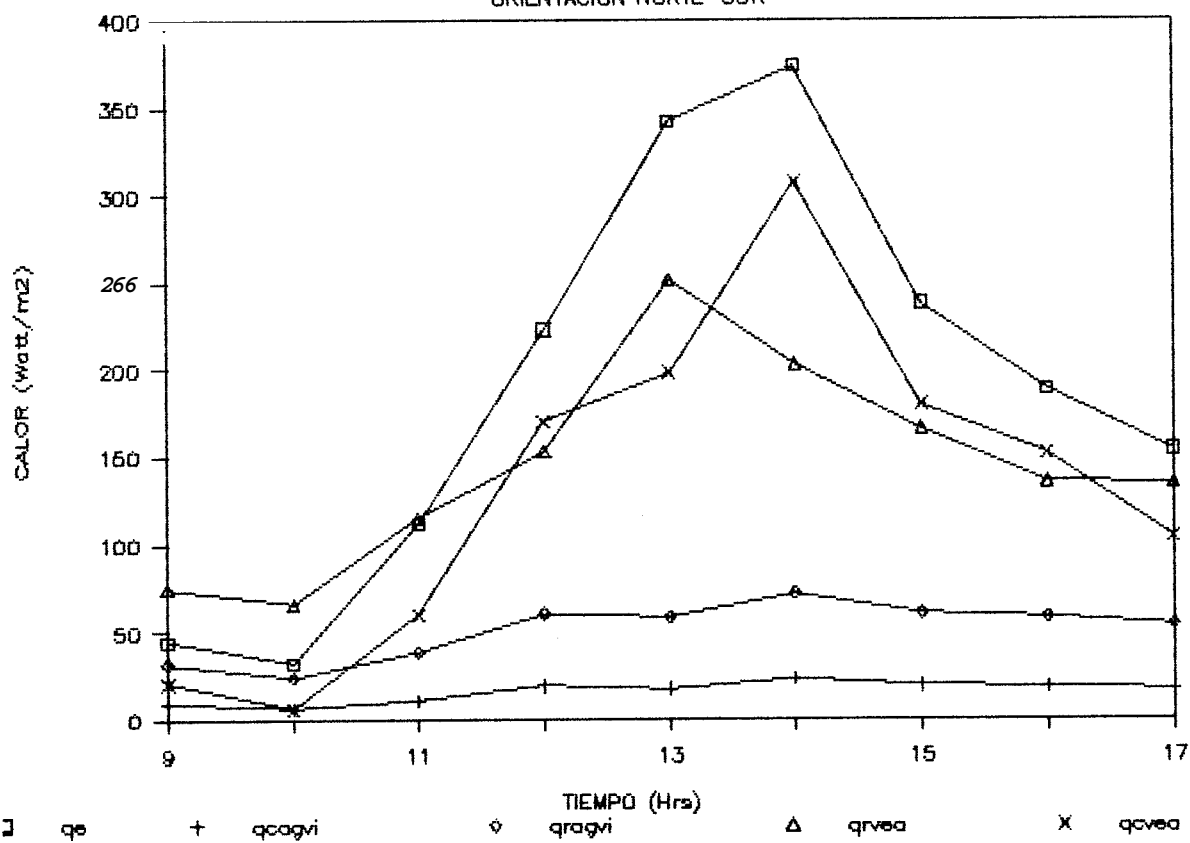
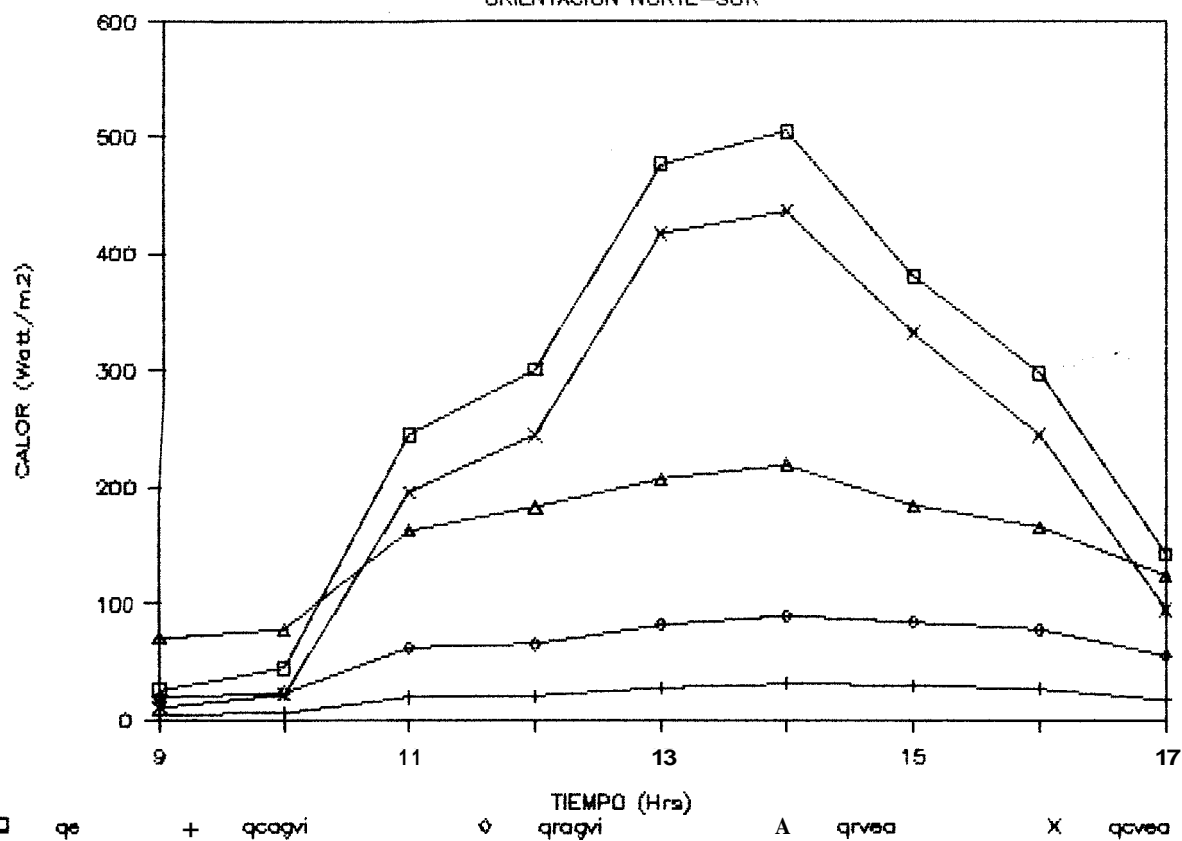


GRAFICO K.6.3.a.16 CALOR Vs. TIEMPO  
ORIENTACION NORTE-SUR



### GRAFICO K.6.3.a.17 CALOR Vs. TIEMPO

ORIENTACION NORTE-SUR



### GRAFICO K.6.3.a.18 CALOR Vs. TIEMPO

ORIENTACION NORTE-SUR

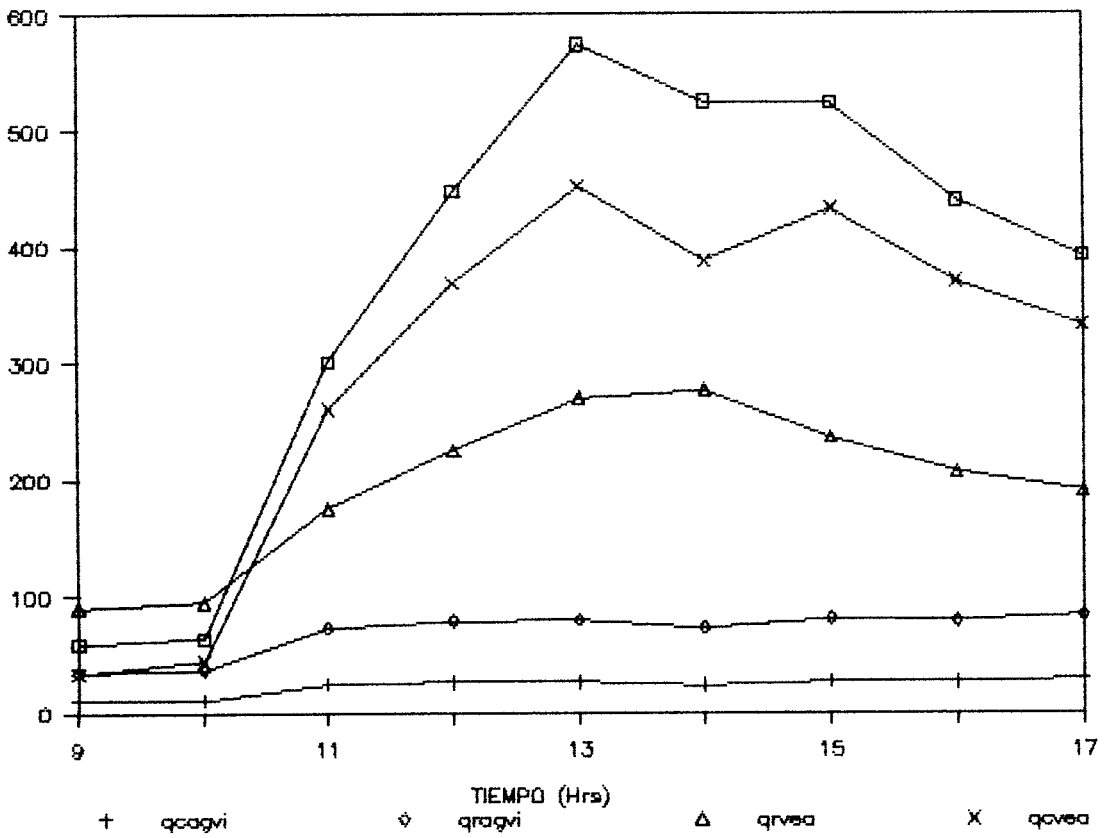
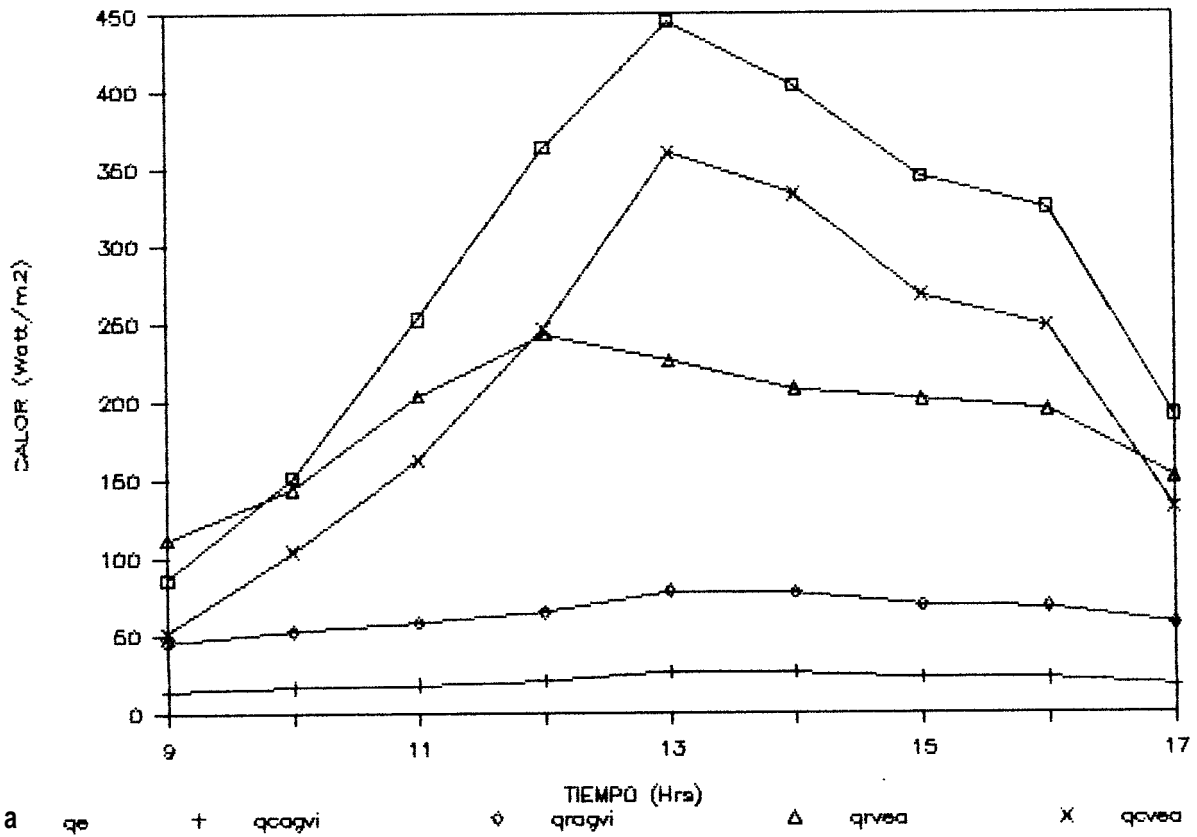


GRAFICO K.6.3.a.19 CALOR Vs. TIEMPO  
ORIENTACION NORTE-SUR





### GRAFICO K.6.3.a.20 CALOR Vs. TIEMPO

ORIENTACION NORTE-SUR

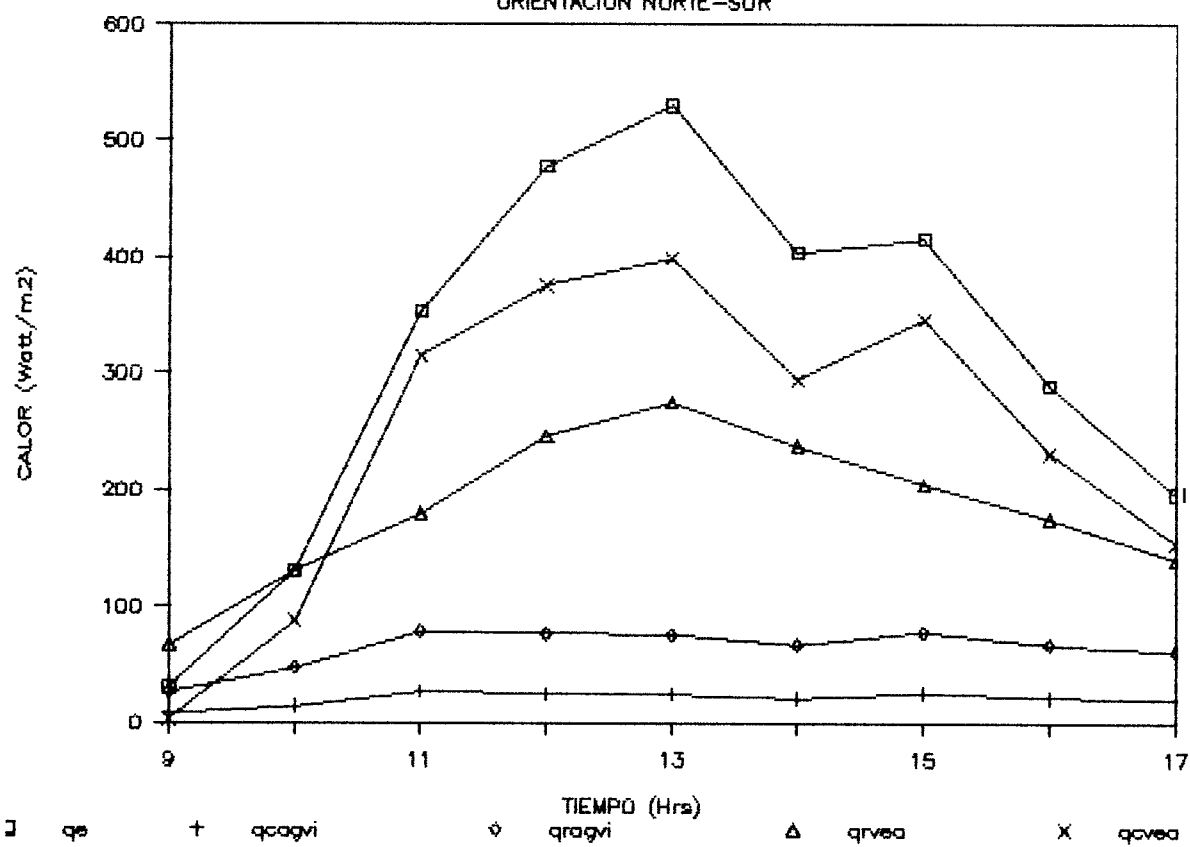
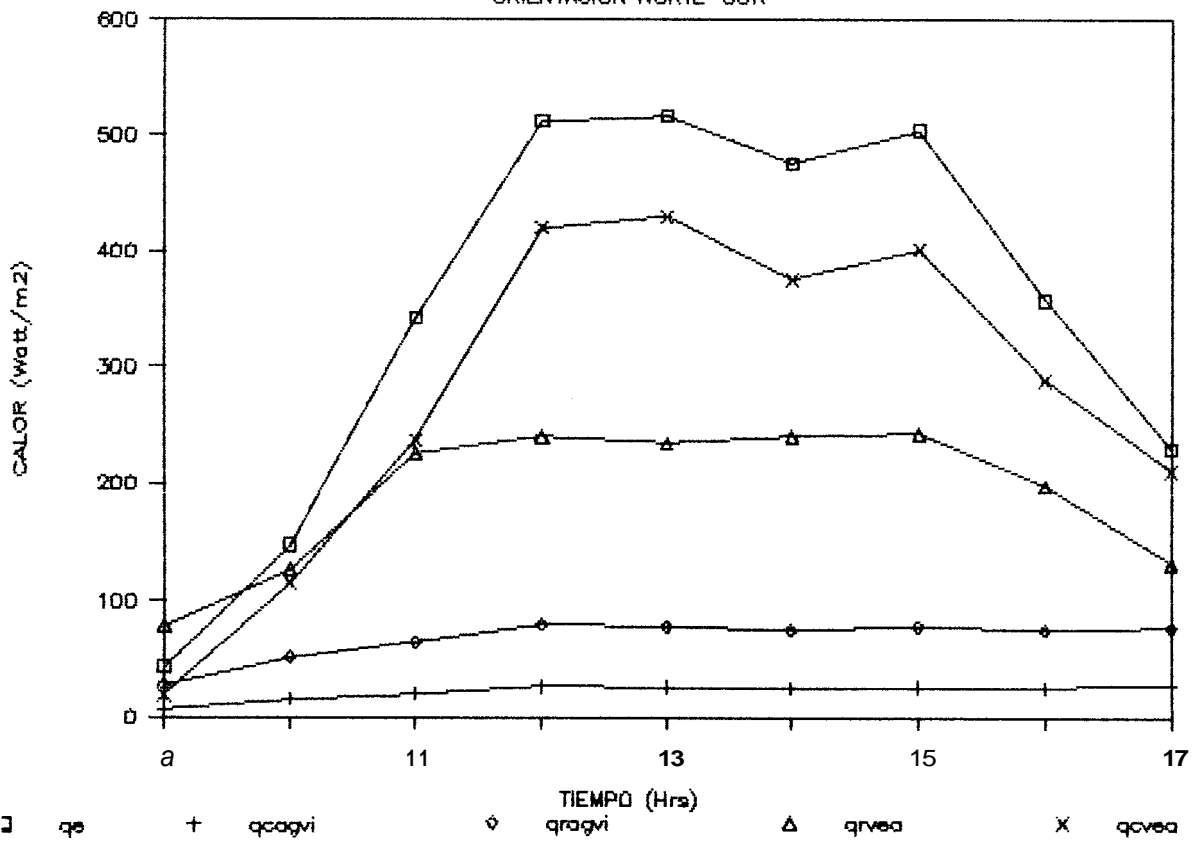


GRAFICO K.6.3.a.21 CALOR Vs. TIEMPO

ORIENTACION NORTE-SUR



### GRAFICO K.6.3.a.22 CALOR Vs. TIEMPO

ORIENTACION NORTE-SUR

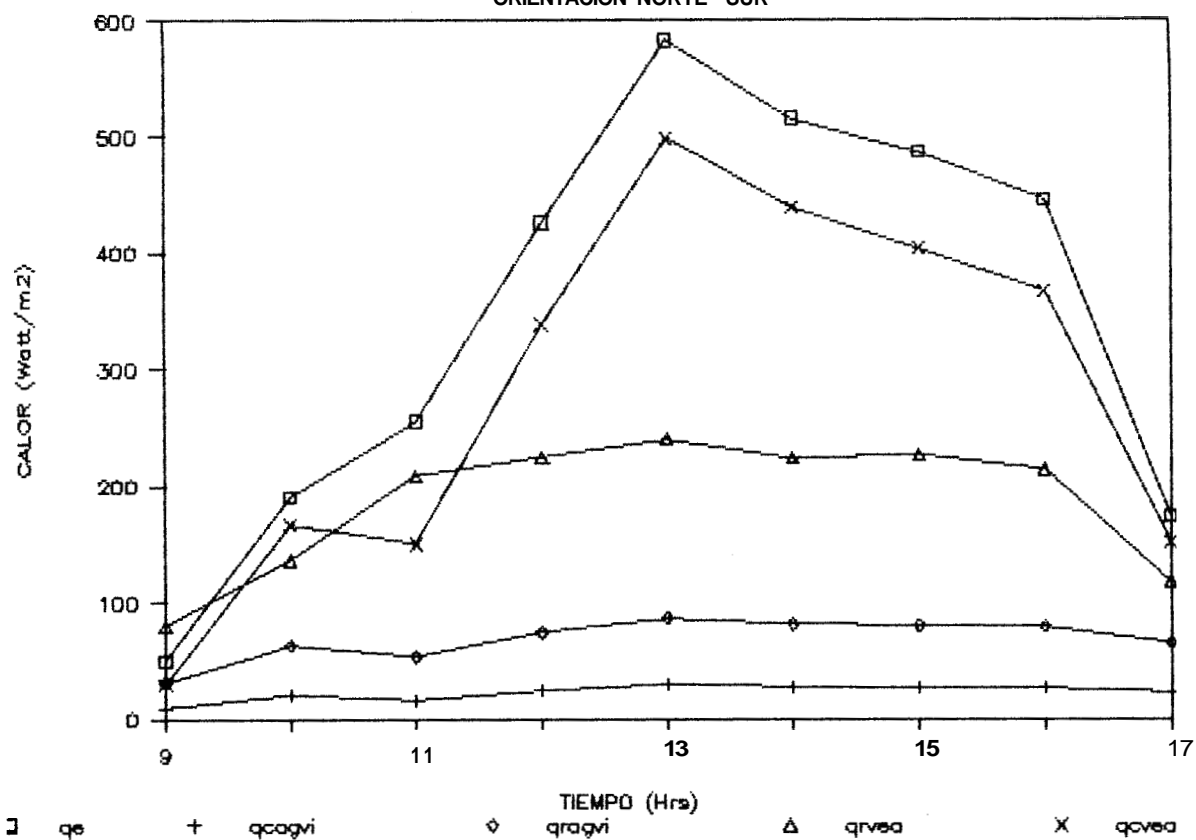


GRAFICO K.6.3.a.23 CALOR Vs. TIEMPO  
ORIENTACION NORTE-SUR

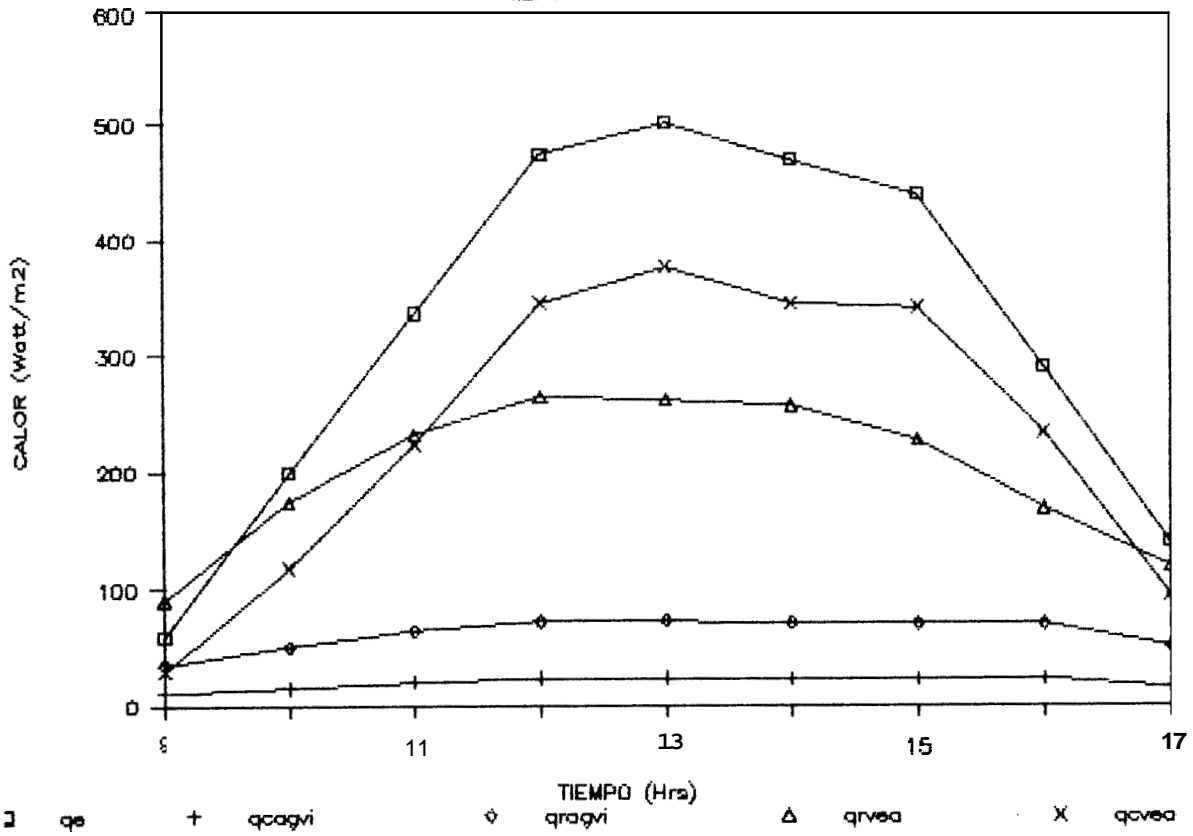


GRAFICO K.6.3.b.1 CALOR Vs. TIEMPO

ORIENTACION ESTE-OESTE

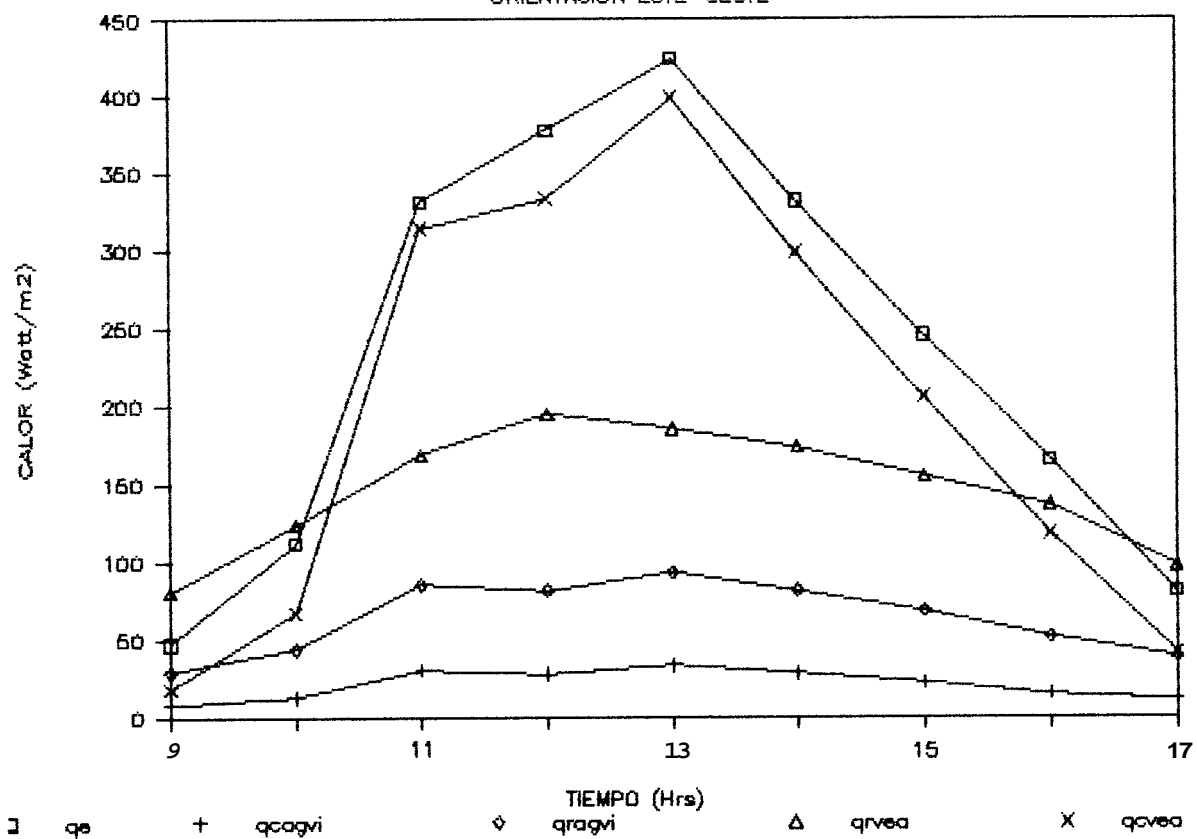


GRAFICO K.6.3.b.2 CALOR Vs. TIEMPO  
ORIENTACION ESTE-OESTE

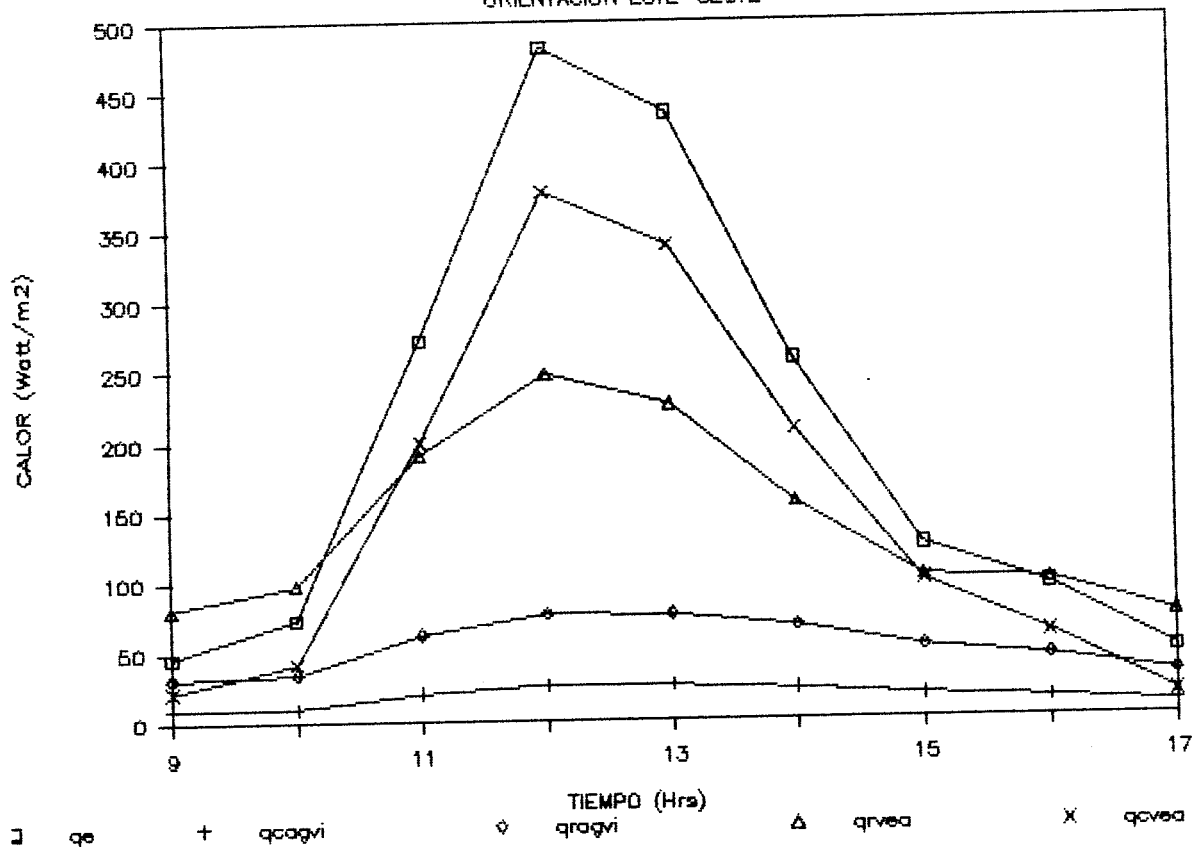


GRAFICO K.6.3.b.3 CALOR Vs. TIEMPO  
ORIENTACION ESTE-OESTE

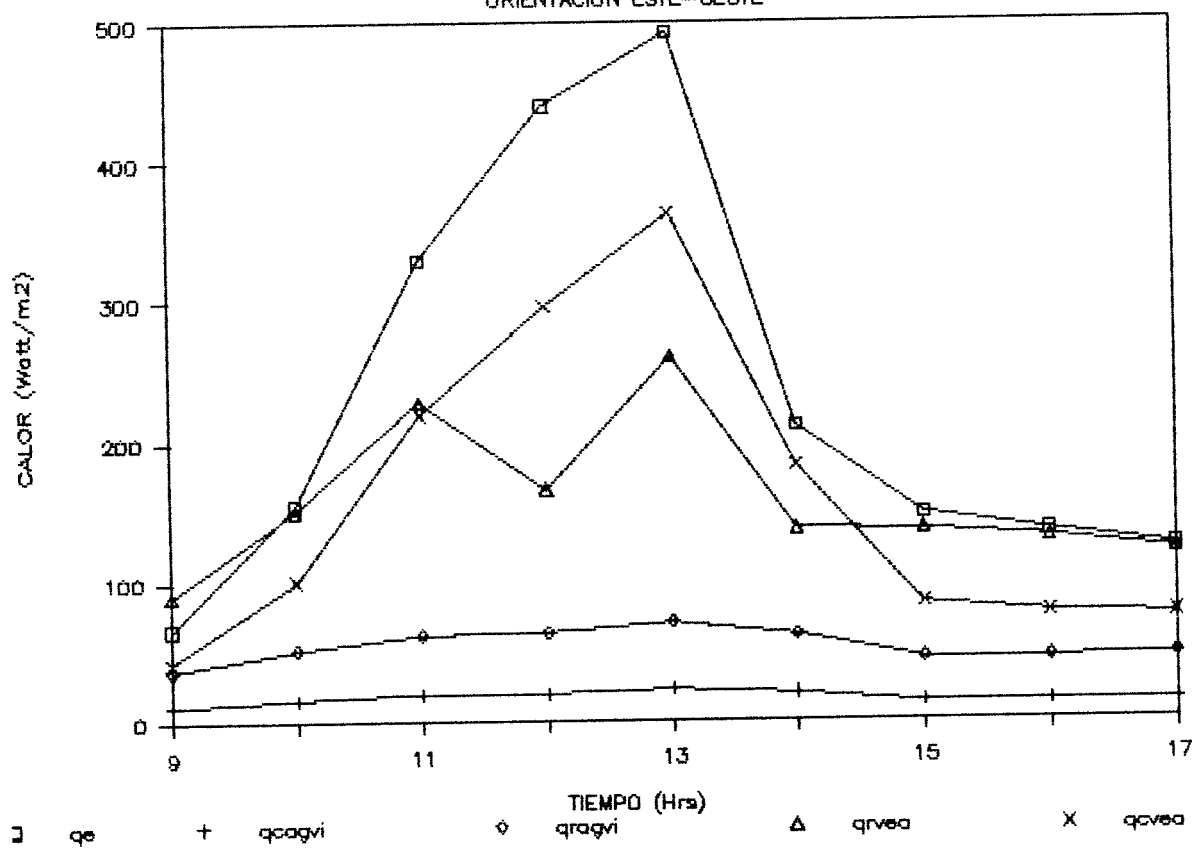
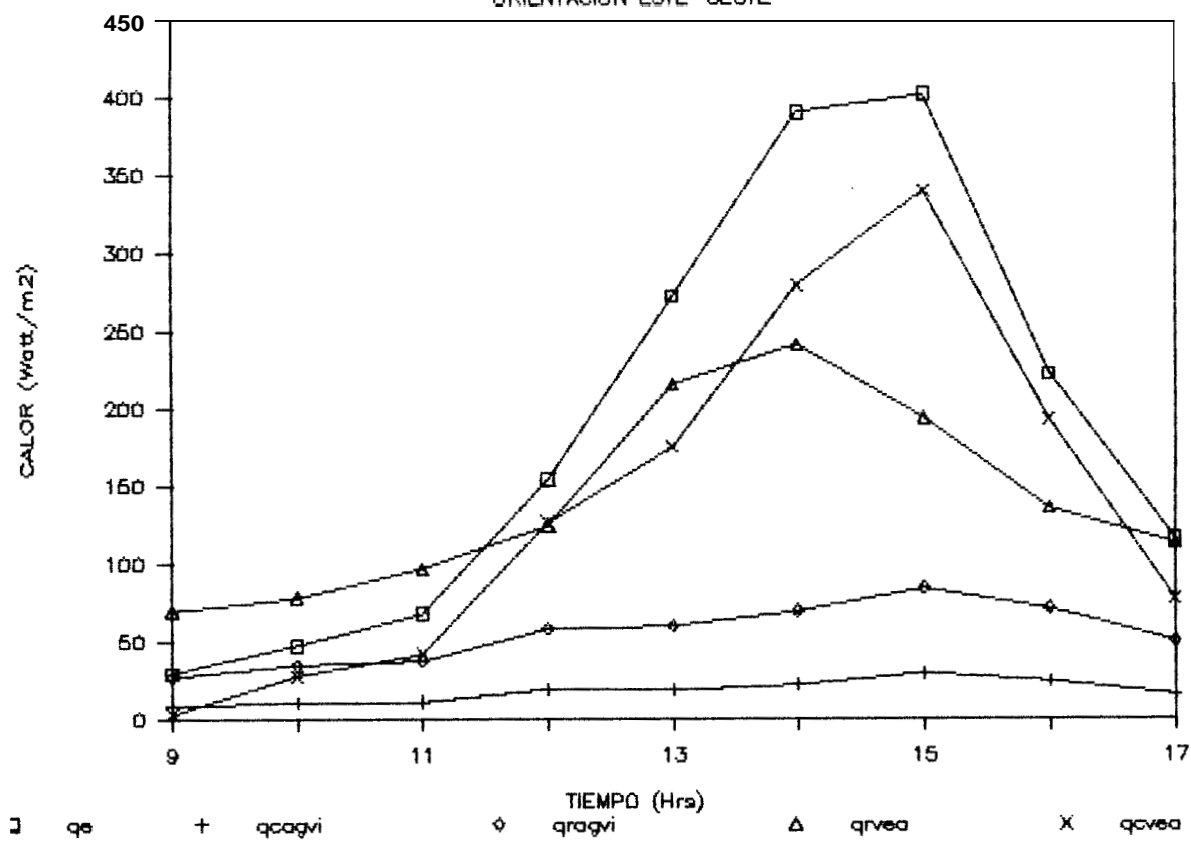


GRAFICO K.6.3.b.4 CALOR Vs. TIEMPO  
ORIENTACION ESTE-OESTE





### GRAFICO K.6.3.b.5 CALOR Vs. TIEMPO

ORIENTACION ESTE-OESTE

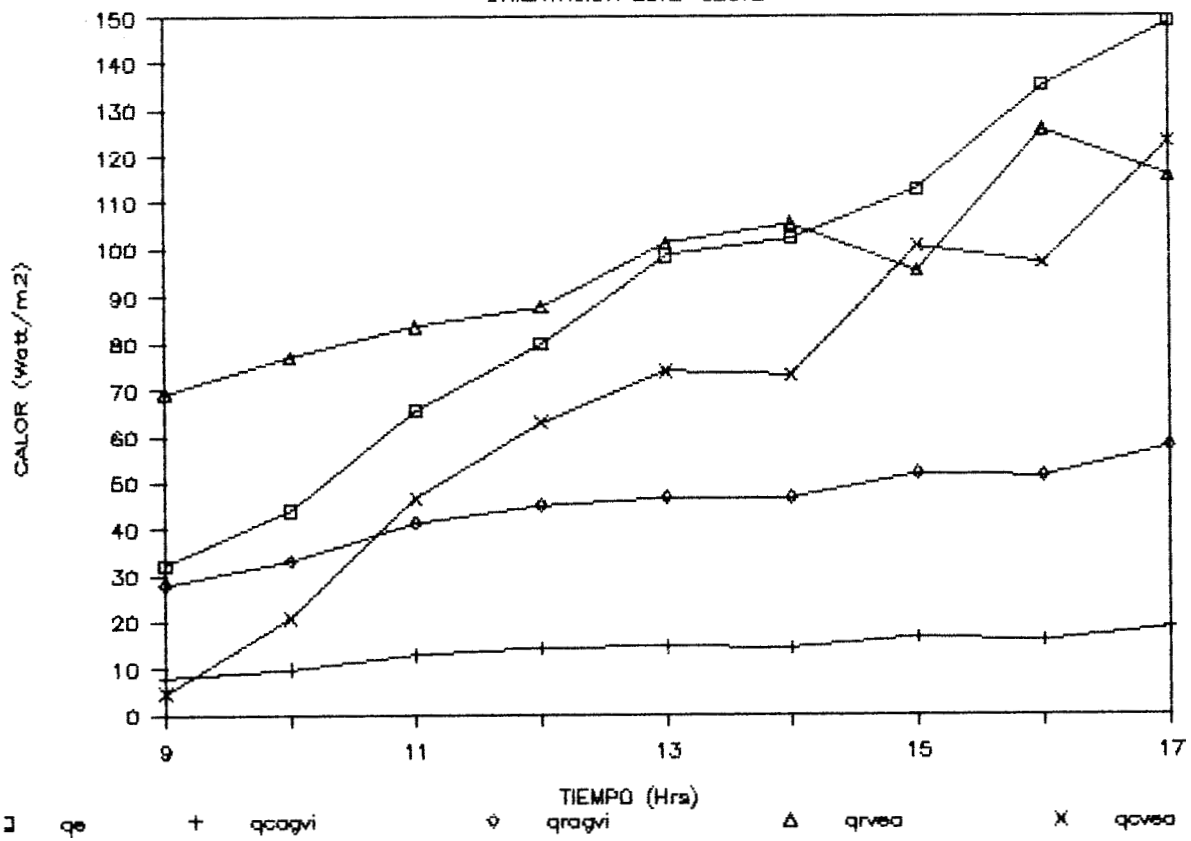


GRAFICO K.6.3.b.6 CALOR Vs. TIEMPO  
ORIENTACION ESTE-OESTE

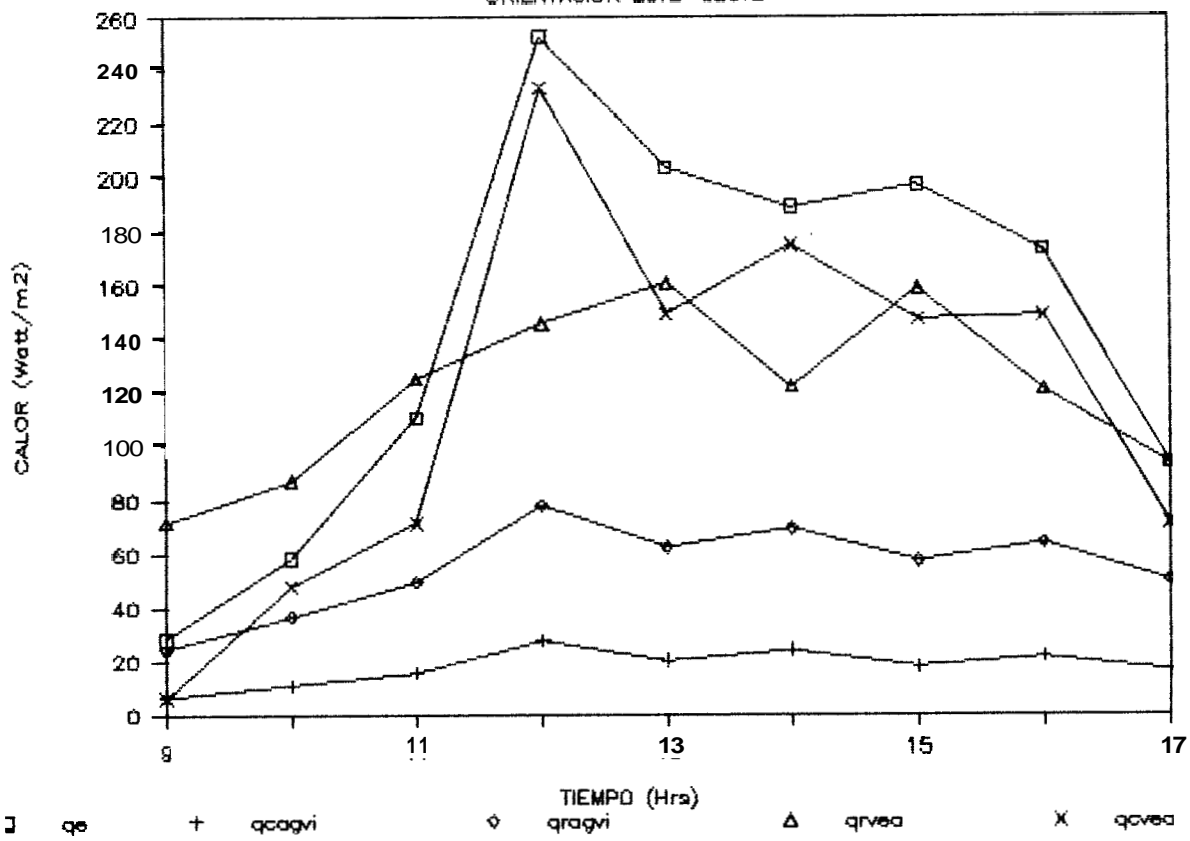


GRAFICO K.6.3.b.7 CALOR Vs. TIEMPO

ORIENTACION ESTE-OESTE

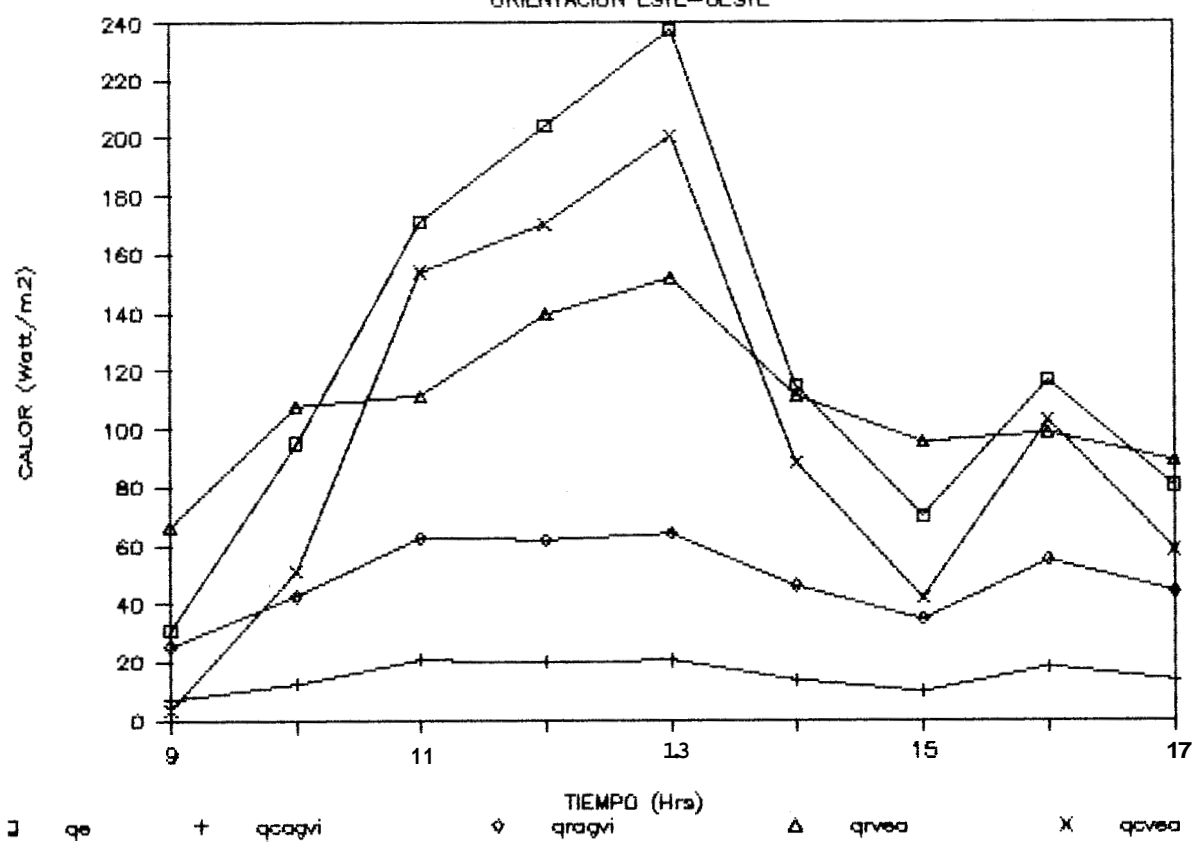


GRAFICO J.6.4.1.a. PROD. Vs. RADIACION  
ORIENT. NORTE-SUR

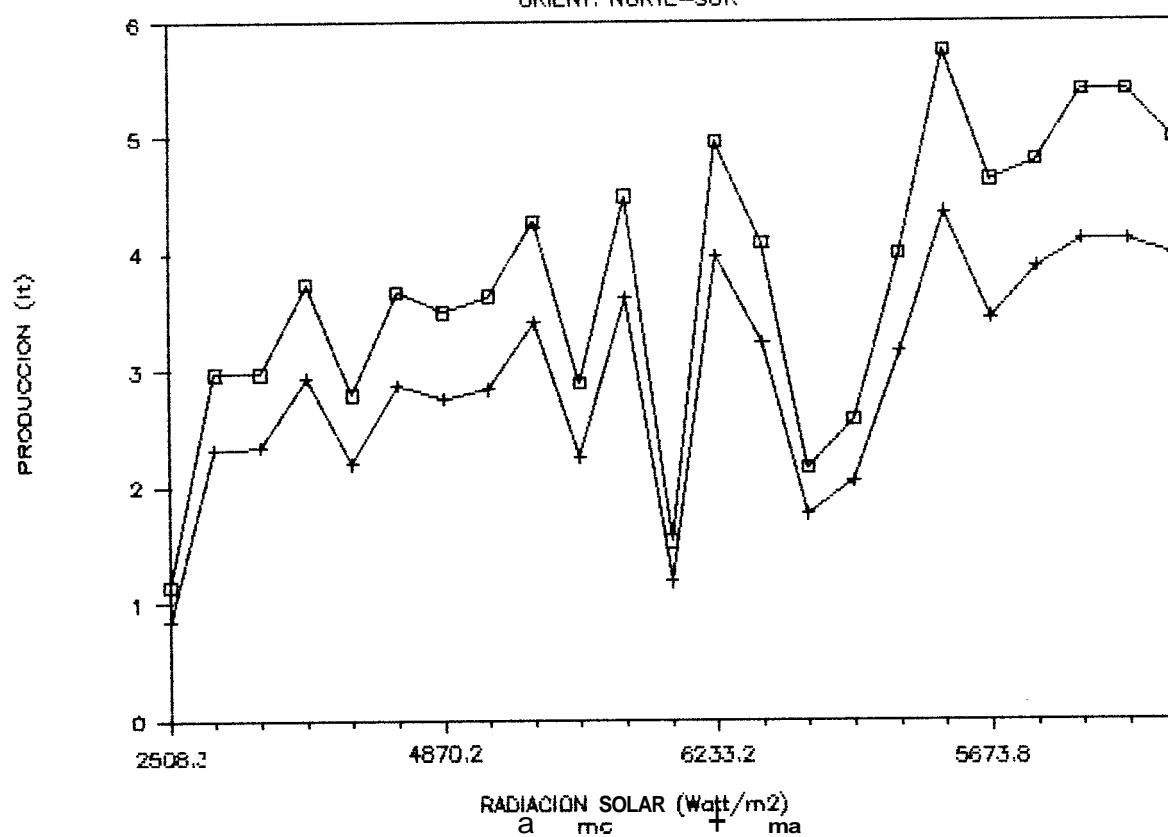


GRAFICO J.6.4.1.b. PROD. Vs. RADIACION

ORIENT. ESTE-OESTE

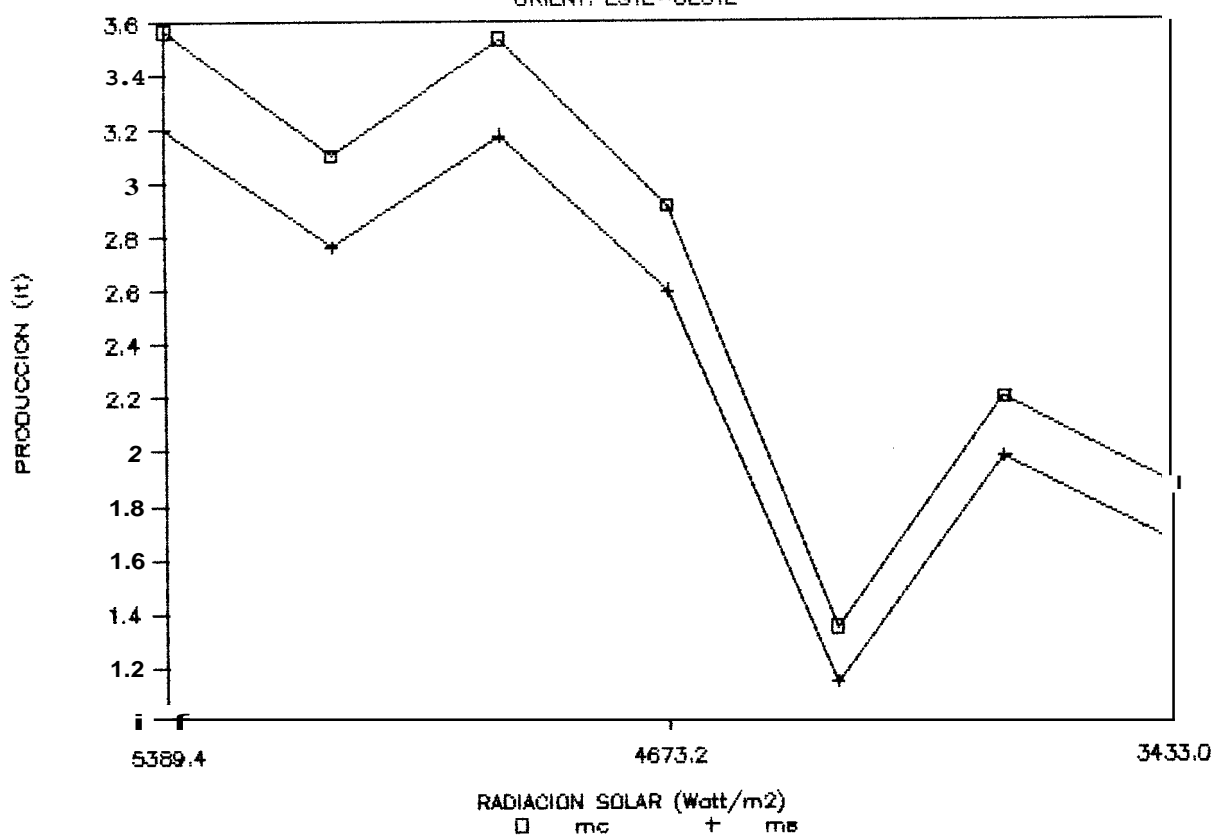


GRAFICO J.6.4.2.a. DIF. PROD. Vs. RAD.

ORIENT. NORTE-SUR

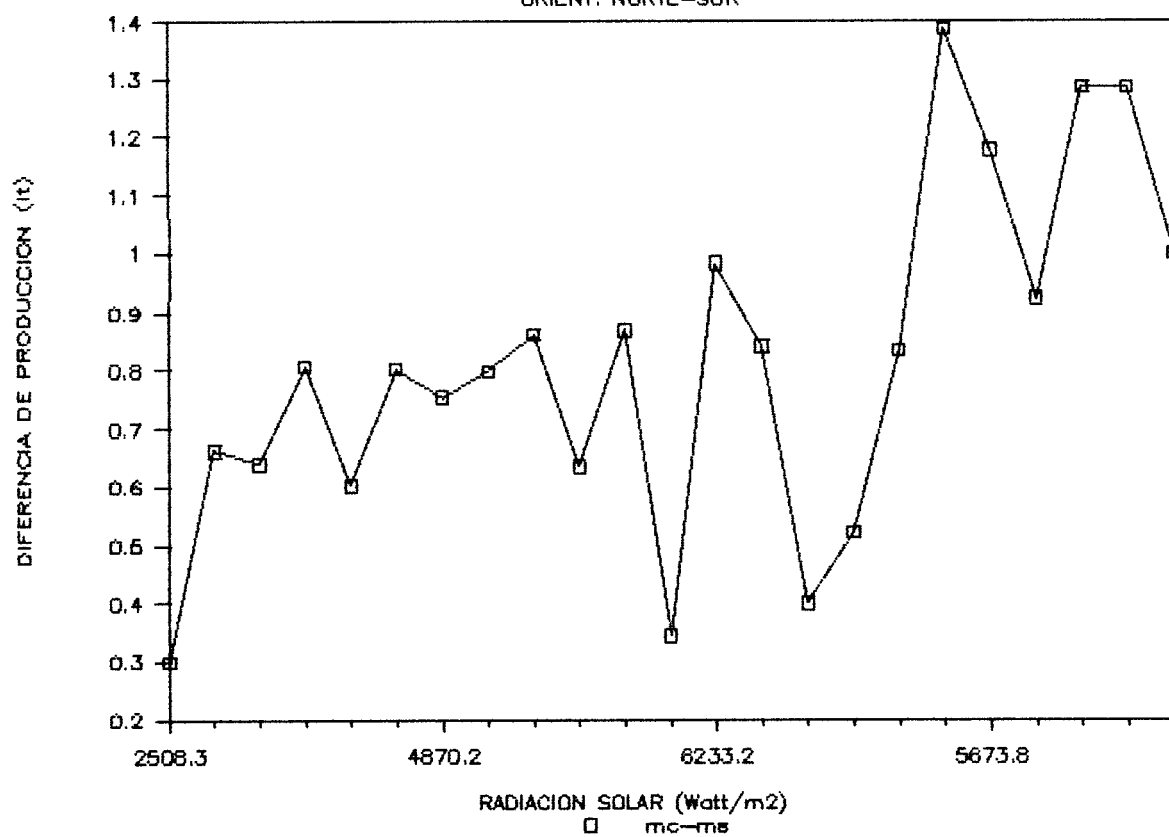


GRAFICO J.6.4.2.b. DIF. PROD. Vs. RAD.

ORIENT. ESTE-OESTE

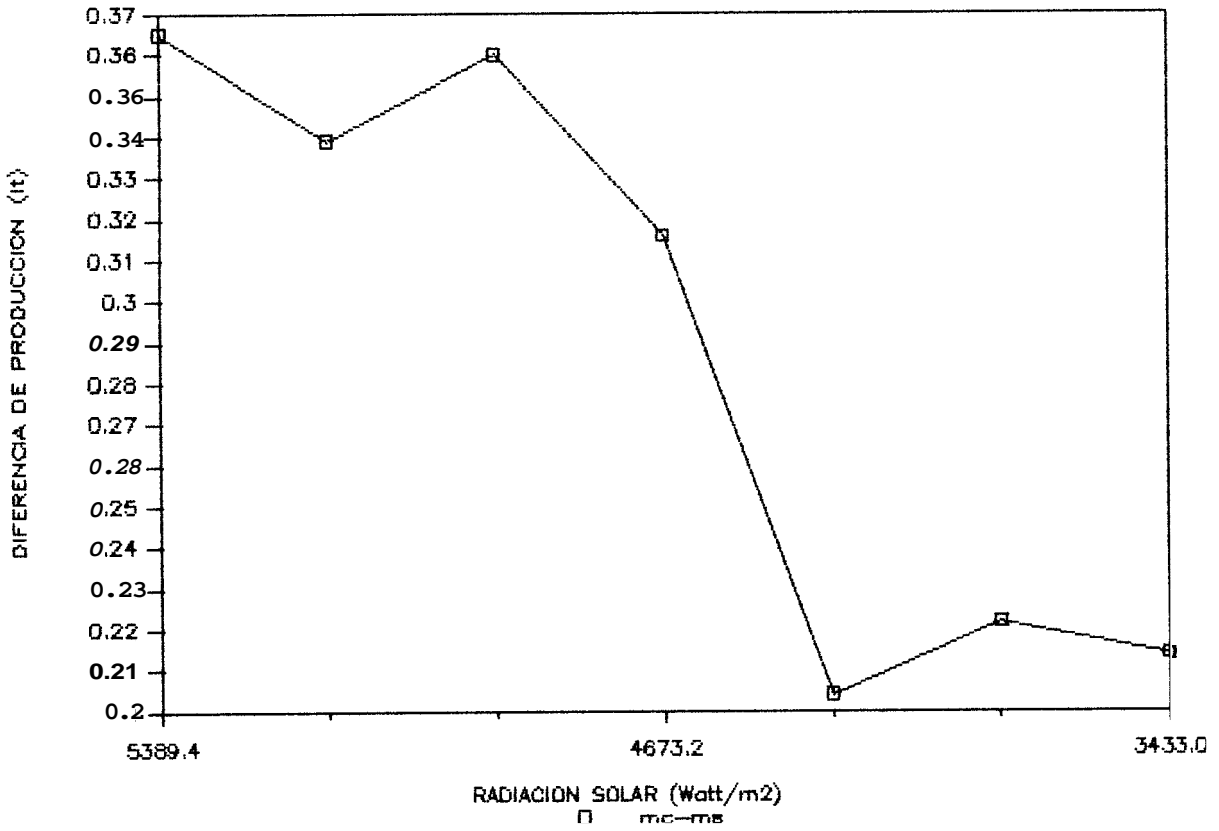


GRAFICO K.6.5.3.a. EFIC. Vs. HAD. SOLAR  
ORIENT, NORTE-SUR

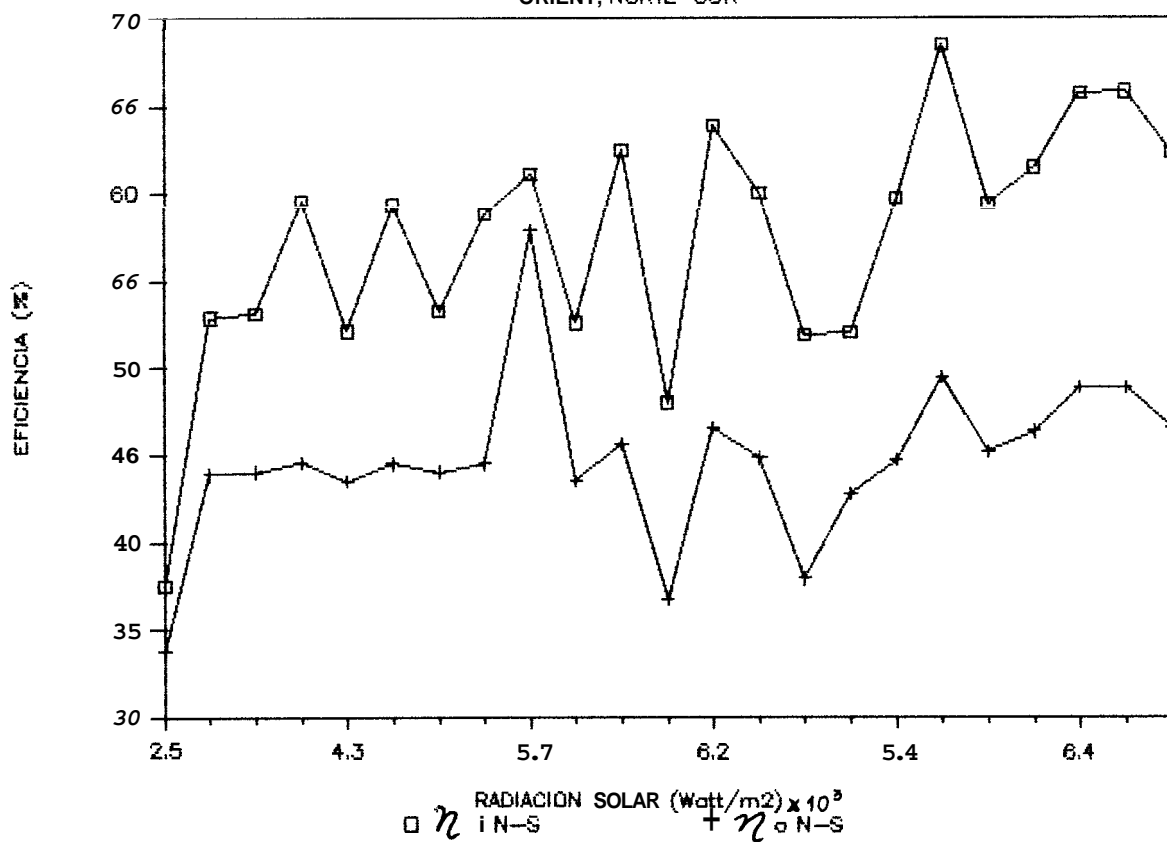




GRAFICO K.6.5.3.b. EFIC. Vs. RAD. SOLAR

ORIENT, ESTE-OESTE

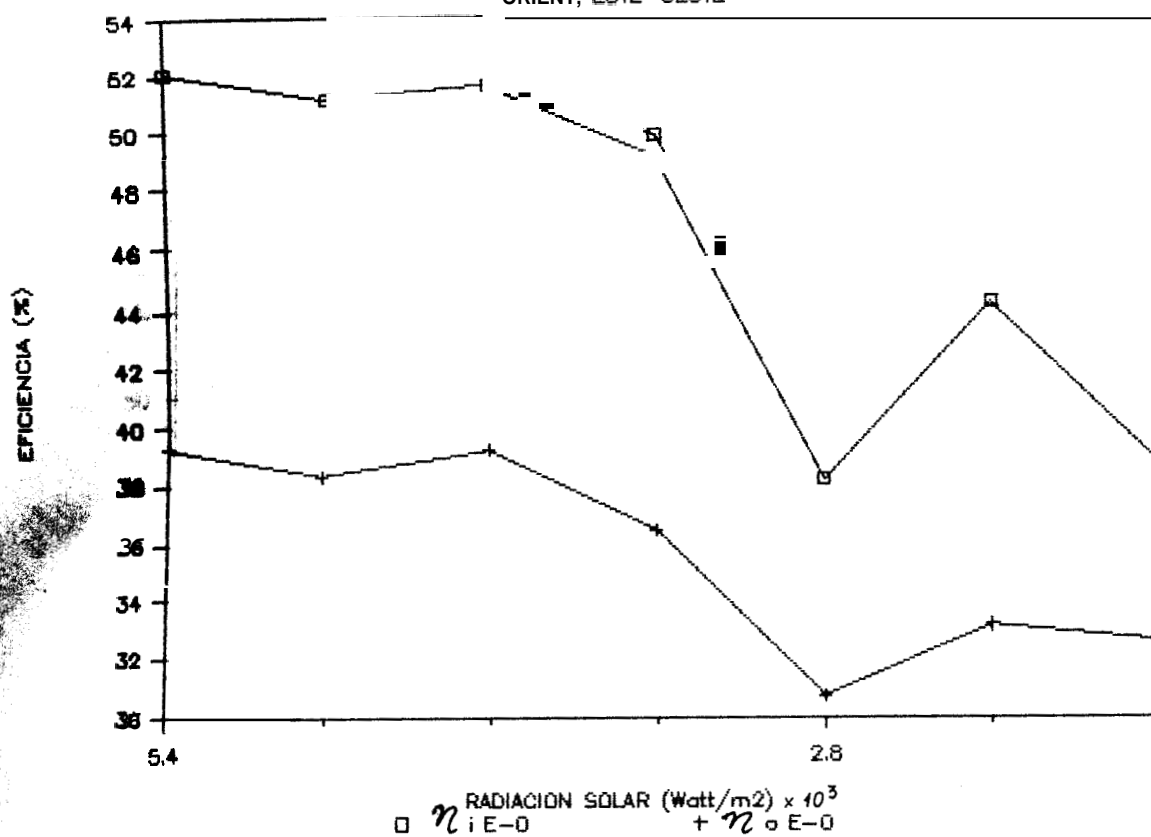


GRAFICO K.6.5.a.1. EFIC. Vs. PRUEBA  
ORIENT. NORTE-SUR

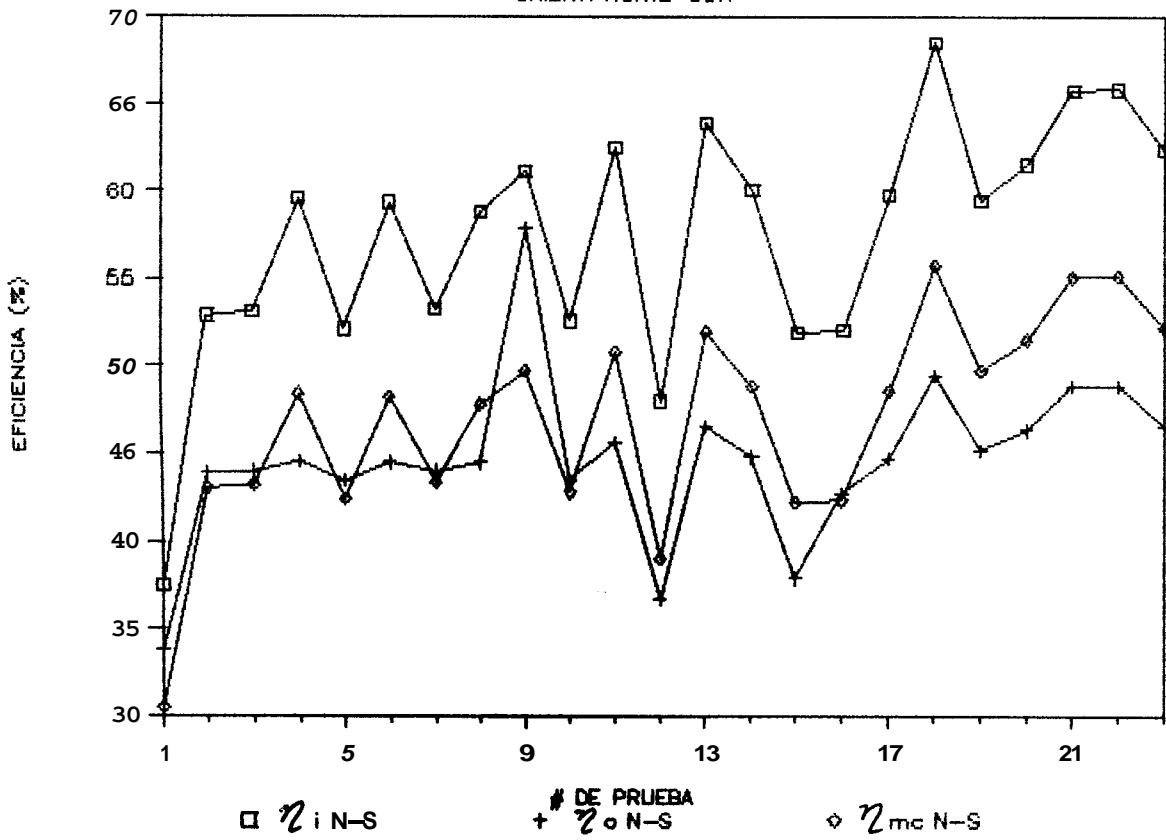
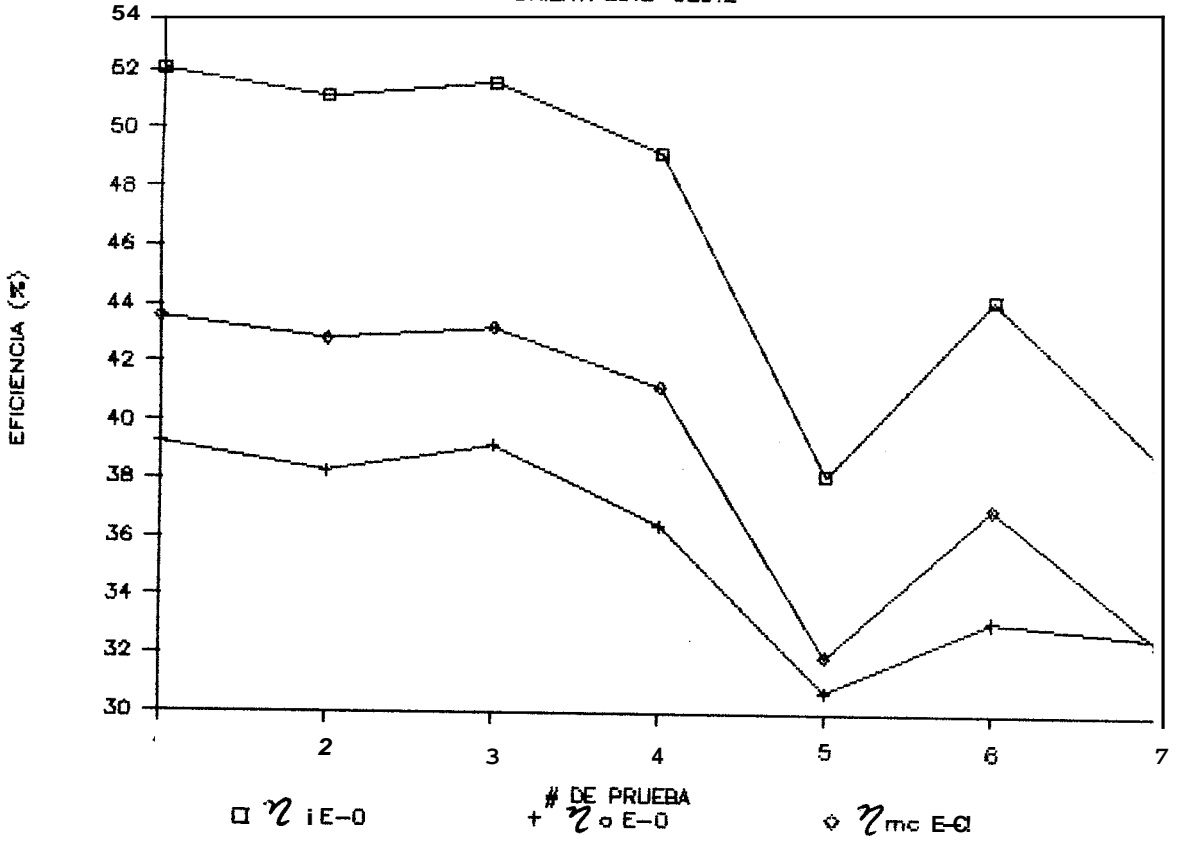


GRAFICO K.6.5.b.1, EFIC. Vs. PRUEBA

ORIENT. ESTE-OESTE



## BIBLIOGRAFIA

1. N. Campaña, La Contaminación Marina en la Costa Ecuatoriana. Ordenación y Desarrollo Integral de las Zonas Costeras. Informe del Seminario.
2. P. I. Cooper, "Solar Energy", Revista Pergamon Press, Vol 12 (1969).
3. J. Duffie y W. Beckman, Solar Engineering of Thermal Process (Mand: Sons Inc, 1980).
4. Electrónica Veneta. Instrumentos de Medida, Roma 1985
5. Electrónica Veneta. Solar Energy Minilab. Mod. SM-804/EV, Dispositivos Fundamentales, Roma 1985
6. Electrónica Veneta. Colectores de Concentración Puntiforme, Roma, 1985
7. Electrónica Veneta. Colectores de Concentración Lineal, Roma, 1985
8. Electrónica Veneta. Solar Trainer Para Sistemas Fotovoltaicos, Mod. STR-811/EV, Roma, 1985
9. Electrónica Veneta. Solar Trainer Para Hervidor Mixto, Mod. STR-815/EV, Roma, 1985
10. Electrónica Veneta. Solar Trainer, Mod. STR-813/EV, para Colector Plano y Tanque de Acumulación, Roma, 1985
11. Electrónica Veneta. Perseguidor Solar Electrónico, Mod. SI-824/EV, Roma, 1985
12. Electrónica Veneta. Trainer Fotovoltaico, Mod. PT-82, Roma, 1985
13. Fundación Natura: Diagnóstico Situación del Medio Ambiente en el Ecuador, Tomo 11, Mayo/81

14. A. Garcia, "Diseño y Construcción de Recipientes de Plásticos Reforzados de Fibra de Vidrio para Agua" (Tesis, Facultad de Ingeniería Mecánica, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 1982).
15. O. Headley, "Cascade Solar Still for Distilled Water Production Solar Energy", Revista Pergamon Press, Vol 15 (1973).
16. INEC III, Censo de Vivienda. Resultados Definitivos Guayas, **Tomo I**, 1982
17. INEC, Informes del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 1982
18. INEC, IV Censo Nacional de Población y III de Vivienda. Resumen Nacional-Breve Análisis de los Resultados Definitivos, 1982
19. INEC. Anuarios de Estadísticas Vitales, Nacional y De funciones, 1985
20. M. Jacob, Elements of Transfer
21. J. M. Keenan y F. G. Keyes, Propiedades Termodinámicas del Vapor (New York: Wiley, 1936).
22. F. Kreith, Principios de Transferencia de Calor (México: 1970).
23. W. McAdams, Heat Transmission
24. A. Meinel, Aplicaciones de la Energía Solar
25. Mustachi y Cena, Técnicas Salares de Destilación del Agua (Roma).
26. R. Paz, "Diseño y Construcción de un Destilador Solar" (Tesis, Facultad de Ingeniería Mecánica, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 1982).