



**UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO**

---

**División de Ciencias e Ingeniería**

**ANÁLISIS COMPARATIVO DEL EFECTO DE LA  
RADIACIÓN SOLAR, ENTRE MATERIALES  
POLIFÁSICOS CON FIBRAS ORGÁNICAS Y  
MATERIALES ASFÁLTICOS Y ELASTOMÉRICOS**

**TESIS RECEPCIONAL**

Para obtener el Grado de

*Ingeniero en Sistemas de Energía*

**PRESENTA**

**JUAN FRANCISCO BÁRCENAS GRANIEL**

**DIRECTOR DE TESIS**

**DR. INOCENTE BOJÓRQUEZ BÁEZ**

Chetumal, Quintana Roo, Noviembre de 2007



**UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO**  
**División de Ciencias e Ingeniería**

**Tesis elaborada bajo la supervisión del Comité de Asesoría y aprobada como requisito parcial, para obtener el grado de:**

**INGENIERO EN SISTEMAS DE ENERGÍA**

**COMITÉ**

**Director:** Dr. Inocente Bojórquez Báez \_\_\_\_\_

**Asesor:** M.E.S. Roberto Acosta Olea \_\_\_\_\_

**Asesor:** Dr. Víctor Hugo Soberanis Cruz \_\_\_\_\_

**Chetumal, Quintana Roo, Noviembre de 2007**

## **DEDICATORIA.**

Padres míos. Francisco Bárcenas y Emi Graniel. Genuinos arquitectos de mi camino.

Hijos Clío y Daniel. El impulso que me dieron es sin igual. Concepción, por tu apoyo en este camino.

## **AGRADECIMIENTOS.**

A TODOS USTEDES, NUESTRO UNIVERSO; MATERIAL Y ESPIRITUAL, POR EL CUAL QUEREMOS TRASCENDER Y APORTAR NUESTRO GRANO DE ARENA EN LA VIDA.

Profe San Juan; querido Doctor, le agradezco el punto de partida que me impulsa con sus cátedras llenas de sabiduría. Prof. Pereira, por su talento a hacernos pensar con conocimiento de causa. Prof. Vicente, por su paciencia e interés en encontrar yo, un rumbo hacia la ciencia. Prof. Bojor, por ser mi tutor y consejero durante tantos años, por aportarme las piezas integradoras de mi conocimiento, ciencia- sociedad. Prof. Olea, por sus consejos solares y su paciencia abundante. Prof. Soberanis, su aporte a mi formación científica me abrió nuevos caminos llenos de posibilidades.

Profa. Yoao, sin su apoyo en las edades secundarias no habría ahondado en la naturaleza de las cosas. A doña Lupita, experta en la ciencia de la vida, el universo que encierra es infinito de posibilidades y nunca será agotado. Padre mío, por prestarme tus libros y participar en los experimentos de tu laboratorio, que me permitieron vislumbrar tantas cosas de la naturaleza.

Homero, Pindaro, Safo, Pitágoras, Hesiodo, Solón, Platón, Aristóteles, Aristofanes, Sófocles, Agatón, Cesar, Marco Aurelio,.. oh Petronius, arbiter....Democrito.....Iao tse, Balam, ..y tantas personas de ciencia...les debo mi interés y dedicación por los conocimientos adquiridos. Maestros anacrónicos.

**GRACIAS.**

## ÍNDICE.

<b>Resumen.</b>	1
<b>Introducción.</b>	2
<b>Marco Teórico.</b>	2
<b>Hipótesis.</b>	5
<b>Objetivo general.</b>	5
<b>Objetivos específicos.</b>	5
<b>Justificación.</b>	6
<b>Metodología.</b>	6
<b>Resultados.</b>	6
<b>Los aportes técnicos.</b>	6
<b>CAPITULO 1. Caracterización de los materiales.</b>	7
1.1 Los materiales asfálticos.	8
1.1.1 Los mantos prefabricados.	8
1.1.2 Emulsiones asfálticas base agua.	8
1.1.3 Pasta asfáltica con aluminio base solvente.	9
1.2 Los materiales elastoméricos.	9
1.2.1 Impermeabilizantes elastoméricos	10
1.2.2. Recubrimientos elastoméricos.	11
1.3 Materiales polifásicos a base de fibras orgánicas.	11
1.3.1 Material a base de fibras leñosas.	11
1.4 Descripción de las propiedades físicas y ópticas de los materiales.	12
1.4.1 Los materiales asfálticos.	12
1.4.2 Los materiales elastoméricos.	13
1.4.3 Los materiales polifásicos a base de fibras orgánicas.	13
Conclusiones parciales.	15
<b>CAPÍTULO 2. Metodología de medición.</b>	16
2.1 Materiales seleccionados.	16
2.2 Metodología de medición y toma de datos.	16
2.2.1 Criterios de número de mediciones a efectuar.	18
2.2.2 Orientación e inclinación de las maquetas.	19
2.2.3 Disposición de los termómetros en las maquetas.	19
2.3 Instrumentos de medición.	20
2.4 Aparato de medición caja caliente.	20
2.4.1 Partes de la caja caliente.	21
2.4.2 Tamaño del aparato.	23
2.4.3 Materiales y herramientas de construcción.	23
Conclusiones parciales.	23
<b>CAPÍTULO 3. Correlaciones entre la temperatura superficial y las variables climatológicas.</b>	24
3.1 Cálculo del ángulo de incidencia.	24
3.2 Duración del día.	25
3.3 Hora orto ( $H_{or}$ )	25
3.4 Hora ocaso ( $H_{oc}$ ).	26
3.5 Análisis funcional de las variables y de la temperatura superficial.	26
3.5.1 Coeficiente de correlación ( $r$ ) y determinación ( $r^2$ )	26
Conclusiones parciales.	30

<b>CAPITULO 4. Diseño de experimento estadístico para determinar temperaturas superficiales.</b>	31
4.1 Criterios para determinar la muestra de estudio.	31
4.2 Modelo de regresión lineal.	35
4.2.1 Los intervalos de confianza	35
4.3. Desarrollo de cada experimento estadístico.	36
4.3.1 Experimentos estadísticos membrana asfáltica en rojo terracota para los datos de la mañana.	37
4.3.2 Experimento estadístico membrana asfáltica en rojo terracota para los datos de la tarde.	39
4.3.3 Experimento estadístico para la membrana asfáltica en acabado blanco acrílico para datos de la mañana.	41
4.3.4 Experimento estadístico para la membrana asfáltica en acabado blanco acrílico para datos de la tarde.	43
4.3.5 Experimento estadístico para la membrana elastomérica en rojo terracota datos de la mañana.	45
4.3.6 Experimento estadístico para la membrana elastomérica en rojo terracota, datos de la tarde.	47
4.3.7 Experimento estadístico para la película elastomérica en blanco, datos de la mañana.	49
4.3.8 Experimento estadístico para la película elastomérica en blanco, datos de la tarde.	51
4.3.9 Experimento estadístico para panel ligero de fibra leñosa, datos de la mañana.	53
4.3.10 Experimento estadístico para panel ligero de fibra leñosa, datos de la tarde.	55
4.3.11 Experimento estadístico para textura en negro mate, datos de la mañana.	57
4.3.12 Experimento estadístico para textura en negro mate, datos de la tarde.	59
Conclusiones parciales.	61
<b>Recomendaciones.</b>	62
<b>Referencia bibliográficas.</b>	63
<b>Bibliografía.</b>	64
<b>Anexos.</b>	67

## ÍNDICE DE FIGURAS.

<b>Figura</b>	<b>Nombre de la figura</b>	<b>Pagina</b>
1.3.1	Panel MOV-6 en su tamaño original.	12
2.1	Maquetas con un recubrimiento impermeable de tipo APP prefabricado con acabado en gravilla en color rojo terracota.	18
2.2	Instrumentos de medición utilizados.	20
2.3	Caja caliente.	21
2.3.1.1	Cámara exterior, provista de una película transparente de acetato, como barrera contra las ráfagas de viento.	21
2.3.1.2	Cámara climatizada, con ventilador para efecto convectivo forzado.	22
2.3.1.3	Maquetas orientadas al Norte.	22
4.3.1.1	Dispersión de las variables, rojo asfáltico para la mañana.	37
4.3.1.2	Comportamiento de la variable S y el ajuste de la curva, rojo asfáltico, mañana.	37
4.3.1.3	Nomograma membrana asfáltica en rojo, para $\omega < 0^\circ$	38
4.3.2.1	Dispersión de las variables, rojo asfáltico para la tarde.	39
4.3.2.2	Comportamiento de la variable S y el ajuste de la curva, rojo asfáltico, tarde.	39
4.3.2.3	Nomograma Membrana asfáltica en rojo, para $\omega \geq 0^\circ$	40
4.3.3.1	Dispersión de las variables, blanco asfáltico para la mañana.	41
4.3.3.2	Comportamiento de la variable S y el ajuste de la curva, blanco asfáltico, mañana.	41
4.3.3.3	Nomograma Membrana asfáltica en blanco, para $\omega < 0^\circ$	42
4.3.4.1	Dispersión de las variables, blanco asfáltico, para la tarde.	43
4.3.4.2	Comportamiento de la variable S y el ajuste de la curva, blanco asfáltico, tarde.	43
4.3.4.3	Nomograma Membrana asfáltica en blanco, para $\omega \geq 0^\circ$	44
4.3.5.1	Dispersión de las variables, rojo elastomérico, para la mañana.	45
4.3.5.2	Comportamiento de la variable S y el ajuste de la curva, rojo elastomérico, mañana.	45
4.3.5.3	Nomograma Membrana en rojo elastomérico, para $\omega < 0^\circ$	46
4.3.6.1	Dispersión de las variables, rojo elastomérico, para la tarde.	47
4.3.6.2	Comportamiento de la variable S y el ajuste de la curva, rojo elastomérico, tarde.	47

4.3.6.3	Nomograma Membrana en rojo elastomérico, para $\omega \geq 0^\circ$	48
4.3.7.1	Dispersión de las variables, blanco elastomérico, para la mañana.	49
4.3.7.2	Comportamiento de la variable S y el ajuste de la curva blanco elastomérico, mañana.	49
4.3.7.3	Nomograma Membrana en blanco elastomérico, para $\omega < 0^\circ$	50
4.3.8.1	Dispersión de las variables, blanco elastomérico, para la tarde.	51
4.3.8.2	Comportamiento de la variable S y el ajuste de la curva, blanco elastomérico, tarde.	51
4.3.8.3	Nomograma Membrana en blanco elastomérico, para $\omega \geq 0^\circ$	52
4.3.9.1	Dispersión de las variables fibra leñosa para la mañana.	53
4.3.9.2	Comportamiento de la variable S y el ajuste de la curva, fibra leñosa, mañana.	53
4.3.9.3	Nomograma Fibra leñosa, para $\omega < 0^\circ$	54
4.3.10.1	Dispersión de las variables, fibra leñosa para la tarde.	55
4.3.10.2	Comportamiento de la variable S y el ajuste de la curva, fibra leñosa, tarde.	55
4.3.10.3	Nomograma Fibra leñosa, para $\omega \geq 0^\circ$	56
4.3.11.1	Dispersión de las variables, negro mate, para la mañana.	57
4.3.11.2	Comportamiento de la variable S y el ajuste de la curva negro mate, mañana.	57
4.3.11.3	Nomograma Negro mate, para $\omega < 0^\circ$	58
4.3.12.1	Dispersión de las variables, negro mate, para la tarde.	59
4.3.12.2	Comportamiento de la variable S y el ajuste de la curva negro mate, tarde	59
4.3.12.3	Nomograma Negro mate, para $\omega \geq 0^\circ$	60

## ÍNDICE DE TABLAS.

<b>Tabla</b>	<b>Nombre de tabla</b>	<b>Página</b>
2.1	Materiales seleccionados para las mediciones formales.	15
3.5	Simbología de las variables medidas y calculadas.	27
3.5.1	Matriz de correlaciones entre la variable dependiente Tsera y las variables independientes.	28
3.5.2	Matriz de correlaciones entre la variable dependiente Tseba y las variables independientes.	28
3.5.3	Matriz de correlaciones entre la variable dependiente Tsere y las variables independientes.	28
3.5.4	Matriz de correlaciones entre la variable dependiente Tsebe y las variables independientes.	29
3.5.5	Matriz de correlaciones entre la variable dependiente Tsef y las variables independientes.	29
3.5.6	Matriz de correlaciones entre la variable dependiente Tsen y las variables independientes.	29
4.1.1	Matriz de correlaciones entre la variable dependiente Tsera y las variables independientes seleccionadas.	32
4.1.2	Matriz de correlaciones entre la variable dependiente Tseba y las variables independientes seleccionadas.	32
4.1.3	Matriz de correlaciones entre la variable dependiente Tsere y las variables independientes seleccionadas.	32
4.1.4	Matriz de correlaciones entre la variable dependiente Tsebe y las variables independientes seleccionadas.	33
4.1.5	Matriz de correlaciones entre la variable dependiente Tsebe y las variables independientes seleccionadas.	33
4.1.6	Matriz de correlaciones entre la variable dependiente Tsen y las variables independientes seleccionadas.	33
4.3.1	Validación experimento estadístico para Membrana asfáltica en rojo terracota del grupo de la mañana.	37
4.3.2	Validación experimento estadístico para Membrana asfáltica en rojo terracota del grupo de la tarde.	39
4.3.3	Validación experimento estadístico para Membrana asfáltica con acabado en blanco acrílico, del grupo de la mañana.	41
4.3.4	Validación experimento estadístico para Membrana asfáltica con acabado en blanco acrílico del grupo de la tarde.	43
4.3.5	Validación experimento estadístico para Membrana elastomérica en rojo terracota. Grupo de la mañana.	45
4.3.6	Validación experimento estadístico para Membrana elastomérica en rojo terracota. Grupo de la tarde.	47
4.3.7	Validación experimento estadístico para Membrana elastomérica en blanco. Grupo de la mañana.	49
4.3.8	Validación experimento estadístico para Membrana elastomérica en blanco. Grupo de la tarde.	51
4.3.9	Validación de experimento estadístico para la fibra leñosa. Grupo de la mañana.	53
4.3.10	Validación experimento estadístico para Membrana fibra leñosa. Grupo de la tarde.	55
4.3.11	Validación experimento estadístico para acabado negro acrílico. Grupo de la mañana.	57
4.3.12	Validación experimento estadístico para Acabado en negro acrílico. Grupo de la tarde.	59



## **RESUMEN.**

Actualmente, en la búsqueda del confort térmico en las viviendas, se pagan facturas excesivas por concepto de energía eléctrica. Esto implica problemas para la sociedad; económicos y ambientales. En el clima cálido húmedo, es necesario disipar el calor ganado en las viviendas. Una forma es adecuar los materiales de la envolvente; orientar para recibir menos radiación solar directa y mayor caudal de viento, las techumbres, siendo los elementos de la vivienda más expuestos a un ambiente solar, deben adecuarse de la mejor manera, para no absorber demasiado calor a lo largo del día.

El objetivo del presente trabajo fue analizar el proceso de transferencia de calor a través de la techumbre, analizando seis diferentes texturas superficiales utilizadas normalmente en la actualidad, bajo ciertas condiciones ambientales. Este estudio, sirva para ejercer un análisis parcial en el diseño y la implementación de nuevos recursos para diseñar y remoldar viviendas cómodas, térmicamente.

Con fundamento en la norma ASTM C-1363-97 se formularon seis experimentos estadísticos, que incluyen a las siguientes variables; temperatura superficial de cada material como dependiente. Ángulo de incidencia solar, insolación, humedad relativa, temperatura ambiental, hora civil y solar, como variables independientes. El resultado obtenido fué; doce nomogramas que explican en función del ángulo de incidencia solar y la insolación, la temperatura superficial de cada material para la mañana y la tarde, teniendo como variables de entrada la insolación y el ángulo de incidencia solar, y como variable de salida, la temperatura superficial de cada material estudiado.

## **Introducción.**

La vivienda es parte esencial de la civilización. En ella se cumplen las funciones básicas como, dormir, convivir y trabajar, además de proteger contra el intemperismo. Es deseable que aparte de seguridad y establecimiento, se tenga un confort que integre el auditivo, lumínico, térmico, higrométrico y olfativo.

En la búsqueda del confort térmico, convencionalmente se han diseñado máquinas para conseguir mecánicamente estar en la *zona de confort*. También se tienen *métodos constructivos alternos* al convencional, que utilizando la arquitectura y el medio, logran microclimas confortables a nuestros sentidos. En ambos casos, la selección y aplicación de los materiales constructivos determina en gran medida las ganancias o pérdidas térmicas en una vivienda. Es decir si se está o no en la *zona de confort*.

La techumbre en muchas viviendas suelen ser planas, o con pequeñas inclinaciones. Es un elemento por el que se transfiere una cantidad importante de calor a lo largo del día, pues se encuentra expuesta a la radiación solar directa. Esta radiación a ser absorbida por el material superficial de la techumbre, puede transferirse al interior, provocando malestar por la elevada temperatura. Esto sucede con frecuencia en nuestro clima tropical, lo cual trae como consecuencia el recurrir frecuentemente a los mecanismos de ventilación o aire acondicionado, con la consecuente facturación por energía eléctrica.

Es por ello, que existe una necesidad de generar información que permita determinar, los materiales que tienen una mejor resistencia a las ganancias térmicas en un ambiente solar a través de la techumbre.

## **Marco Teórico.**

Esta línea de estudio, se refiere a los aportes y recomendaciones de las diferentes experiencias que distintos investigadores han desarrollado sobre la transferencia de calor, a través de la techumbre.

King<sup>1</sup>, recomienda construir techumbres inclinadas para evitar que la radiación solar incida directamente en la envolvente.

De Buen y Montaña<sup>2</sup> refieren que gran parte del calor que se introduce a una construcción se da por el techo, esto por ser mayormente plano, con materiales de gran conductancia térmica y alta absorción a la radiación solar. Hace una comparativa de cuatro superficies presentadas como impermeabilizante en:

- Blanco de baja absorción.
- Concreto en color natural.
- Impermeabilizante asfáltico en color rojo.

Concluyen que en climas cálidos, es más económica y eficiente térmicamente, instalar en un techo una superficie exterior de baja absorción, que la misma techumbre aislarla. También menciona que aislar una techumbre y además

ponerle un material de baja absorptancia solar no es la mejor opción, ya que encarece la instalación.

Para este estudio hicieron uso del método *funciones de transferencia* propuesto por la *American Society of Heating, Refrigeration, and Air Conditioning Engineers* (ASHRAE) El método hace uso de las llamadas *funciones de transferencia por conducción* las cuales se usan para describir el flujo de calor en el interior de una pared, techo, partición o piso, *como una función de los valores previos del flujo de calor y valores previos de las temperaturas interior y exterior*, de esta forma relacionando la temperatura sol- aire, temperatura superficial exterior, temperatura superficial interior constante, se obtiene una ganancia térmica para determinada hora del día.

Parker *et al* <sup>3</sup>, en Florida, midieron el impacto que tiene en espacios con aire acondicionado la reflectancia solar de diferentes techos con cubiertas impermeabilizantes, pintándolos en blanco brillante, obteniendo que se puede reducir un promedio del 19 por ciento en el consumo de energía eléctrica. Para ello utilizaron el simulador DOE-2.1 Building Energy Simulation Program. Este modelo fue utilizado también para estimar el impacto de la reflectancia en techos, para catorce diferentes climas locales de Estados Unidos de América.

Carrasco y Morillón<sup>4</sup>, Utilizando el software TRNSYS 15 y un análisis Bioclimático, comparan por un año el comportamiento térmico de dos viviendas en el Noroeste de México, una vernácula y otra de interés social. Determinan que en climas cálidos secos las techumbres deben ser en al menos medio metro más altas de lo normal, es decir mayor a tres metros y que éstas sean de materiales con propiedades termofísicas adecuadas.

Thumann y Mehta<sup>5</sup>, utilizan el concepto de los días –grado, y calculan con este valor junto con el coeficiente global de transferencia de calor y el área, cuanto calor se transfiere por los elementos de la envolvente, incluyendo techumbres. Con estos cálculos se formulan tablas de *conductancias mínimas aceptable* por elemento de la envolvente dependiendo de la latitud.

Freixanet <sup>6</sup> utiliza una metodología basada en un balance de calor que incluye diferentes elementos constructivos y techumbres. El balance se compone de ganancia solar, ganancias internas, transferencia de calor por radiación, conducción, convección y cambio de estado, así como pone énfasis en la arquitectura solar. Los valores de transferencia de calor en cada elemento se calculan para un día y hora determinados, en sí, para los días críticos obtenidos en los registros de variables climatológicas.

Beckman<sup>7</sup> obtiene un modelo polinomial de cuarto grado, que relaciona la absorptancia solar con el ángulo de incidencia solar. Este modelo es para materiales opacos y selectivos con ángulos de incidencia solar de 0 a 80°. El modelo matemático es el siguiente:

$$\frac{\alpha}{\alpha_n} = 1 + 2.0345 \text{EXP}^{-3}\theta - 1.990 \text{EXP}^{-4}\theta^2 + 5.324 \text{EXP}^{-6}\theta^3 - 4.799 \text{EXP}^{-8}\theta^4 \quad (1)$$

Donde

$\alpha_n$  = absorptancia solar a 0° de ángulo de incidencia.

$\alpha$  = absorptancia solar con ángulo de incidencia  $\theta$ , con un rango de 0° a 80°.

Donde  $\theta$  ángulo de incidencia solar es.

$$\theta = \cos^{-1}[\cos \theta_z \cos \beta + \text{sen} \theta_z \text{sen} \beta \cos(\gamma_s - \gamma)] \quad (2)$$

Como se observa, el ángulo de incidencia está relacionado con el ángulo cenit ( $\theta_z$ ), entre la vertical y la dirección del flujo solar, el ángulo acimutal de la superficie ( $\gamma$ ), acimut solar ( $\gamma_s$ ), la inclinación de la superficie con respecto a la horizontal

Holman<sup>8</sup> muestra un balance de calor de una superficie teórica, en donde se dan los tres procesos de transferencia de calor y donde se aprecia las temperaturas superficiales en cada proceso de transferencia de calor.

Fuente de calor + transferencia de calor por convección + transferencia de calor por radiación = Variación energía interna + transferencia de calor por conducción.

$$A \alpha_s G + Ah(T_a - T_{se}) + A \sigma \varepsilon F_{s-c} (T_c^4 - T_{se}^4) = \Delta U + Ak \frac{(T_{se} - T_{si})}{e} \quad (3)$$

Donde:

A = Área de transferencia de calor (m<sup>2</sup>)

T<sub>c</sub> = Temperatura de cielo (°C)

T<sub>a</sub> = Temperatura ambiental (°C)

T<sub>se</sub> = temperatura superficie exterior (°C)

T<sub>si</sub> = Temperatura superficie interior (°C)

e = Espesor del material (m)

G = Radiación solar incidente (W/m<sup>2</sup>)

h = Coeficiente de convección (W/m<sup>2</sup>°C)

$\alpha_s$  = Absortancia solar (Adimensional)

$\varepsilon$  = Emisividad del material (Adimensional)

$\sigma$  = Constante de Stefan – Boltzmann (5.669 x 10<sup>-8</sup> W/m<sup>2</sup>K<sup>4</sup>)

F<sub>s-c</sub> = Factor de forma superficie, cielo (Adimensional)

$\Delta U$  = Variación de la energía interna (W)

Estos trabajos tienen metodologías diferentes para obtener la transferencia de calor a través de los elementos de la envolvente; sin embargo, existe una tendencia de no analizar el proceso de transferencia de calor como un proceso transitorio. En los casos de utilizar programas por computadora, los criterios para modelar un problema de transferencia de calor quedan de forma implícita y no se puede analizar.

Además, convergen en los enunciados *cualitativos* pero estos autores no responden *cuantitativamente* a lo siguiente:

- ¿Qué correlación hay entre el ángulo de incidencia y la temperatura superficial de un material?
- ¿Qué correlación existe entre la radiación solar y la temperatura superficial de un material?
- ¿Como afecta la humedad relativa, el factor de forma a la temperatura superficial de un material?
- ¿Cuales son los techos que tienen menor ganancia térmica? ¿Cónicos, esféricos, inclinados con un agua, dos o cuatro aguas?
- No efectúan balances de calor en donde la igualdad de *Kirchhoff* no existe, es decir:

$$\alpha_s \neq \varepsilon$$

Con la finalidad de obtener un análisis más integrado en la formulación de una metodología, que permita explicar mejor los procesos de transferencia de calor, llevados a cabo en los materiales superficiales expuestos en un ambiente solar y en qué proporción determinan cada una de las variables involucradas, las *temperaturas superficiales* alcanzadas por diversos materiales, se formula la siguiente hipótesis.

### **Hipótesis.**

Se puede determinar la temperatura superficial exterior de una techumbre, en un ambiente solar, a través de nomogramas que consideren ángulo de incidencia, hora solar, radiación solar, y tipo de material.

Para comprobar esta hipótesis, se plantearon los siguientes objetivos:

### **Objetivo general.**

Determinar la temperatura superficial de una techumbre en un ambiente solar a través de nomogramas en donde se consideren, tipo de material, ángulo de incidencia, y tiempo solar.

### **Objetivos específicos**

- Determinar en qué proporción cambia la temperatura superficial exterior de un material con respecto a la variación de la radiación y el ángulo de incidencia solar.
- Determinar la correlación de la temperatura superficial de un material con la humedad relativa y la temperatura ambiental.

- Generar gráficos para determinar temperaturas superficiales en función de la radiación solar y el ángulo de incidencia, para aplicación en cálculos de transferencia de calor y arquitectura bioclimática.

### **Justificación.**

Al hacer más eficiente la techumbre como resistencia a las ganancias térmicas, se puede hacer un uso más eficiente de la energía. Es por ello que al diagnosticar el desempeño de un elemento constructivo, por medio del conocimiento de las propiedades físicas y la termodinámica de los materiales utilizados, se traducirá en una mejora de confort térmico y en un consumo menor de energía eléctrica.

### **Metodología.**

El trabajo consideró utilizar desde el inicio, las diferentes metodologías del método científico.

#### **1.- Métodos empíricos**

- **Hipotético- Deductivo**

Con base en la teoría estudiada y a las observaciones hechas, se consideró relacionar las variables implicadas en este proceso de transferencia de calor.

- **Experimentación**

Se midieron temperaturas superficiales en diferentes materiales en un ambiente solar, con fundamento en la norma ASTM- 1693-97, que establece los lineamientos para este tipo de mediciones y que incluye la construcción de un aparato denominado *caja caliente*, en donde se montaron los especímenes a medir. Estas mediciones se hicieron en tiempo estándar y se agregaron la humedad relativa del ambiente, radiación solar y temperatura ambiental.

#### **2.- Teóricos**

- **Análisis y síntesis.**

El banco de datos generado, sirvió de base para implementar las variables de geometría solar implicados. Los datos fueron analizados y sintetizados, para determinar las relaciones funcionales entre las variables, por medio de un análisis estadístico.

### **Los aportes.**

Técnicos:

Doce nomogramas para determinar temperaturas superficiales en seis diferentes materiales. Teniendo como datos de entrada; hora solar, radiación solar, ángulo de incidencia solar.

## CAPITULO 1.

### CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES.

Para el estudio de las propiedades físicas y ópticas de estos materiales, es necesario el conocimiento de las características particulares de cada una de las propuestas, que conforman los diferentes grupos analizados. Esta parte del estudio se dividió en dos partes:

- En la primera, se describe la información recabada de manera directa con los distribuidores de materiales asfálticos, elastoméricos y polifásicos que son usados comúnmente en la construcción regional y en la cual, no se contó con la información completa para caracterizarlos térmicamente, y las normas que los estandarizan no exigen estos valores, el caso de las fibras orgánicas estudiadas es la excepción.
- En la segunda, la información conseguida fue de manera bibliográfica y a través de los medios electrónicos. Esta parte que se describe en el apartado 1.4, proporcionó las bases para tener un estimado de las propiedades mencionadas.

Las propiedades que se investigaron para cada material son:

- Densidad relativa ( $\rho$ )
- Coeficiente de transferencia por conductividad térmica ( $\kappa$ )
- Calor específico ( $C_p$ )
- Emisividad térmica ( $\epsilon$ )
- Absortancia solar ( $\alpha_s$ )
- Reflectancia solar ( $\rho_s$ )
- Difusividad térmica ( $\alpha_t$ )
- Capacidad térmica (C)

En la actualidad los materiales para la construcción se han diversificado y existen en el mercado una gran cantidad de productos y marcas que los ofrecen en diferentes presentaciones. En general cada tipo de producto, la materia prima en su forma pura es la misma y cada producto cambia al tener formulaciones diferentes en aditivos, refuerzos y agregados, esto hace que los valores de las propiedades térmicas varíen.

Al efectuar la investigación de los productos ofrecidos en el mercado, se determinaron los siguientes puntos:

- Usos de cada producto.
- Aplicación.
- Facilidad de adquisición.
- Las propiedades físicas contenidas en las fichas técnicas y las normas que lo sustentan.

De cada producto ofrecido por las diferentes empresas, se puso énfasis en determinar las normas que utilizaron para estandarizar sus productos; para ello, se investigó en las Normas oficiales mexicanas NOM, las NMX y las ASTM. De igual

manera, se consultó la NBE-CT-79 que tiene una amplia lista de materiales de construcción y algunas propiedades físicas. Para el material polifásico a base de fibras orgánicas se revisó la tesis *doctoral “Desarrollo de un nuevo material a base de Fibras Orgánicas del Sudeste Mexicano en matriz de cemento Pórtland para producir paneles ligeros<sup>9</sup>”*

## **1.1 LOS MATERIALES ASFÁLTICOS**

Los *materiales asfálticos*<sup>a</sup> son compuestos de *betumen* o *alquitrán* y agregados. Los asfaltos son obtenidos en su mayoría del petróleo y en su mayoría son polímeros termoplásticos de cadenas lineales flexibles<sup>10</sup>. Estos materiales en la construcción son utilizados como impermeabilizantes y existen diferentes presentaciones en las cuales las más comunes son:

### **1.1.1 Los mantos prefabricados.**

Estos productos tienen como norma de estandarización en México la NMX-C-437-ONNCCE-2004 La cual, los describe como “mantos prefabricados impermeables, producidos a base de asfaltos modificados, vía proceso catalítico o con polímeros del tipo APP (Polipropileno Atáctico) y SBS (estireno-butadieno-estireno), y un refuerzo central de fibra de vidrio, poliéster o ambos, con diferentes acabados”.<sup>11</sup> Las especificaciones físicas que pide la norma son:

- Flexibilidad a baja temperatura
- Resistencia a la tensión
- Resistencia a la tensión longitudinal
- Elongación, longitudinal y transversal
- Estabilidad a temperaturas elevadas
- Intemperismo acelerado
- Adhesión
- Espesor nominal
- Apariencia

Este producto es muy común y es un impermeabilizante de alto tránsito y larga vida útil. La aplicación es por termofusión con soplete de gas L.P. Los acabados comunes son gravilla o arena, en colores rojo, verde y también se le pueden aplicar productos reflectivos a la radiación solar o aislantes al calor si se requiere.

### **1.1.2 Emulsiones asfálticas base agua.**

De consistencia pastosa suave y olor característico, estos materiales vienen con algunos agregados, ya fibras de vidrio, minerales y aditivos antinflama. El color es en tonalidades cafés y negro. Este material es utilizado como impermeabilizante pero su aplicación es en frío<sup>12</sup>.

Los datos técnicos que ofrece son:

---

<sup>a</sup> La información en cuanto a normas de elaboración y pruebas aplicadas a los productos con materiales asfálticos y elastoméricos, se tomaron de diferentes manuales técnicos de los productos, que el fabricante por norma da al consumidor.



- Densidad
- Material no volátil
- Penetración
- Potencial Hidrógeno.
- Secado al tacto

La densidad mínima según la norma ASTM D-70 debe ser de  $1.055 \text{ g/cm}^3$  @25°C.

Este producto impermeabilizante tiene poca información con respecto a sus cualidades térmicas, se puede tener una idea de sus propiedades por los materiales que lo conforman o por su color café oscuro. A estos sistemas se les puede colocar un recubrimiento de protección al intemperismo, así como recubrimientos de baja absorción solar.

### **1.1.3 Pasta asfáltica con aluminio base solvente.**

Producto de alta reflectancia con color plateado brillante, el uso que se le da es sobre los sistemas asfálticos de colores de alta absorción térmica y sobre metal. La reflectancia de estos materiales debe ser no menor al 50% que lo determina la <sup>13</sup> norma ASTM D-2824-94. Los requerimientos físicos que pide esta norma son:

- Uniformidad
- Consistencia
- Reflectancia solar no menor del 50%

La densidad relativa debe ser mínimo de  $0.93$  a  $0.98 \text{ g/cm}^3$  @25°C, en base a la norma D-1475-90.

Básicamente el único producto que cuenta con valores de reflectancia solar en base a una norma. En este caso la ASTM D-2824-94. *Standard Specification for Aluminum- Pigmented Asphalt Roof Coatings, Non- Fibered, Asbestos Fibered, and fibered without Asbestos.* En el mercado local la reflectancias de estos productos es en promedio del 70%, pero es poco utilizado aun.

## **1.2 LOS MATERIALES ELASTOMÉRICOS**

Los *materiales elastoméricos* son polímeros de comportamiento análogo al hule natural, son compuestos de dominios elastoméricos rígidos en una matriz relativamente suave de un polímero termoplástico cristalino suave. Pertenecen por su comportamiento térmico y mecánico a una de las tres clases de polímeros – las otras dos clases son los termoestables y termoplásticos - Los elastómeros tienen una estructura polimérica de cadenas lineales con enlaces cruzados<sup>b</sup>, con propiedades aislantes al calor y la humedad del ambiente, además de tener propiedades elásticas que retardan el agrietamiento por las dilataciones térmicas.

---

<sup>b</sup> Op cit. (Askeland P. 449)

Son comúnmente utilizados como recubrimientos, impermeabilizantes y aislante térmico reflectivo. Existen muchos productos a base de elastómeros como las resinas poliméricas acrílicas, los silicones, con agregados cerámicos y pigmentos que proporcionan mayor reflectancia a la radiación solar. La aplicación es en frío sobre losas de concreto, laminas de metal, galvanizada, mortero, ladrillo. Los colores comunes son; blancos, verdes, rojos. Los productos más comunes son:

### **1.2.1 Impermeabilizantes elastoméricos.**

Este material es relativamente nuevo en el mercado, su uso es presentado con una doble función: como impermeabilizante de alta flexibilidad y como aislante térmico reflectivo. En México los fabricantes de estos productos presentan al consumidor los valores para caracterizar un impermeabilizante, pero los valores térmicos que los tipifican como aislante no los contienen.

En la norma Oficial Mexicana NOM-009-ENER-1995, "Eficiencia Energética en Aislamientos Térmicos Industriales" se describen las características de los elastómeros como *un termoaislante celular producido a partir de la mezcla de resinas espumadas y hules. Disponible en tubo preformado y hojas. Su temperatura máxima de aplicación es hasta 377 K (104°C). Posee baja permeabilidad al agua y al vapor de agua, facilidad de corte e instalación, buena resistencia al ozono, resiliencia. Es combustible, autoextinguible y económico en instalaciones a baja temperatura. No contiene clorofluorocarbonos.*

En los manuales técnicos de los materiales a base de elastómeros, las características que se cubren como impermeabilizantes son las siguientes:

- Porcentaje de materiales no volátiles
- Viscosidad
- Elongación
- Resistencia en cámara salina
- Resistencia al intemperismo
- Permeabilidad a columna de agua
- Prueba fungicida
- Potencial hidrógeno PH
- Secado al tacto y secado total
- Fractura en frío mandril cónico
- Con densidades mínimas de 1.28 a 1.36 g/cm<sup>3</sup> @25°C, en base a la norma ASTM D-1475.

### 1.2.2. Recubrimientos elastoméricos.

Entre los productos elastoméricos se pueden obtener los recubrimientos acrílicos en color blanco de baja absorción<sup>c</sup>, que es una pintura especial para muros y sistemas impermeabilizantes asfálticos. Este recubrimiento se sobrepone al muro o al asfalto. Estos recubrimientos están estandarizados<sup>14</sup> con la norma ASTM-D6083-97a. Y los estándares que piden se centran en:

- Elongación
- Prueba fungicida
- Adhesión,
- Flexibilidad a bajas temperaturas.
- Viscosidad.
- Volumen y peso de sólidos.
- Permeabilidad
- Resistencia al intemperismo
- Resistencia de rasgado.

### 1.3 MATERIALES POLIFÁSICOS A BASE DE FIBRAS ORGÁNICAS.

En un artículo de revista de 1975, se lee acerca de un producto denominado *duripanel*, el cual en ese entonces fue fabricado de viruta de pino, cemento y aditivos, como el hidróxido cálcico y el sulfato de aluminio. El proceso implicaba prensado, horneado y un lijado terminal<sup>15</sup>. Estas tecnologías de fibra y cemento vienen de la mano en cuanto a la reducción del costo de los concretos pero sin menoscabo de las propiedades mecánicas exigidas por norma.

Las primeras patentes de estos productos se registraron a finales del siglo XIX, pero fue en 1941 en Suiza y Alemania donde, se construyeron fábricas para tal propósito. Actualmente se fabrican los siguientes tipos de tableros: los *contrachapados que están constituidos por láminas encoladas de madera; los tableros aglomerados que están hechos a base de partículas de madera o fibras de bagazo y resinas sintéticas; los tableros de fibra de madera y los tableros aglomerados con astillas o lana de madera y cemento*<sup>16</sup>. Y de este último tipo de tablero en la ciudad de Chetumal se experimenta con un material que llamaremos *El material orgánico Vértice seis (MOV-6)*

#### 1.3.1 Material a base de fibras leñosas.

La *matriz* tiene el cemento, marca Maya, comúnmente comercializado en la región; es Pórtland Tipo I que de acuerdo a la Norma Mexicana NMX-C-414-ONNCCE-1999, se clasifica como CPC 30 R, significando Cemento Pórtland Compuesto de Resistencia Inicial o Temprana de 204 kg/cm<sup>2</sup> desarrollada a los tres días y de 306 a 510 kg/cm<sup>2</sup> desarrollada a los 28 días. Como *refuerzo* tiene la fibra de caoba (*Swietenia macrophylla*) que posee un diámetro promedio de 0.8 mm. y, una longitud promedio de 2.5 mm. La densidad de las fibras es de 0.670 gr/cm.<sup>3</sup> Para mineralizar las fibras, se utilizó el silicato de sodio.

---

<sup>c</sup> no se menciona que porcentaje de absorción solar tiene el producto

La finalidad de este material es utilizarlo para la fabricación de paneles para ser utilizados como muros ligeros, aprovechando sus cualidades mecánicas y térmicas. En las mediciones efectuadas se utilizó el material sin ningún recubrimiento, presentando la cara expuesta a la radiación solar un color café rojizo claro atenuado, como puede apreciarse en la figura 1.3.1.



Figura 1.3.1 Panel MOV-6 en su tamaño original.

#### **1.4 Descripción de las propiedades físicas y ópticas de los materiales.**

Este subcapítulo complementa la información sobre las propiedades térmicas de los materiales descritos en las fichas técnicas de cada material. Se revisó la bibliografía especializada en materiales. Se le da atención a los materiales elastoméricos, asfálticos y polifásicos con fibras naturales.

##### **1.4.1 Los materiales asfálticos.**

Los materiales asfálticos estudiados apuntan a un material extremo en algunas de sus propiedades térmicas y describe un material que actúa como almacén térmico, ya que la energía solar absorbida no se transmite rápidamente y se almacena en el material.

Estos materiales asfálticos tienen valores altos de *absortancia solar*, que depende de la textura superficial que se le da. Existen varios tipos de superficies que sirven como refuerzo, antiderrapante, o reflejante, estas características ópticas no se encontraron en las normas y en la bibliografía. En el caso de las *pastas asfálticas con aluminio*, De los materiales investigados en promedio dicen tener el 70% de reflectancia. En cuanto a la *emisividad térmica* de cada una de las superficies existe una deficiencia de información.

La norma que rige su calidad se basa en la NMX-C-437-ONNCCE-2004, que no contempla valores de conductividad térmica, reflectancia o absorptancia. Se enfocan a las cualidades propias de un impermeabilizante. Este tipo de materiales tienen un uso muy extendido en la región y el color más usado es el rojo terracota.

#### **1.4.2 Los materiales elastoméricos.**

Estos materiales cuentan con poca información en cuanto a sus propiedades termofísicas. La información encontrada se refiere más a la resistencia mecánica del material y la resistencia del vapor de agua. La bibliografía especializada en materiales refiere las propiedades térmicas al grupo genérico *polímero* pues estas propiedades se encuentran en un rango muy estrecho, por tanto se manejarán en forma genérica.

El hecho que la estructura general de los polímeros es poco compacta -en comparación con un sólido- le da una baja densidad, pero la característica que lo hace un mal conductor del calor es que, cada segmento a lo largo de la cadena polimérica está fuertemente unido solo a dos vecinos inmediatos. Por lo tanto se puede prever que el segmento solo transmitirá vibración en forma eficaz a estos dos vecinos, esto tiene por resultado un “mal contacto térmico” entre las cadenas. De manera que las conductividades térmicas generales de los polímeros son bajas. La absorptancia solar de los elastómeros en su forma modificada varía con respecto a la textura. Una aproximación a este valor son las pinturas de diferentes colores. Los recubrimientos elastoméricos son de dos colores básicamente; blanco y rojo. Con valores 0.20 y 0.55 respectivamente de *absorptancia solar*. La *emisividad térmica* se encuentra en 0.90 y 0.93 respectivamente.

Este grupo de materiales son presentados con un doble propósito, como impermeabilizantes y como aislantes térmicos reflectivos. En esta categoría, como se lee en la norma NOM-018-ENER-1997, de *Aislantes térmicos para edificaciones, características, límites y métodos de prueba*, los parámetros que se evalúan se limitan a establecer los métodos de prueba para evaluar la conductividad térmica, densidad aparente, permeabilidad al vapor de agua y la adsorción de humedad, que se indiquen en los materiales que se comercialicen en el país con propiedades de aislantes térmicos. Pero estos productos no informan de la conductividad térmica y los valores de reflectancia no están sustentados bajo alguna norma específica.

#### **1.4.3 Los materiales polifásicos a base de fibras orgánicas.**

Existen en la actualidad muchos productos que son hechos a base de fibras orgánicas como sisal, cáñamo, lino bambú, cáscara de coco, etc. El presente material polifásico corresponde a una línea de investigación sobre materiales de paneles ligeros para la construcción y las propiedades térmicas son específicas del material. En la práctica con el material se observó su tendencia a tener altas temperaturas y a comportarse como un almacén térmico, no tan extremo como el asfalto. El color de este material es de un café claro con una absorptancia solar

posible de 0.40 y una emitancia de 0.90 según al diagrama de propiedades radiantes de Bardou<sup>17</sup>

El MOV-6, cuenta con mucha información sobre durabilidad y resistencia de materiales, además de tener las pruebas de conductividad térmica y calor específico.

### **Conclusiones parciales.**

- La falta de información de propiedades térmicas y ópticas es recurrente pues la normativa que los estandariza no contempla esas pruebas, como: calor específico, la absorptancia solar, conductividad y emitancia térmica. Lo cual no demerita al producto pero en el caso de querer hacer cálculos de balance térmico en edificios dificulta el proceso.
- Algunos materiales son efectivos para lo que fueron concebidos, el caso de los impermeabilizantes asfálticos prefabricados, cumplen su función de impermeabilizante pero son materiales que tienen valores altos de absorptancia solar y capacidad térmica.
- Todos los materiales presentados pueden ser superficialmente modificados con otros productos para hacerlos más amigables con el confort térmico en el interior de los edificios, incluyendo al *panel ligero de fibras de madera*.
- Los materiales elastoméricos que son presentados con una doble función: impermeabilizantes y aislantes térmicos reflectivos, manejan muy bien las propiedades que se les piden como impermeabilizantes, pero no cuentan en gran medida con las propiedades como aislante térmico.

## CAPÍTULO 2.

### METODOLOGÍA DE MEDICIÓN.

En este capítulo se formuló una metodología de medición de las variables involucradas adecuado a los objetivos. Por otro lado se generó un banco de datos del comportamiento térmico de los diferentes materiales seleccionados, al exponerlos a un ambiente solar.

Como se vio en el capítulo anterior, la información que se requiere para un análisis térmico de los materiales estudiados no se especificó, tanto en los manuales del fabricante como en la bibliografía especializada. De entre los materiales estudiados se seleccionaron los siguientes.

#### 2.1 Materiales seleccionados.

- *Elastómeros*: Con una durabilidad de cinco años, denominados aislante reflectivo, con malla de refuerzo, en color rojo y blanco.
- *Asfálticos*: Prefabricado tipo APP, recubrimiento de gravilla color rojo y/o con recubrimiento acrílico reflectivo blanco.
- *Material experimental a base de fibras leñosas*
- *Placa de cemento*: con una textura pintada color negro mate, que hipotéticamente, es la superficie que debe alcanzar las mayores temperaturas superficiales a la exposición de la radiación solar. Esta superficie nos permitirá tener una referencia con respecto a las demás superficies, pues el color negro tiene una absorción solar mayor al color blanco y el rojo.

**Tabla 2.1 Materiales seleccionados para las mediciones formales.**

Textura	Especimen	Grupo	Observaciones
1	Membrana asfáltica en rojo terracota	A	Mediciones con fundamento en la norma ASTM C-1363-97
2	Membrana asfáltica con acabado blanco acrílico (*)		
3	Película elastomérica en blanco	B	Mediciones con fundamento en la norma ASTM C-1363-97
4	Película elastomérica en rojo terracota		
5	Panel ligero de Fibra leñosa	C	Mediciones con fundamento en la norma ASTM C-1363-97
6	Mortero cemento en negro mate		

(\*) Nota: Esta membrana asfáltica originalmente es en acabado rojo como la textura 1. El acabado en blanco acrílico es opcional y el material se aplica sobre la membrana para así disminuir la absorción solar.

Los especímenes a medir del grupo A y B se montaron sobre módulos de cemento Pórtland de quince por veinte centímetros y un centímetro y medio de espesor. La aplicación en el caso de los elastómeros y asfálticos fué la indicada por los

manuales para el instalador que ofrecen las empresas de dichos productos. El mortero se pintó después de un secado de dos semanas.

## **2.2 Metodología de medición y toma de datos.**

Las mediciones se realizaron de manera heurística, lo que permitió estudiar los fenómenos observables directamente, basado en la experimentación y observación, atendiendo las recomendaciones de Hernández<sup>18</sup>. Experimentar de esta forma, permitió obtener valores reales del comportamiento térmico de los materiales en función de sus propiedades termofísicas y las condiciones del clima. El experimento consistió en exponer a la radiación solar especímenes a escala que simularan las texturas seleccionadas, como se especifica en la Tabla 2.1, resguardados de la influencia del viento y del factor de forma. Estos especímenes se montaron en un aparato llamado caja caliente construido con fundamento en la norma ASTM- C-1363-97 para las posteriores mediciones<sup>19</sup>.

La investigación se complementó con el método teórico para obtener conceptualmente algunos datos medidos y generar otros como el ángulo de incidencia solar, la duración del día entre otros tantos. De esta forma poder profundizar y explicar las relaciones esenciales que explican el comportamiento de cada material en cuestión y las cualidades no observables directamente<sup>d</sup>.

### **Dependientes:**

1. Temperatura superficial exterior ( $T_{se}$ ) de la textura de cada maqueta, expuesta a la radiación solar.

### **Independientes:**

1. Temperatura ambiente bulbo seco.
2. Humedad relativa ambiental.
3. Radiación total incidente sobre la textura (Irradiación solar)
4. Altura solar.
5. Acimut solar.
6. Hora civil por el Centro Nacional de Metrología (CENAM)

Las cajas calientes se implementaron para simular techumbres de diferentes materiales. Las cuales tienen en el interior una cámara con convección forzada para mantener en lo posible la temperatura superficial interior ( $T_{si}$ ) constante, y al exterior que está expuesto a las condiciones ambientales, se midió la temperatura de las superficies de cada textura.

El lugar de las mediciones se escogió plano, despejado y con pocas corrientes de aire para recrear en lo posible y de manera controlada una situación extrema como puede ser *mucho Sol y poco viento*. Se midió cada variable en rangos de tiempo de quince minutos.

---

<sup>d</sup> *Op. cit* (Hernández. P. 7)



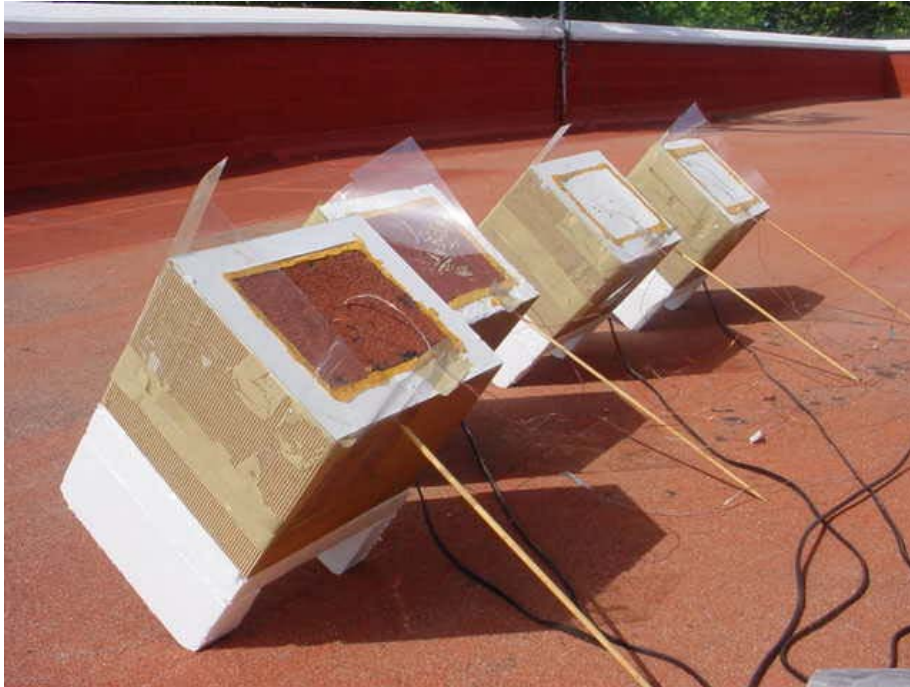
Las mediciones y la toma de datos se efectuaron bajo las siguientes condiciones y criterios:

- Velocidad del viento  $< 0.5$  m/s para considerar un ambiente convectivo natural. En caso contrario la prueba se desecha.
- Factor de forma  $\approx 1$ , para tener en lo menos posible transferencia de calor por radiación<sup>20</sup>.

Con base en las primeras mediciones, se determinó el siguiente procedimiento:

1. Para iniciar las mediciones, el equipo requirió de un tiempo de ajuste térmico de media hora, para alcanzar el equilibrio con el ambiente.
2. Una vez pasado el tiempo de ajuste, la temperatura superficial de la maqueta coincide con la temperatura superficial de la techumbre real (superficie testigo, figura. 2.1), con una excepción: cuando hay ráfagas de viento.
3. Considerando las ráfagas de viento, se implementó una película transparente para evitar en lo posible estas corrientes de aire, y así en lo posible tener un coeficiente de transferencia de calor por convección natural.
4. Los días con mucha nubosidad, con viento sostenido o lluvias se cancelaron.
5. La toma de datos se realizó cada quince minutos.
6. Todas las maquetas tendrán una misma orientación e inclinación en las mediciones.

Las mediciones de campo se efectuaron del día once de Agosto de 2005 al veinte de Septiembre del mismo año y se tiene una memoria de campo para sustentar los análisis que se derivaron. De la primera y segunda medición del día once y doce de Agosto de 2005, sirvió como prueba de ajuste térmico de los aparatos contruidos, así como de la logística en la toma de mediciones de los parámetros explicados anteriormente. Otro punto que se determinó fue la orientación de las maquetas y el ángulo de inclinación, para lo cual se utilizó una brújula y un plano del edificio, y así determinar los ejes cardinales.



**Figura 2.1** Maquetas con un recubrimiento impermeable de tipo APP prefabricado con acabado en gravilla en color rojo terracota.

### **2.2.1 Criterios de número de mediciones a efectuar.**

La determinación del número de mediciones a efectuar para cada maqueta se determinó con fundamento en la citada norma, la cual determina que para cada espécimen y las mismas condiciones, se debe efectuar un número mínimo de cinco pruebas. Sin embargo en la práctica resultó poco satisfactorio este criterio. La razón fue que para obtener las mismas condiciones climáticas en este caso de radiación solar, humedad relativa, temperatura ambiental, resultó complejo y esperar a que estas condiciones fueran las mismas se tendría que trabajar en condiciones de un laboratorio. Por otra parte entre mayor sea el número de días para cubrir diferentes condiciones, la geometría solar cambiaría en gran medida, cambiando los ángulos de incidencia solar.

Por tales razones, se determinó que en vez de seguir con la norma se optó por una alternativa, en la cual, independientemente de tener las mismas condiciones climatológicas, orientación de las maquetas y su inclinación, se trabajó en plantear una relación funcional entre la geometría solar, la superficie a medir y las condiciones climatológicas. De esta forma quedaría una función con la variable temperatura superficial, en función del ángulo de incidencia, las condiciones del clima medidas y los seis diferentes especímenes.

Otro criterio que determinó el número de mediciones fue en base al número de mediciones totales por día que se pueden efectuar. En este caso el día en promedio consta de 13 horas de sol en las fechas de las mediciones. Lo cual arroja alrededor de 52 mediciones a lo largo del día, con el rango de 15 minutos cada toma de datos. Sin embargo en la práctica, las mediciones con buenas

condiciones para la toma de datos, es decir con radiación directa, nubosidad casi cero, y poco viento, se presentaron a partir de las nueve de la mañana y hasta las cuatro de la tarde. Es decir 7 horas con condiciones aceptables a los criterios del subcapítulo 2.1. Lo cual arroja alrededor de 28 mediciones cada día. La razón de no tomar en cuenta estas horas de la mañana y la tarde fue la siguiente. En la mañana en la gran mayoría de los días el Sol estaba cubierto por nubes hasta los 25 o 30° de altura solar, dando por resultado radiación difusa. Además se tenían ráfagas provenientes del suroeste o vientos alisios. Por lo regular se tenían pequeños chubascos, lo cual retrasaba la medición al tener que cubrir los instrumentos de medición. Por la tarde los vientos contra alisios dominaban a partir de las cuatro o cinco de la tarde, además de tener nubosidad en el horizonte que prácticamente ocultaba al Sol.

Estos factores influyeron en hacer menor el número de mediciones a lo largo del día, pero se obtuvieron mediciones con días muy despejados y con muy poco viento, adicionalmente las mediciones estudiadas es una selección de los días que tiene una correlación aceptable entre sus variables climáticas.

### **2.2.2 Orientación e inclinación de las maquetas.**

Determinar la orientación e inclinación de las maquetas se simplificó con la relación funcional de Beckman que dice; “el ángulo de incidencia afecta en la absorción de la radiación solar sobre una superficie, es decir existe una dependencia angular de la absorción en función del ángulo de incidencia <sup>e</sup>. Aplicando Beckman de antemano ya sabemos que existe una relación funcional entre el ángulo de incidencia y absorción solar de cada textura, lo que falta saber es en que proporción influye en la temperatura superficial de cada material en condiciones ambientales reales.

### **2.2.3 Disposición de los termómetros en las maquetas.**

Los termómetros utilizados para hacer las mediciones en la superficie de las maquetas son *termopares tipo K*. La disposición de estos termómetros para el cálculo de la conductancia se localiza en los puntos opuestos de la cámara interior y exterior del aparato. El número mínimo de sensores por lado debe ser de dos por metro cuadrado y no pasarse de nueve. La disposición debe ser uniforme y simétrica. La temperatura ambiental medida con termopar tiene que estar aislada de radiación solar.

Puesto que los objetivos de las mediciones es conocer los efectos de la radiación solar y las otras variables del ambiente en cada material, las mediciones al interior de la cámara se efectuaron en los primeros días, después la medición se enfocó a las superficies expuestas al exterior. La temperatura superficial se midió con dos tipos de termómetro, termopares tipo k, e infrarrojo.

---

<sup>e</sup> Op cit. (Duffie y Beckman 1991)

### 2.3 Instrumentos de medición.

Las mediciones se efectuaron con diversos instrumentos de tipo digital y analógico (Anexo 1).

Los instrumentos de medición utilizados son:

- Consola de banco de termopares tipo k.
- Termo higrómetro digital
- Termómetro infrarrojo de no contacto
- Piranómetro
- Multímetro como transductor de la señal analógica del Piranómetro.
- Brújula.
- Cinta métrica.

La altura solar se midió dos veces por día, con la intención de corroborar los cálculos efectuados previamente, de la misma forma se procedió con el acimut solar.



Figura 2.2 Instrumentos de medición utilizados.

### 2.4 Aparato de medición caja caliente.

Este aparato está diseñado para el desempeño térmico de especímenes de prueba representativos, sometidos a transferencia de calor transitorio en periodos de tiempo que permitan calcular el flujo de energía. Se utiliza para determinar la conductancia, trasmittancia y resistencia térmica.

Puesto que el propósito fué determinar el comportamiento térmico de cada material, expuesto a las condiciones climatológicas y no a los cálculos de conductancia, trasmittancia o resistencia térmica, el aparato se diseñó para mediciones de temperatura en la superficie exterior expuesta al ambiente y ocasionalmente para efectuar mediciones al interior, para obtener la diferencia de temperaturas superficial interior con la exterior.



**Figura 2.3 Caja caliente.**

#### **2.4.1 Partes de la caja caliente.**

El aparato se compone de cuatro partes. La cámara exterior. Es la parte que interactúa directamente con la radiación solar y el clima exterior.



**Figura 2.3.1.1 Cámara exterior, provista de una película transparente de acetato, como barrera contra las ráfagas de viento.**



**Figura 2.3.1.2 Cámara climatizada, con ventilador para efecto convectivo forzado.**

La cámara fue climatizada por un ventilador para crear un efecto convectivo forzado y así tener una temperatura casi estable al interior del espécimen. El espécimen divide al equipo entre la cámara exterior e interior. En la práctica no tuvo utilidad, ya que para las mediciones de temperatura superficial exterior, no variaba en el caso encender el ventilador o tenerlo apagado.



**Figura 2.3.1.3 Maquetas orientadas al Norte.**

### **2.4.2 Tamaño del aparato.**

El tamaño depende de los fines para los cuales el aparato es construido y/o del tamaño de los especímenes obtenidos. Los tamaños no están estandarizados, deben ajustarse a cuestiones técnicas.

### **2.4.3 Materiales y herramientas de construcción.**

Las características de los materiales de la caja caliente, se resumen a tener una baja conductancia. El material utilizado fue espuma Poliestireno que por su economía, baja conductividad térmica y diferentes espesores, se adecuó como cuerpo de la caja. Al exterior se le dio un acabado que al medio ambiente no tuviera mucha diferencia entre la temperatura superficial de la caja con la temperatura ambiental exterior<sup>f</sup> y el papel corrugado se comportó adecuadamente para este fin. Como pantalla de viento, las láminas de acetato se amoldaron al cuerpo de la caja.

Como elemento climatizador del interior de la cámara se utilizó un ventilador a 127 Voltios y 0.21 Amperios, @60 Hz. De 11.43 cm. de diámetro.

Como sujetador de los especímenes a la caja se utilizó espuma de poliuretano, al igual para sujetar el ventilador a la base de la cámara interior. Como adhesivo de las partes de cartón corrugado, acetato, y espuma de Poliestireno se utilizó el silicón líquido, que no reacciona químicamente con la espuma de Poliestireno o de poliuretano.

Como herramientas para la construcción del aparato se utilizaron varios cortadores de mucho filo, regla y escuadra y algo que sirviera como prensa para sujetar las piezas a pegar.

### **Conclusiones parciales.**

- La norma ASTM utilizada resultó un buen fundamento para una metodología mas específica; la de medir temperaturas superficiales expuestas al medio ambiente.
- Los resultados de esta parte del trabajo sirvieron para tener una idea general del comportamiento térmico superficial de cada material estudiado.
- La metodología aplicada y modificada con base en las necesidades de la *praxis*, dio como resultado un conjunto de procedimientos adecuados a los objetivos preestablecidos.

---

<sup>f</sup> De esta forma se minimizan los intercambios térmicos por convección y radiación.



## CAPÍTULO 3.

### CORRELACIONES ENTRE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL Y LAS VARIABLES CLIMATOLÓGICAS.

Las relaciones de la variable dependiente con las variables independientes se obtuvieron a través de un análisis de correlaciones y de un análisis de regresión<sup>21</sup>. Los resultados de estos análisis dieron como resultado un mejor entendimiento de los procesos de transferencia de calor estudiados. Las mediciones realizadas proporcionaron la información complementaria para interpretar conceptualmente los datos empíricos y explicar de esta manera, las relaciones esenciales que determinaron el comportamiento de cada material en cuestión y las cualidades no observables directamente.

Los pasos para el análisis de los datos fueron los siguientes:

1. Se calculó el ángulo de incidencia solar.
2. El ángulo de incidencia solar y los datos de cada material se tabularon con base a la hora solar.
3. Se hicieron los cálculos de los días seleccionados, de correlaciones entre variables, se obtuvieron datos descriptivos como promedios, máximos, mínimos, recorridos y la varianza (Anexo 2)
4. Todos estos cálculos se resumieron en una tabla (Anexo 3) y se obtuvieron los promedios de cada cálculo realizado.
5. Con base en la tabla resumen se obtuvieron los resultados de este capítulo.

#### 3.1 Cálculo del ángulo de incidencia.

Para obtener este ángulo se consideró lo siguiente:

- **Hora solar ( $\omega$ ) Ecuación del tiempo de Spencer.**

Para determinar el tiempo solar se sincronizó con la hora estándar del centro de México<sup>g</sup>,

$$E = 229.2(0.000075 + 0.001868\cos B - 0.032077\text{sen}B - 0.014615\cos 2B - 0.04089\text{sen}2B) \quad (3.1.1)$$

Donde

$$B = (n - 1) \frac{360}{365} \quad (3.1.2)$$

$n = \text{Día del año}; 1 \leq n \leq 365$

Donde el valor obtenido E (En minutos) se suma al *Tiempo Solar*.

$$\text{Tiempo Solar} - \text{Tiempo Es tan dar} = 4(L_{st} - L_{loc}) + E \quad (3.1.3)$$

---

<sup>g</sup> Para igualar la hora estándar de Chetumal, se ingresó a la página del Centro Nacional de Metrología, para obtener las horas oficiales de sus relojes atómicos. El servicio es por Internet.



Donde

$L_{st}$  = Meridiano Es tan dar del Huso Horario

$L_{loc}$  = Longitud de la localidad, para el Oeste  $0^\circ < L < 360^\circ$

- **Declinación solar ( $\delta$ ) Ecuación de Cooper.**

$$\delta = 23.45 \operatorname{sen}\left(360 \frac{284 + n}{365}\right) \quad (3.1.4)$$

- **Altura solar ( $\alpha_s$ )**

$$\alpha_s = \operatorname{sen}^{-1}[\cos \delta \cos \phi \cos \omega + \operatorname{sen} \delta \operatorname{sen} \phi] \quad (3.1.5)$$

- **Acimut solar ( $\gamma_s$ )**

$$\gamma_s = \operatorname{sen}^{-1}\left[\frac{\cos \delta \operatorname{sen} \omega}{\cos \alpha_s}\right] \quad (3.1.6)$$

Donde

$\omega$ = hora solar (en grados sexagesimales)

$\alpha_s$ = Altura solar.

- **Ángulo de incidencia solar.**

$$\theta = \cos^{-1}(\cos \theta_z \cos \beta + \operatorname{sen} \theta_z \operatorname{sen} \beta \cos(\gamma_s - \gamma)) \quad (3.1.7)$$

Donde

El ángulo de incidencia está relacionado con la declinación solar ( $\delta$ ) la latitud ( $\phi$ ), el ángulo acimutal de la superficie ( $\gamma$ ), acimut solar ( $\gamma_s$ ), la hora solar ( $\omega$ ) y la inclinación de la superficie con respecto a la horizontal ( $\beta$ )

### 3.2 Duración del día.

Para las fechas en las cuales se efectuaron las mediciones, la duración del día fue > 12 horas y además se tuvo el horario de verano.

$$N = \frac{2}{15} \cos^{-1}(-\tan \phi \tan \delta) \quad (3.2)$$

### 3.3 Hora orto ( $H_{or}$ )

Para determinar la hora de Orto ( $\omega < 0^\circ$ ) y ocaso ( $\omega \geq 0^\circ$ ) con las siguientes expresiones.

$$H_{or} = 12 - \frac{N}{2} \quad (3.3)$$

### 3.4 Hora ocaso (H<sub>oc</sub>).

$$H_{oc} = 12 + \frac{N}{2} \quad (3.4)$$

Con estos datos generados se llevó a cabo el análisis de correlaciones.

### 3.5 Análisis funcional de las variables y de la temperatura superficial.

Para hacer el análisis de correlaciones se recurrió al *Coefficiente de Correlación (r)* y al *Coefficiente de Determinación (r<sup>2</sup>)*. El valor de r siempre tendrá valores dentro del rango -1 y 1, donde el valor negativo implica una relación lineal negativa y viceversa.

Con el valor de r y con base en la tabla de Valores Críticos de r, se determinó la existencia y la fuerza de una relación entre las variables. Mientras más cercano a uno absoluto se encuentre el coeficiente de correlación, el modelo que representa a la relación probabilística tendrá una mejor correspondencia con los datos generados en la realidad<sup>h</sup>. Para determinar los valores críticos de r, se consideró un nivel de significación  $\alpha=0.05$

#### 3.5.1 Coeficiente de correlación ( r ) y determinación ( r<sup>2</sup> )

La Ecuación utilizada para obtener estos coeficientes son las siguientes.

$$r = \frac{SS_{xy}}{\sqrt{SS_{xx}SS_{yy}}} \quad (3.5.1.1)$$

$$r^2 = \frac{SS_{xy}^2}{SS_{xx}SS_{yy}} \quad (3.5.1.2)$$

Donde

$$SS_{xy} = \sum xy - \frac{1}{n}(\sum x)(\sum y) \quad (3.5.1.3)$$

$$SS_{xx} = \sum x^2 - \frac{1}{n}(\sum x)^2 \quad (3.5.1.4)$$

---

<sup>h</sup> Op cit. (Rubio, 2003, P. 256)

$$SS_{y\bar{y}} = \sum y^2 - \frac{1}{n}(\sum y)^2 \quad (3.4.1.5)$$

Donde

$Y_i$ = El valor estimado de la variable dependiente en la  $i$ ésima observación.

$X_i$ = Valor de la variable independiente en la  $i$ ésima observación.

$\varepsilon$  = Error aleatorio.

$n$ = Tamaño de la muestra o número de datos.

$x$ = Observación de la variable independiente.

$SS_{xy}$ =

$SS_{yy}$ =

$SS_{xx}$ =

En la tabla 3.5 se especifican la simbología y las variables utilizadas, mientras que las tablas de la 3.5.1 a 3.5.6 muestran un resumen de los resultados obtenidos en las correlaciones entre las variables estudiadas.

**Tabla 3.5 Simbología de las variables medidas y calculadas.**

Simbología	Variable medida o calculada
$T_{se}$	Temperatura superficial
$T_{sera}$	Temperatura superficial exterior Membrana asfáltica en rojo terracota.
$T_{seba}$	Temperatura superficial exterior Membrana asfáltica con acabado blanco acrílico
$T_{sere}$	Temperatura superficial exterior Película elastomérica en rojo terracota
$T_{sebe}$	Temperatura superficial exterior Película elastomérica en blanco
$T_{sef}$	Temperatura superficial exterior panel ligero de fibra leñosa
$T_{sen}$	Temperatura superficial exterior mortero negro mate
$G$	Radiación total incidente sobre la textura (Irradiación solar)
$T_a$	Temperatura ambiental de bulbo seco.
H.R.	Humedad relativa ambiental
$\alpha_s$	Altura solar
$\gamma_s$	Acimut solar
$\theta$	Ángulo de incidencia solar (Variable calculada)

**Tabla 3.5.1 Matriz de correlaciones entre la variable dependiente Tsera y las variables independientes.**

<b>MATRIZ DE CORRELACIONES ENTRE VARIABLES, ROJO ASFÁLTICO</b>					
N° DE DATOS	410				
PROMEDIO	38.9	33.2	84.9	760.1	51.7
	Grados	°C	%	W/m2	°C
VARIABLES	$\theta$	Ta	H.R.	G	Tsera
Tsera	-0.74	0.47	-0.40	0.73	1
G	-0.54	0.44	-0.26	1	0.73
H.R.	0.30	-0.62	1	-0.26	-0.40
Ta	-0.08	1	-0.62	0.44	0.47
$\theta$	1	-0.08	0.30	-0.54	-0.74

**Tabla 3.5.2 Matriz de correlaciones entre la variable dependiente Tseba y las variables independientes.**

<b>MATRIZ DE CORRELACIONES ENTRE VARIABLES, BLANCO ASFÁLTICO</b>					
N° DE DATOS	410				
PROMEDIO	38.7	33.3	84.8	767.8	40.3
	Grados	°C	%	W/m2	°C
VARIABLES	$\theta$	Ta	H.R.	G	Tseba
Tseba	-0.64	0.55	-0.51	0.71	1
G	-0.54	0.44	-0.26	1	0.71
H.R.	0.30	-0.62	1	-0.26	-0.51
Ta	-0.08	1	-0.62	0.44	0.55
$\theta$	1	-0.08	0.30	-0.54	-0.64

**Tabla 3.5.3 Matriz de correlaciones entre la variable dependiente Tsere y las variables independientes.**

<b>MATRIZ DE CORRELACIONES ENTRE VARIABLES, ROJO ELASTOMÉRICO</b>					
N° DE DATOS	410				
PROMEDIO	39.6	33.3	84.9	760.9	47.9
	Grados	°C	%	W/m2	°C
VARIABLES	$\theta$	Ta	H.R.	G	Tsere
Tsere	-0.70	0.40	-0.38	0.68	1
G	-0.54	0.44	-0.26	1	0.68
H.R.	0.30	-0.62	1	-0.26	-0.38
Ta	-0.08	1	-0.62	0.44	0.40
$\theta$	1	-0.08	0.30	-0.54	-0.70

**Tabla 3.5.4 Matriz de correlaciones entre la variable dependiente Tsebe y las variables independientes.**

<b>MATRIZ DE CORRELACIONES ENTRE VARIABLES , BLANCO ELASTOMÉRICO</b>					
N° DE DATOS	410				
PROMEDIO	38.75	33.33	84.78	767.76	35.7
	Grados	°C	%	W/m2	°C
VARIABLES	$\theta$	Ta	H.R.	G	Tsebe
Tsebe	-0.53	0.42	-0.41	0.62	1
G	-0.54	0.44	-0.26	1	0.62
H.R.	0.30	-0.62	1	-0.26	-0.41
Ta	-0.08	1	-0.62	0.44	0.42
$\theta$	1	-0.08	0.30	-0.54	-0.53

**Tabla 3.5.5 Matriz de correlaciones entre la variable dependiente Tsef y las variables independientes.**

<b>MATRIZ DE CORRELACIONES ENTRE VARIABLES, FIBRAS ORGÁNICAS</b>					
N° DE DATOS	133				
PROMEDIO	32.5	32.3	83.9	741.1	46.5
	Grados	°C	%	W/m2	°C
VARIABLES	$\theta$	Ta	H.R.	G	Tsef
Tsef	-0.62	0.52	0.00	0.77	1
G	-0.49	0.62	-0.31	1	0.77
H.R.	0.06	-0.38	1	-0.31	0.00
Ta	-0.07	1	-0.38	0.62	0.52
$\theta$	1	-0.07	0.06	-0.49	-0.62

**Tabla 3.5.6 Matriz de correlaciones entre la variable dependiente Tsen y las variables independientes.**

<b>MATRIZ DE CORRELACIONES ENTRE VARIABLES, ACABADO NEGRO MATE</b>					
N° DE DATOS	161				
PROMEDIO	31.37	32.51	85.10	762.54	51.21
	Grados	°C	%	W/m2	°C
VARIABLES	$\theta$	Ta	H.R.	G	Tsen
Tsen	-0.64	0.55	-0.23	0.79	1
G	-0.52	0.61	-0.18	1	0.79
H.R.	0.06	-0.20	1	-0.18	-0.23
Ta	-0.13	1	-0.20	0.61	0.55
$\theta$	1	-0.13	0.06	-0.52	-0.64

### Conclusiones parciales.

- Las variables que tienen la correlación más fuerte con la temperatura superficial de cada material son:
  1. Ángulo de incidencia  $\theta$
  2. Radiación solar  $G$
- Las variables que tienen la correlación media con la temperatura superficial de cada material son:
  1. Temperatura ambiental  $T_a$
  2. Humedad relativa  $H.R.$
- Existe multicolinealidad entre la humedad relativa y la temperatura ambiental con la radiación solar. Es decir, éstas variables tienen una dependencia funcional con la radiación solar.
- Por lo anterior, al existir esta multicolinealidad, se descarta trabajar con la humedad relativa y la temperatura ambiental, por dos razones:
  1. Por tener media y baja correlación con la variable dependiente.
  2. Por que harían inestable el experimento estadístico.
- Estas correlaciones permitieron identificar las variables que formarán el modelo estadístico.
- La correlación menos fuerte, de temperatura superficial y ángulo de incidencia solar, es la del material blanco elastomérico.
- La correlación menos fuerte, de temperatura superficial y radiación solar, es la del material blanco elastomérico
- Las correlaciones más fuertes de temperatura superficial y radiación solar son:
  1. El panel de fibra orgánica.
  2. La membrana asfáltica en rojo terracota.
  3. La película elastomérica en rojo terracota.
- Las correlaciones más fuertes, con respecto al ángulo de incidencia y temperatura superficial, son:
  1. El panel de fibra orgánica.
  2. La superficie en color negro mate.
- La correlación de la temperatura superficial y de la humedad relativa, para todos los materiales en promedio son *correlaciones medias*. Lo cual indica que influyen en la temperatura superficial del material, pero en mucha menor medida.
- Tanto la textura en rojo asfáltico como en negro mate, son las que tienen mayor dispersión en la temperatura superficial, con respecto a los otros materiales.
- La correlación de la temperatura superficial y la humedad relativa en el material de fibras orgánicas es fuerte y es la más alta con respecto a los demás materiales.
- El material que alcanzó las más altas temperaturas es la membrana asfáltica en rojo terracota, superando a la superficie en negro mate.

## CAPITULO 4.

### DISEÑO DE EXPERIMENTO ESTADÍSTICO PARA DETERMINAR TEMPERATURAS SUPERFICIALES.

Con los datos generados, se diseñó un experimento multivariable, para determinar la variación de la temperatura superficial de los materiales estudiados en función de la radiación solar y el ángulo incidente. Con base en ajuste de curvas se obtuvieron las funciones matemáticas para cada material. Las variables estudiadas son: Temperatura superficial, radiación solar, ángulo de incidencia. De esta forma, determinar el modelo multivariable, validarlo y generar los rangos de confianza, representa la culminación de este estudio.

#### 4.1 Criterios para determinar la muestra de estudio.

La idea general para el manejo de los datos se resume en cinco pasos.

1. Todos los datos para cada material se integraron en una base de datos compuesta de una tabla con la variable dependiente en primer lugar; Temperatura superficial del material y las variables independientes; radiación solar y ángulo de incidencia solar.

2. Se observó en el manejo de los datos, que las relaciones de la temperatura superficial con el ángulo de incidencia solar y la radiación solar no son simétricas para la mañana y la tarde, siendo que para un mismo valor de radiación solar y ángulo de incidencia solar, la temperatura superficial puede tener variaciones observadas. Las variables que influyen en la variable dependiente y que no se incluyeron en el modelo estadístico las absorbió el error aleatorio del modelo.

Para obtener más confiabilidad en los experimentos estadísticos, se dividieron las mediciones de un día en dos partes, los menores al ángulo de hora solar  $0^\circ$  es decir medio día solar y los mayores a cero grados. La ventaja de hacer esta partición es que hubo menor dispersión en la variable dependiente y se obtuvieron valores del coeficiente de correlación y de determinación más cercanos a la unidad.

Datos de mañana  $\omega < 0^\circ$

Datos de tarde  $\omega \geq 0^\circ$

Donde  $\omega$  es la hora solar en grados sexagesimales.

Lo anterior se justifica analizando los coeficientes de correlación de las variables en su totalidad de mediciones, con la selección de datos para la mañana y la tarde. Las siguientes tablas solo contemplan las variables seleccionadas en las conclusiones del capítulo tres: Temperatura superficial, radiación solar y ángulo de incidencia.

**Tabla 4.1.1 Matriz de correlaciones entre la variable dependiente Tsera y las variables independientes seleccionadas.**

<b>MATRIZ DE CORRELACIONES ENTRE VARIABLES SELECCIONADAS</b>			
<b>Tsera</b>			
N° DATOS TARDE	96		
VARIABLES	$\theta$	G	Tsera
Tsera	-0.90	0.71	1.00
G	-0.53	1.00	0.71
$\theta$	1.00	-0.53	-0.90
N° DATOS MAÑANA	107		
VARIABLES	$\theta$	G	Tsera
Tsera	-0.82	0.66	1.00
G	-0.28	1.00	0.66
$\theta$	1.00	-0.53	-0.82

**Tabla 4.1.2 Matriz de correlaciones entre la variable dependiente Tseba y las variables independientes seleccionadas.**

<b>MATRIZ DE CORRELACIONES ENTRE VARIABLES SELECCIONADAS</b>			
<b>Tseba</b>			
N° DATOS TARDE	97		
VARIABLES	$\theta$	G	Tseba
Tseba	-0.85	0.80	1.00
G	-0.67	1.00	0.80
$\theta$	1.00	-0.67	-0.85
N° DATOS MAÑANA	138		
VARIABLES	$\theta$	G	Tseba
Tseba	-0.80	0.73	1.00
G	-0.35	1.00	0.73
$\theta$	1.00	-0.35	-0.80

**Tabla 4.1.3 Matriz de correlaciones entre la variable dependiente Tsere y las variables independientes seleccionadas.**

<b>MATRIZ DE CORRELACIONES ENTRE VARIABLES SELECCIONADAS</b>			
<b>Tsere</b>			
N° DATOS TARDE	144		
VARIABLES	$\theta$	G	Tsere
Tsere	-0.89	0.68	1.00
G	-0.60	1.00	0.68
$\theta$	1.00	-0.60	-0.89
N° DATOS MAÑANA	138		
VARIABLES	$\theta$	G	Tsere
Tsere	-0.88	0.69	1.00
G	-0.46	1.00	0.69
$\theta$	1.00	-0.46	-0.88



**Tabla 4.1.4 Matriz de correlaciones entre la variable dependiente Tsebe y las variables independientes seleccionadas.**

<b>MATRIZ DE CORRELACIONES ENTRE VARIABLES SELECCIONADAS</b>			
<b>Tsebe</b>			
N° DATOS TARDE	70		
VARIABLES	$\theta$	G	Tsebe
Tsebe	-0.80	0.76	1.00
G	-0.53	1.00	0.76
$\theta$	1.00	-0.53	-0.80
N° DATOS MAÑANA	96		
VARIABLES	$\theta$	G	Tsebe
Tsebe	-0.68	0.84	1.00
G	-0.38	1.00	0.84
$\theta$	1.00	-0.38	-0.68

**Tabla 4.1.5 Matriz de correlaciones entre la variable dependiente Tsebe y las variables independientes seleccionadas.**

<b>MATRIZ DE CORRELACIONES ENTRE VARIABLES SELECCIONADAS</b>			
<b>Tsef</b>			
N° DATOS TARDE	37		
VARIABLES	$\theta$	G	Tsef
Tsef	-0.83	0.93	1.00
G	-0.86	1.00	0.93
$\theta$	1.00	-0.86	-0.96
N° DATOS MAÑANA	57		
VARIABLES	$\theta$	G	Tsef
Tsef	-0.82	0.93	1.00
G	-0.78	1.00	0.93
$\theta$	1.00	-0.78	-0.82

**Tabla 4.1.6 Matriz de correlaciones entre la variable dependiente Tsen y las variables independientes seleccionadas.**

<b>MATRIZ DE CORRELACIONES ENTRE VARIABLES SELECCIONADAS</b>			
<b>Tsen</b>			
N° DATOS TARDE			
VARIABLES	$\theta$	G	Tsen
Tsen	-0.80	0.73	1.00
G	-0.52	1.00	0.73
$\theta$	1.00	-0.52	-0.80
N° DATOS MAÑANA	84		
VARIABLES	$\theta$	G	Tsen
Tsen	-0.76	0.82	1.00
G	-0.57	1.00	0.82
$\theta$	1.00	-0.57	-0.76

3. Se determinó implementar un cambio de variable independiente de la siguiente manera.

Nueva variable 
$$S = \frac{G}{\theta} \quad (4.1)$$

G = Radiación solar incidente (W/m<sup>2</sup>)

θ = Ángulo de incidencia solar (Grados)

S = Nueva variable.

Al aplicar la variable S se obtiene una relación más sencilla, donde se representa la temperatura superficial del material en función del ángulo de incidencia solar y la radiación solar.

4. Se analizaron las dos bases de datos por material, y se determinó cuales variables quedan excluidas del experimento estadístico en base al índice de correlación. Este análisis está sustentado en el capítulo anterior y en el anexo correspondiente.

Por cuestiones prácticas se aplicaron los siguientes criterios al implementar la nueva variable.

- La nueva variable S, se vuelve inestable cuando Radiación solar (G) es grande e ángulo de incidencia solar (θ) tiende a cero. Los valores de S > 200 fueron eliminados de las observaciones. También dependiendo el rango de las temperaturas superficiales, en algunos casos los valores de S > 100 se eliminaron.
- Para evitar estos valores altos de S, también el rango de G se ajustó de 0 > G ≤ 1000 W/m.<sup>2</sup> La razón para esto es que a partir de los 1000 W/m.<sup>2</sup> aproximadamente, las curvas propuestas de ajuste se salen de la tendencia. Para no recurrir a un modelo más complejo se determinó que las gráficas solo llegasen a los 1000 W/m.<sup>2</sup>
- Los ángulos de incidencia θ=0 marcan error en las operaciones, por tanto también se eliminaron de las observaciones originales.
- Todos estos valores eliminados no representó más de una décima de los datos.

5. De las variables seleccionadas se obtuvo el modelo estadístico en base al ajuste de curvas adecuado en cada caso y se validó con el coeficiente de determinación y se les asignó su rango de confianza.

## 4.2 Modelo de regresión lineal.

Para los datos de mañana y tarde, se asoció al siguiente modelo de regresión lineal. El modelo es entonces una relación de tipo probabilística entre tres variables.

$$Y_i = b_o + b_i \ln(X_i) + \varepsilon \quad (4.2.1)$$

La idea fundamental del análisis de regresión es obtener aquellos valores que sean buenos estimadores de los parámetros  $b_o$  y  $b_i$  y que también minimicen los errores de  $Y_i$  para cada una de las observaciones.

Donde:

$$b_1 = \frac{SS_{xy}}{SS_x} \quad (4.2.1.1)$$

$$b_o = \bar{Y} - b_1 x \quad (4.2.1.2)$$

$Y_i$ = El valor estimado de la variable dependiente en la  $i$ ésima observación.

$b_o$  y  $\beta_i$  son parámetros obtenidos por el método de mínimos cuadrados.

$X_i$ = Es el valor de la variable independiente en la  $i$ ésima observación.

$\varepsilon$  =Es el error aleatorio.

$n$ = Tamaño de la muestra o número de datos.

$x$ = observación de la variable independiente.

$y$ = Estimaciones de la variable dependiente en base al modelo propuesto.

$\bar{X}$  = Promedio de las observaciones de  $x$ .

$\bar{Y}$  =Promedio de las estimaciones.

### 4.2.1 Los intervalos de confianza.

El *intervalo de confianza* es un rango en cualquiera de los lados de la media de una muestra. Para obtenerlo se requiere tener los siguientes datos:

1. *Alfa* ( $\alpha$ ) es el nivel de significación utilizado para calcular el nivel de confianza. El nivel de confianza es igual a  $100(1 - \alpha)\%$ , es decir, un alfa de 0,05 indica un nivel de confianza de 95%.
2. *Desviación estándar* ( $s$ ) es la desviación estándar de una muestra para el rango de datos y se presupone que es conocida.
3. Tamaño de la muestra ( $n$ ).

El nivel de significancia alfa, es igual a 0,05, Por lo tanto, el intervalo de confianza en °C es:

$$\bar{Y} = \pm 1.96 \left( \frac{s}{\sqrt{n}} \right) \quad (4.2.4)$$

El ajuste de las curvas y las operaciones se efectuaron en hojas de cálculo de EXCEL. (Anexo 4). Posteriormente se graficaron las curvas y se compararon las estimaciones con los datos reales.

### **4.3. Desarrollo de cada experimento estadístico.**

Para obtener los nomogramas de cada material, de tarde y mañana, se siguió el siguiente proceso:

1. Descripción de la gráfica de dispersión de las tres variables.

En una gráfica de dos ejes de *ordenadas* se graficaron las dos variables independientes y en el eje de las *abscisas* la variable dependiente, la cual se le aplicó un *orden ascendente*. Quedando en el primer cuadrante los puntos dispersos de radiación solar y el ángulo de incidencia.

2. Gráfica de la nueva variable S y el ajuste de curva.

Para obtener una menor dispersión de los puntos de las variables independientes, se recurrió al cambio de variable, resultando una gráfica de la variable S como variable independiente en el eje de las abscisas y la variable dependiente en las ordenadas. Esta nueva dispersión de puntos resultó de más ayuda para obtener un ajuste de curva significativo.

3. Representación del modelo estadístico.

Con base del gráfico de dispersión de la variable S, se ajustó a una curva y se le asignó su ecuación representativa.

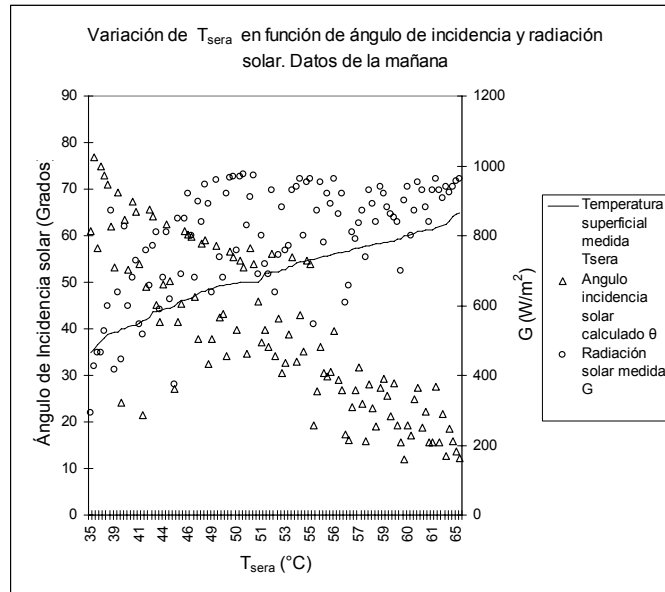
4. Tabla de los datos de validación del modelo estadístico.

Para obtener las bondades del modelo obtenido, se probó con los datos reales y se obtuvieron temperaturas superficiales estimadas de cada material, para la tarde y la mañana. Los datos reales y los estimados se compararon con una tabla de error, además se aplicó la correlación para determinar en que medida el modelo representa a la realidad. (ANEXO 4)

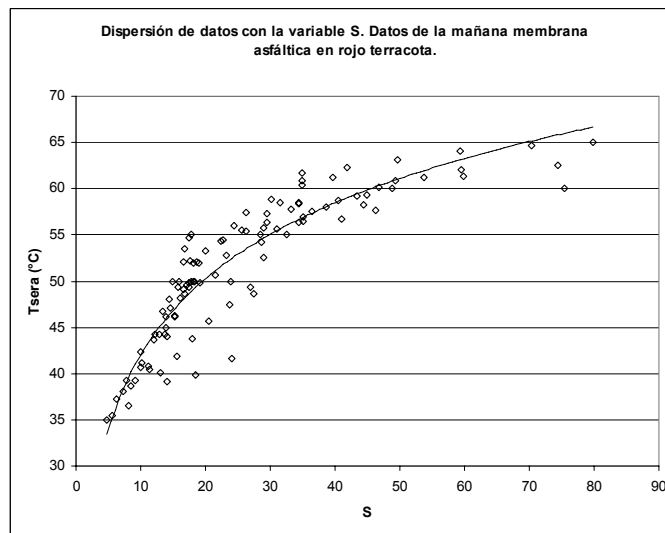
5. Nomogramas.

Se obtuvieron al transformar la variable S en sus dos variables iniciales. Dejando como constante el ángulo de incidencia en rangos de cinco y diez grados. De tal modo se obtuvo una familia de curvas que representa la variación de la Temperatura superficial en función de la radiación solar y el ángulo de incidencia solar.

### 4.3.1 Experimentos estadísticos membrana asfáltica en rojo terracota para los datos de la mañana.



Gráfica 4.3.1.1 Dispersión de las variables, rojo asfáltico para la mañana.



Gráfica 4.3.1.2. Comportamiento de la variable S y el ajuste de la curva, rojo asfáltico, mañana.

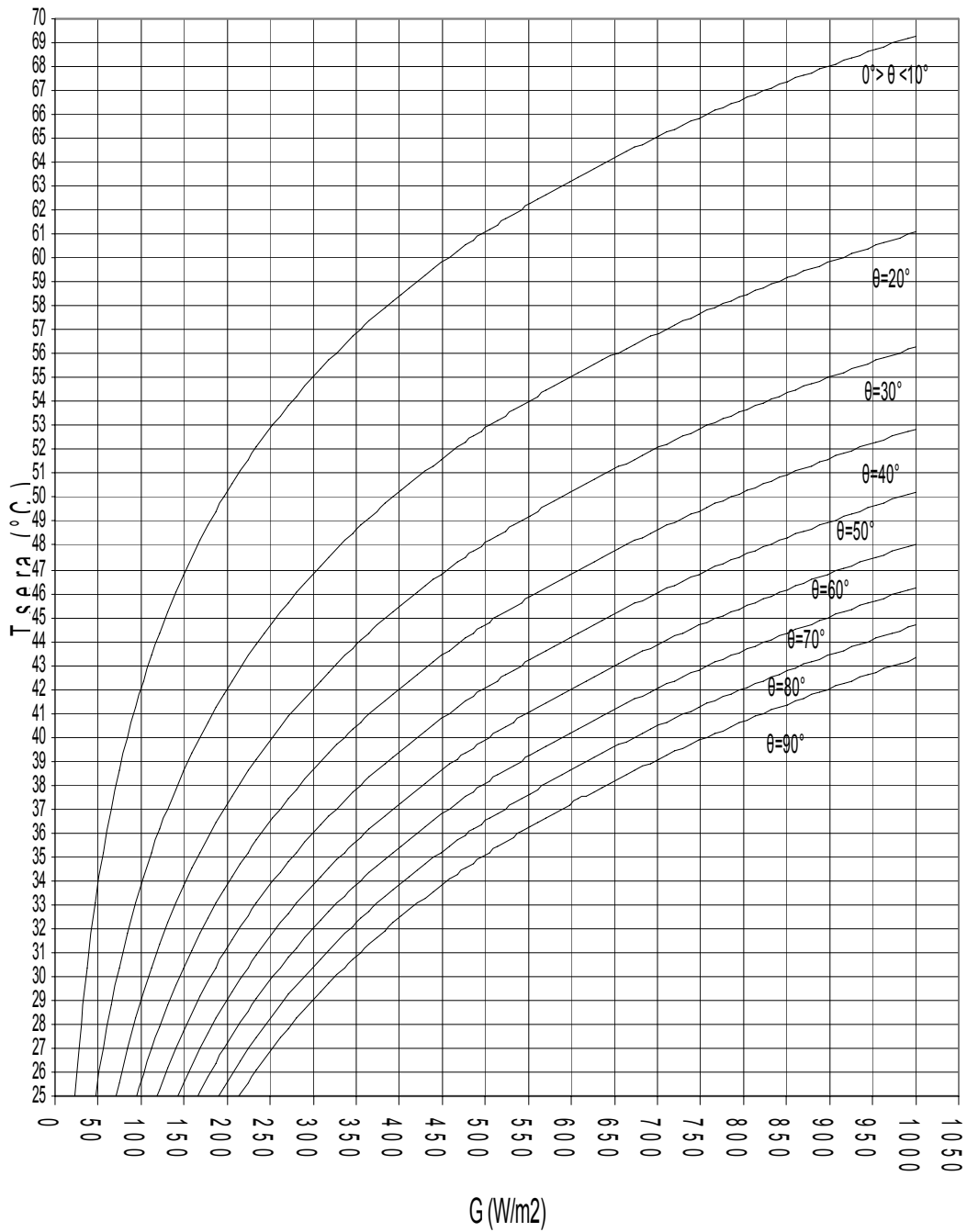
Donde, la curva tiene la siguiente ecuación.

$$T_{sera(S)} = 11.844 \ln\left(\frac{G}{\theta}\right) + 14.776$$

Tabla 4.3.1 Validación experimento estadístico para Membrana asfáltica en rojo terracota del grupo de la mañana.

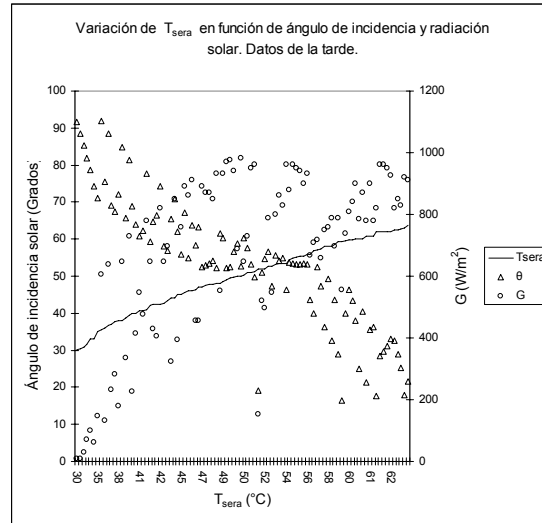
Número de datos	r	r <sup>2</sup>	Valor crítico de r	Desviación estándar (°C)	Intervalo confianza (°C)
107	0.92	0.85	0.195	7.06	± 1.34

Temperatura superficial de la membrana asfáltica en rojo terracota, en función del ángulo de incidencia solar ( $\theta$  en grados) y la radiación solar. Función para datos de la mañana.

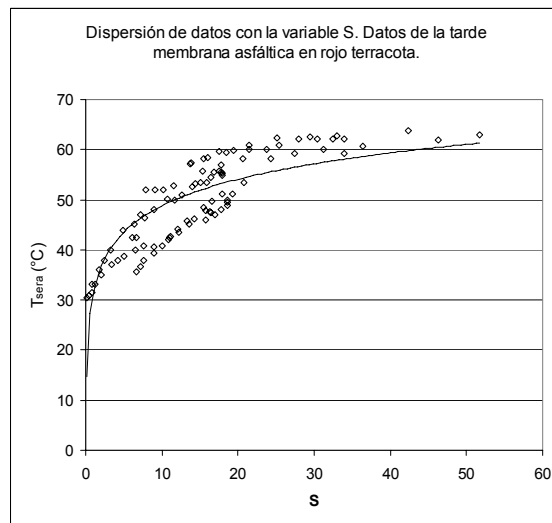


Nomograma 4.3.1.3. Membrana asfáltica en rojo, para  $\omega < 0^\circ$

### 4.3.2 Experimento estadístico membrana asfáltica en rojo terracota para los datos de la tarde.



Gráfica 4.3.2.1. Dispersión de las variables, rojo asfáltico para la tarde.



Gráfica 4.3.2.2. Comportamiento de la variable S y el ajuste de la curva, rojo asfáltico, tarde.

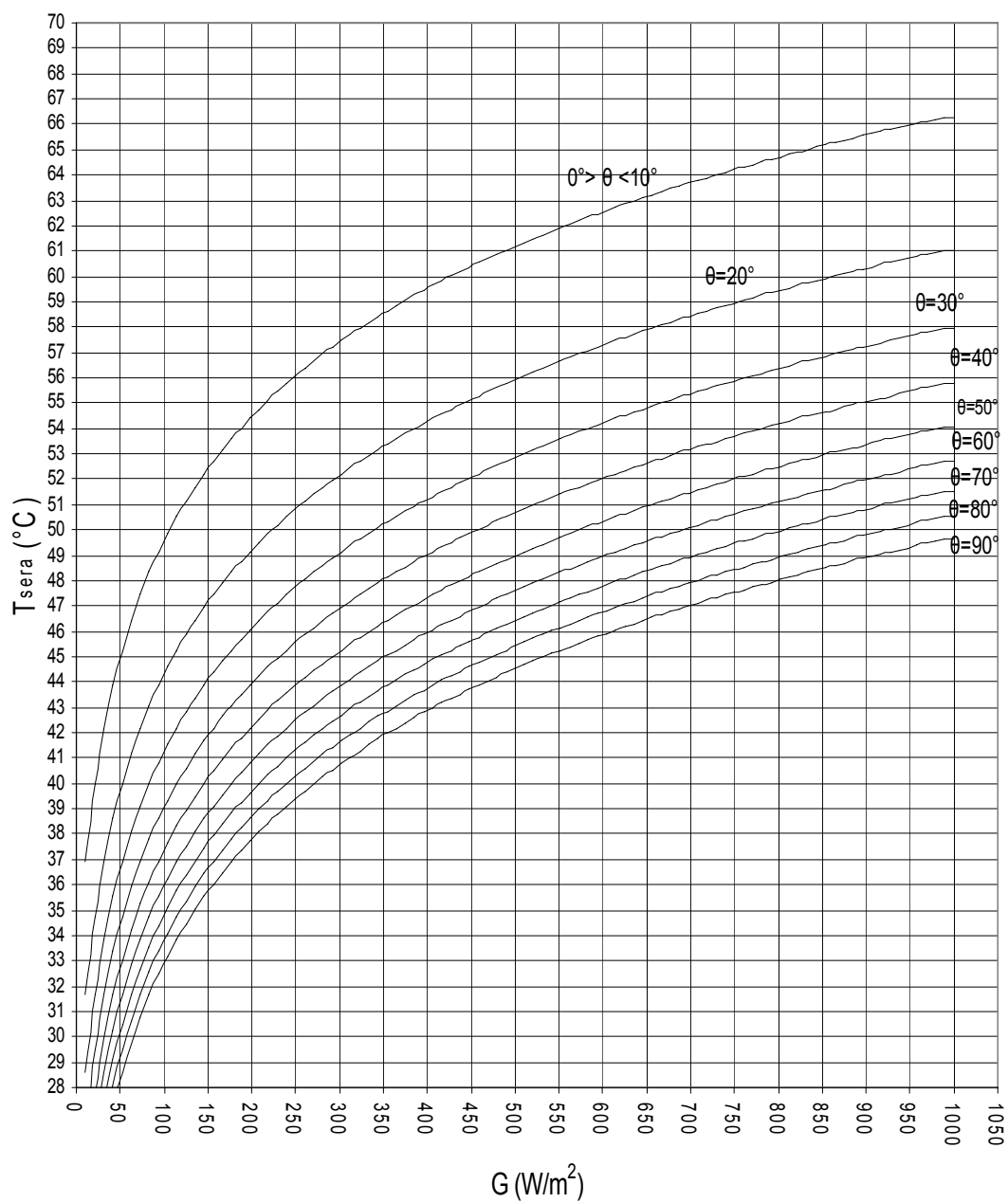
Donde, la curva tiene la siguiente ecuación.

$$T_{sera(s)} = 31.35 + 7.588 \ln\left(\frac{G}{\theta}\right)$$

Tabla 4.3.2 Validación experimento estadístico para Membrana asfáltica en rojo terracota del grupo de la tarde.

Número de datos	r	r <sup>2</sup>	Valor crítico de r	Desviación estándar (°C)	Intervalo confianza (°C)
96	0.83	0.70	0.205	8.36	± 1.67

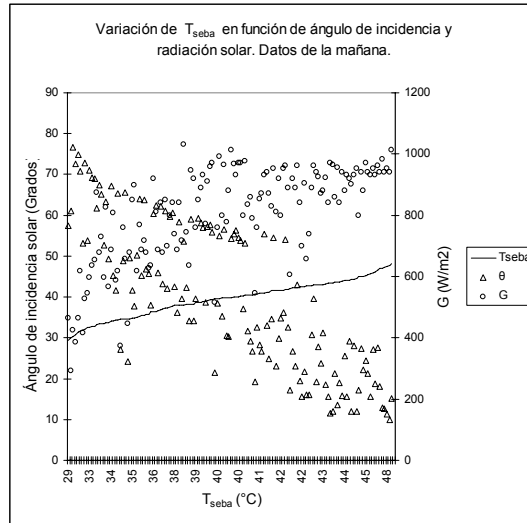
Temperatura superficial de la membrana asfáltica en rojo terracota, en función del ángulo de incidencia solar ( $\theta$  en grados) y la radiación solar. Función para datos de la tarde.



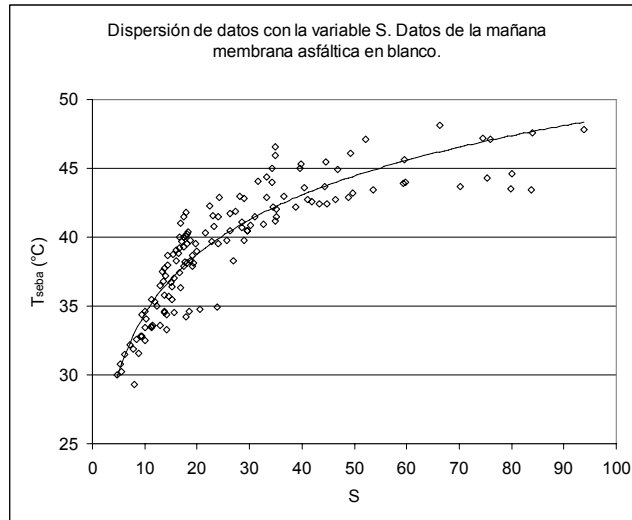
Nomograma 4.3.2.3. Membrana asfáltica en rojo, para  $\omega \geq 0^{\circ}$



### 4.3.3 Experimento estadístico para la membrana asfáltica en acabado blanco acrílico para datos de la mañana.



Gráfica 4.3.3.1. Dispersión de las variables, blanco asfáltico para la mañana.



Gráfica 4.3.3.2. Comportamiento de la variable S y el ajuste de la curva, blanco asfáltico, mañana.

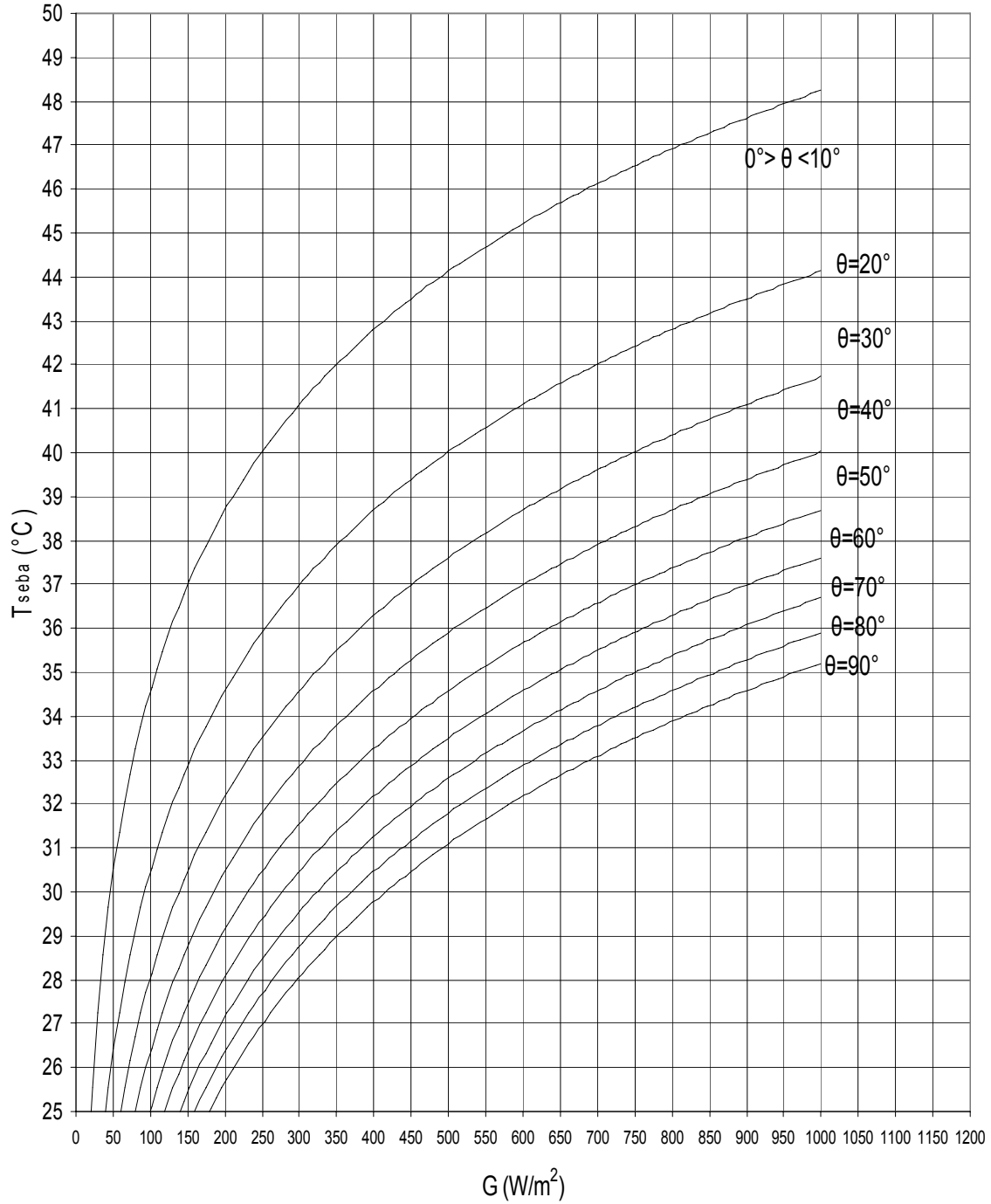
Donde, la curva tiene la siguiente ecuación.

$$T_{seba(S)} = 20.0923 + 5.9331 \ln\left(\frac{G}{\theta}\right)$$

Tabla 4.3.3 Validación experimento estadístico para Membrana asfáltica con acabado en blanco acrílico, del grupo de la mañana.

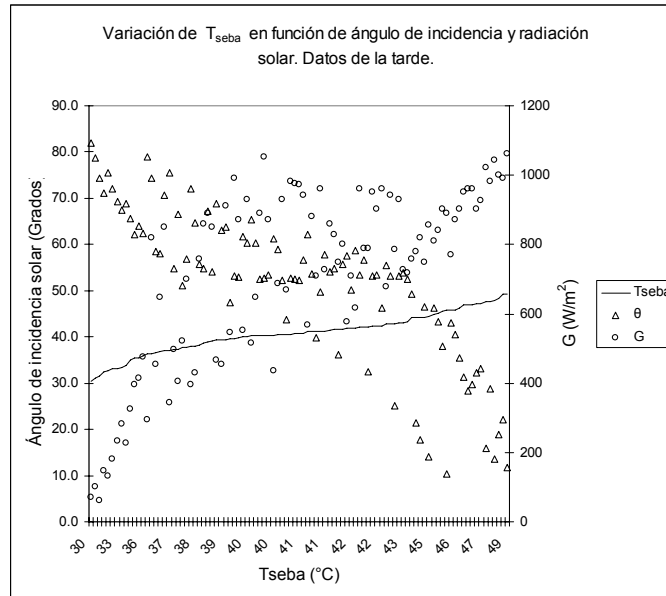
Número de datos	r	r <sup>2</sup>	Valor crítico de r	Desviación estándar (°C)	Intervalo confianza (°C)
138	0.91	0.83	0.195	3.81	± 0.636

Temperatura superficial de la membrana asfáltica en blanco, en función del ángulo de incidencia solar ( $\theta$  en grados) y la radiación solar. Función para datos de la mañana.

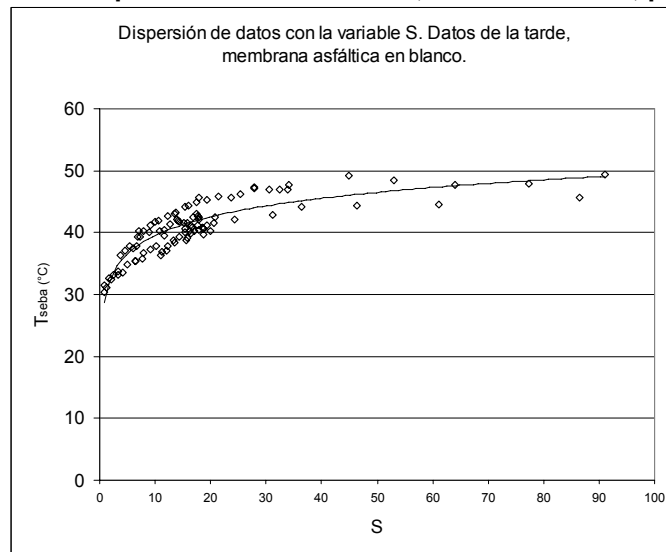


Nomograma 4.3.3.3. Membrana asfáltica en blanco, para  $\omega < 0^{\circ}$

#### 4.3.4 Experimento estadístico para la membrana asfáltica en acabado blanco acrílico para datos de la tarde.



**Gráfico 4.3.4.1. Dispersión de las variables, blanco asfáltico, para la tarde.**



**Gráfico 4.3.4.2. Comportamiento de la variable S y el ajuste de la curva, blanco asfáltico, tarde.**

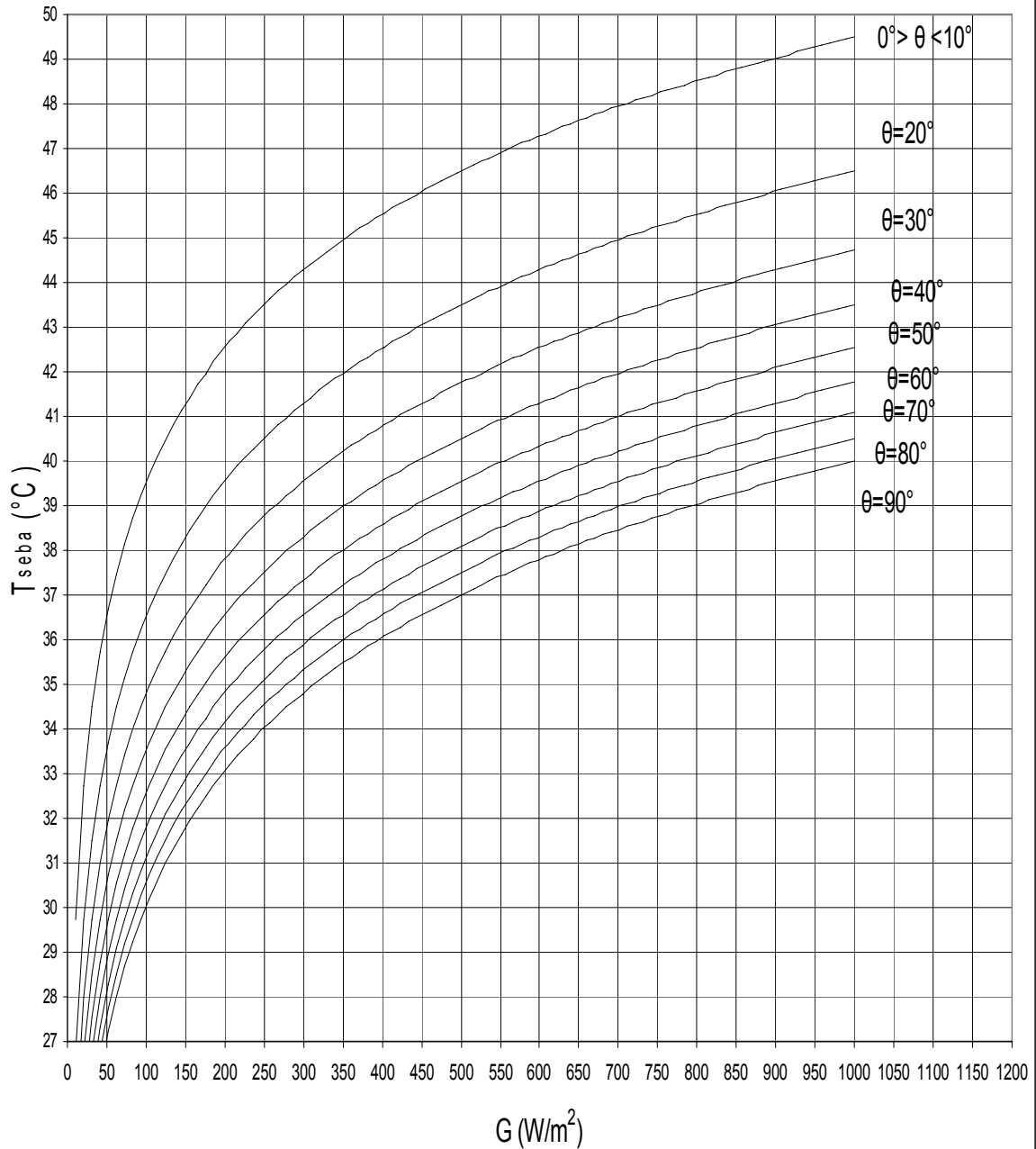
Donde, la curva tiene la siguiente ecuación.

$$T_{seba(S)} = 29.615 + 4.3145 \ln\left(\frac{G}{\theta}\right)$$

**Tabla 4.3.4 Validación experimento estadístico para Membrana asfáltica con acabado en blanco acrílico del grupo de la tarde.**

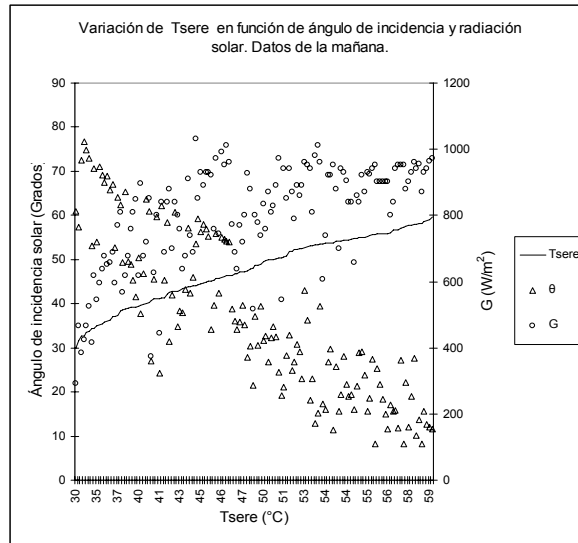
Número de datos	r	r <sup>2</sup>	Valor crítico de r	Desviación estándar (°C)	Intervalo confianza (°C)
97	0.89	0.80	0.205	3.83	± 0.76

Temperatura superficial de la membrana asfáltica en blanco, en función del ángulo de incidencia solar ( $\theta$  en grados) y la radiación solar. Función para datos de la tarde.

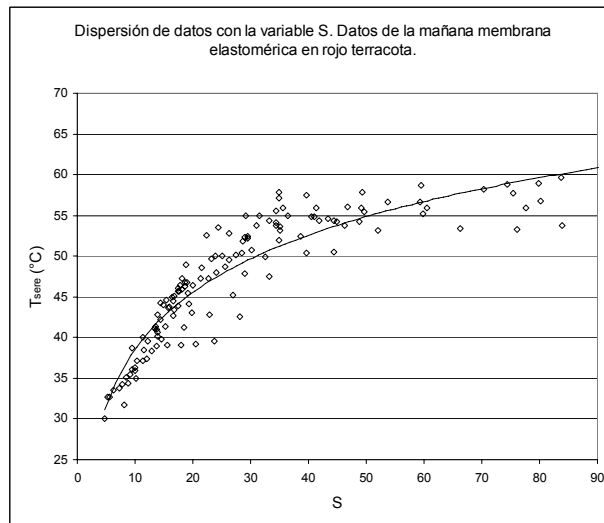


Nomograma 4.3.4.3. Membrana asfáltica en blanco, para  $\omega \geq 0^{\circ}$

### 4.3.5 Experimento estadístico para la membrana elastomérica en rojo terracota datos de la mañana.



**Gráfico 4.3.5.1. Dispersión de las variables, rojo elastomérico, para la mañana.**



**Gráfico 4.3.5.2. Comportamiento de la variable S y el ajuste de la curva, rojo elastomérico, mañana.**

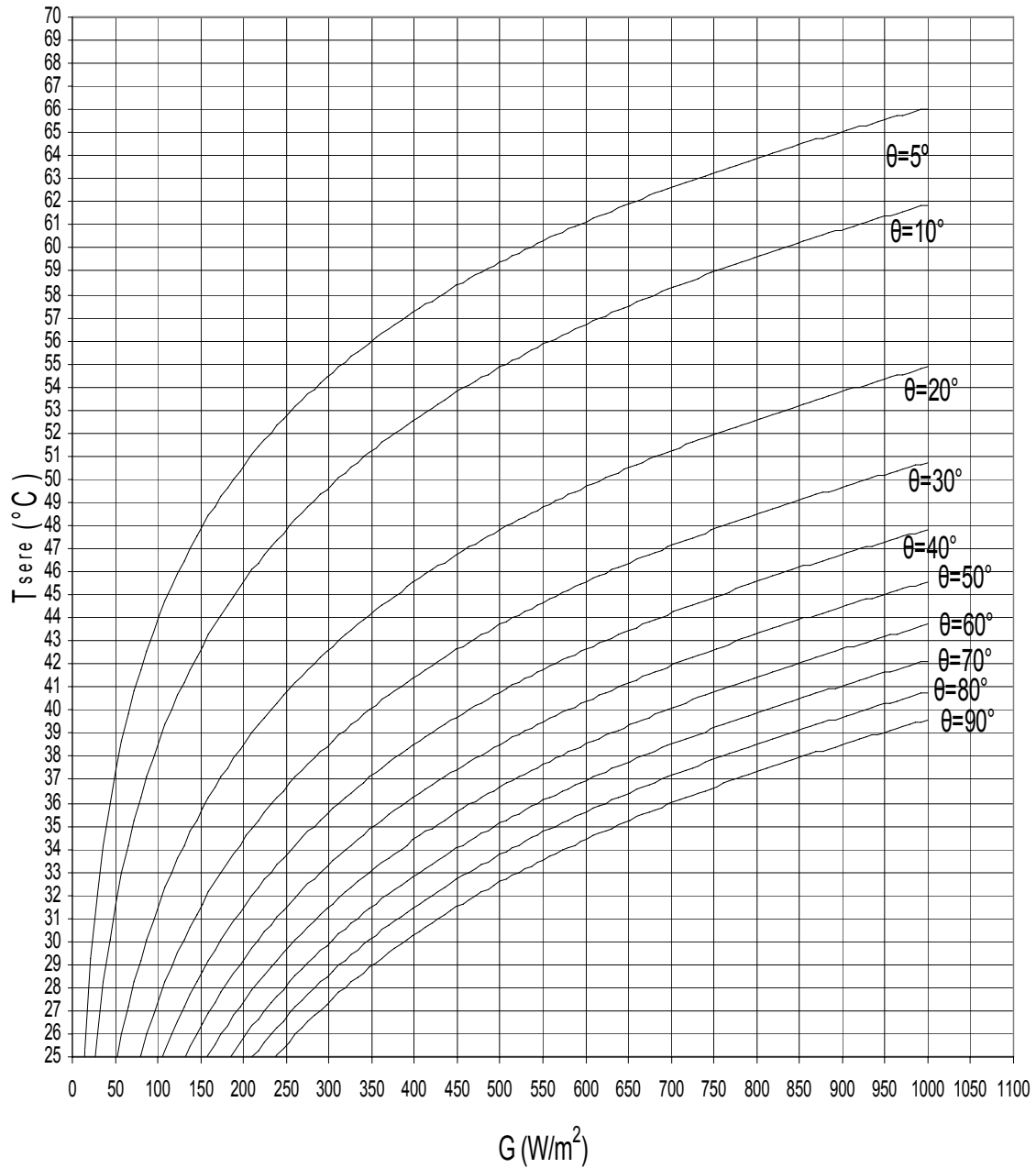
Donde, la curva tiene la siguiente ecuación.

$$T_{sere(S)} = 15.163 + 10.146 \ln\left(\frac{G}{\theta}\right)$$

**Tabla 4.3.5 Validación experimento estadístico para Membrana elastomérica en rojo terracota. Grupo de la mañana.**

Número de datos	r	r <sup>2</sup>	Valor crítico de r	Desviación estándar (°C)	Intervalo confianza (°C)
138	0.92	0.85	0.195	7.0	± 1.2

Temperatura superficial de la membrana elastomérica en rojo terracota, En función del ángulo de incidencia solar ( $\theta$  en grados) y la radiación solar. Función para datos de la mañana.



Nomograma 4.3.5.3. Membrana en rojo elastomérico, para  $\omega < 0^\circ$

### 4.3.6 Experimento estadístico para la membrana elastomérica en rojo terracota, datos de la tarde.

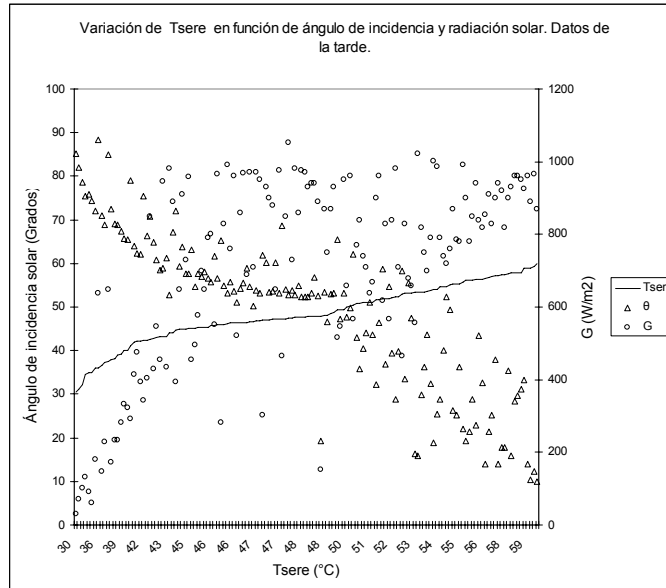


Gráfico 4.3.6.1. Dispersión de las variables, rojo elastomérico, para la tarde.

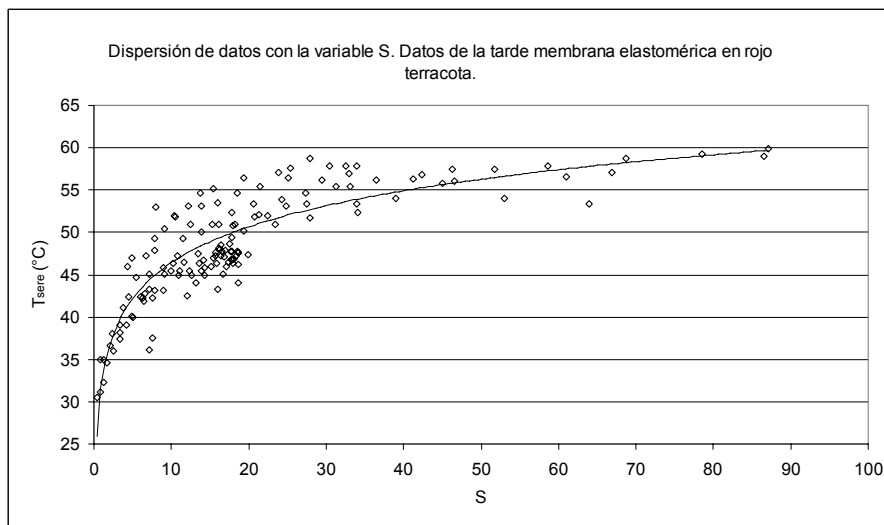


Gráfico 4.3.6.2. Comportamiento de la variable S y el ajuste de la curva, rojo elastomérico, tarde.

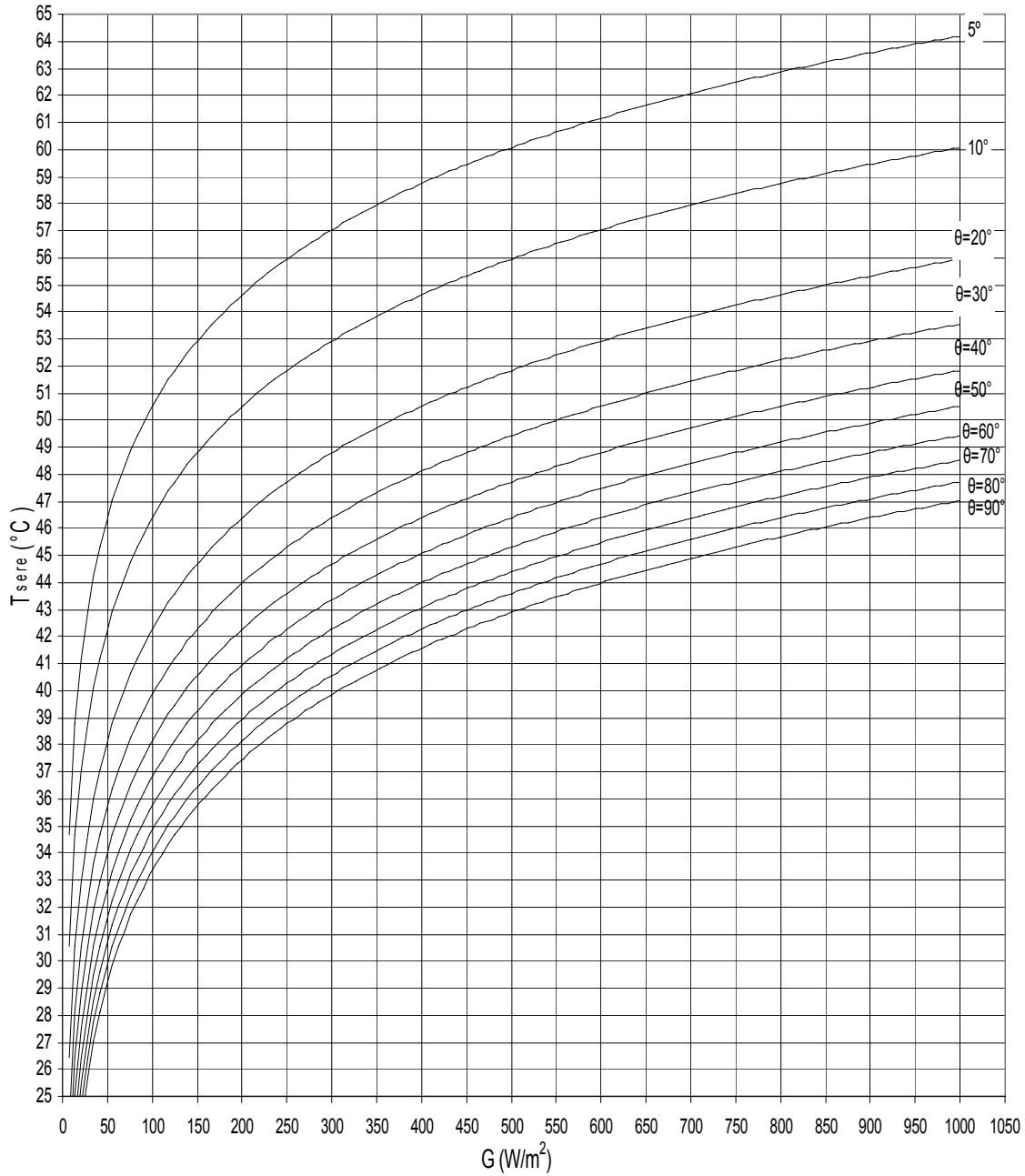
Donde, la curva tiene la siguiente ecuación.

$$T_{sere(S)} = 32.699 + 5.944 \ln\left(\frac{G}{\theta}\right)$$

Tabla 4.3.6 Validación experimento estadístico para Membrana elastomérica en rojo terracota. Grupo de la tarde.

Número de datos	r	r <sup>2</sup>	Valor crítico de r	Desviación estándar (°C)	Intervalo confianza (°C)
144	0.88	0.78	0.195	5.56	± 0.9

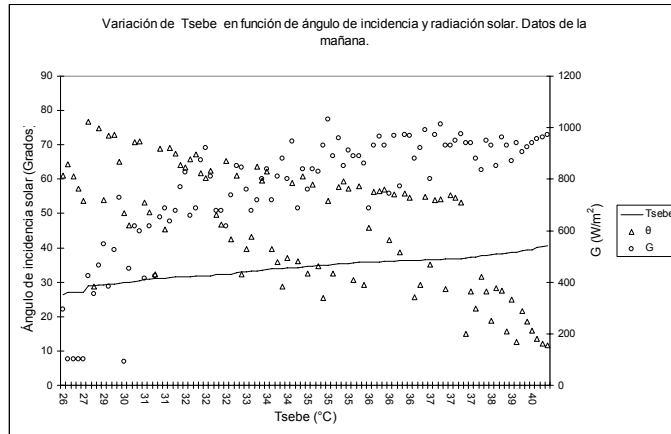
Temperatura superficial de la membrana elastomérica en rojo terracota, En función del ángulo de incidencia solar ( $\theta$  en grados) y la radiación solar. Función para datos de la tarde.



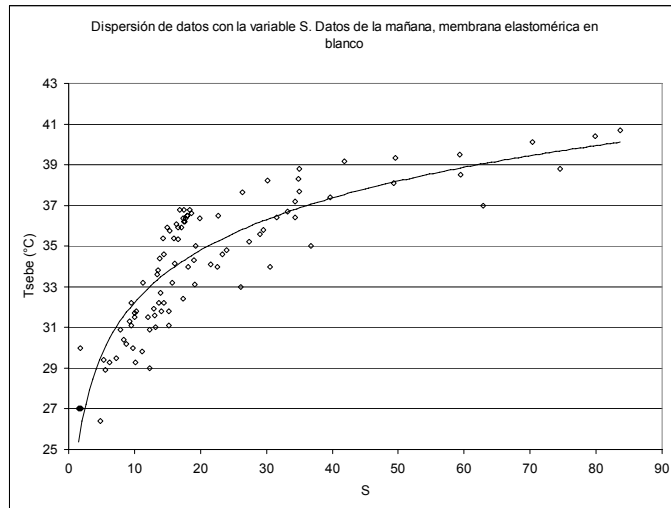
Nomograma 4.3.6.3. Membrana en rojo elastomérico, para  $\omega \geq 0^\circ$



### 4.3.7 Experimento estadístico para la película elastomérica en blanco, datos de la mañana.



**Grafico 4.3.7.1. Dispersión de las variables, blanco elastomérico, para la mañana.**



**Gráfico 4.3.7.2. Comportamiento de la variable S y el ajuste de la curva blanco elastomérico, mañana.**

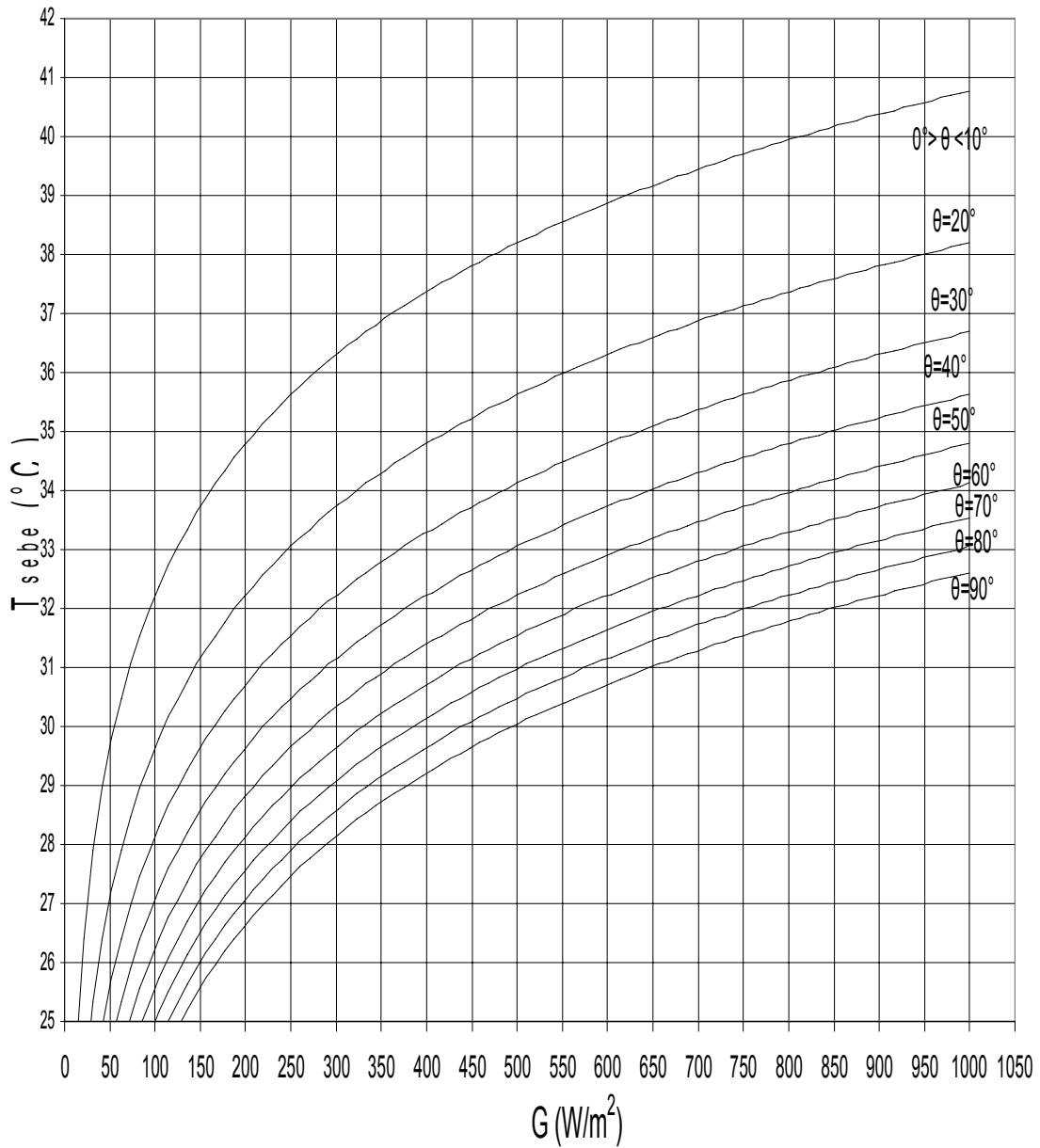
Donde, la curva tiene la siguiente ecuación.

$$T_{sebe(S)} = 23.678 + 3.7114 \ln\left(\frac{G}{\theta}\right)$$

**Tabla 4.3.7 Validación experimento estadístico para Membrana elastomérica en blanco. Grupo de la mañana.**

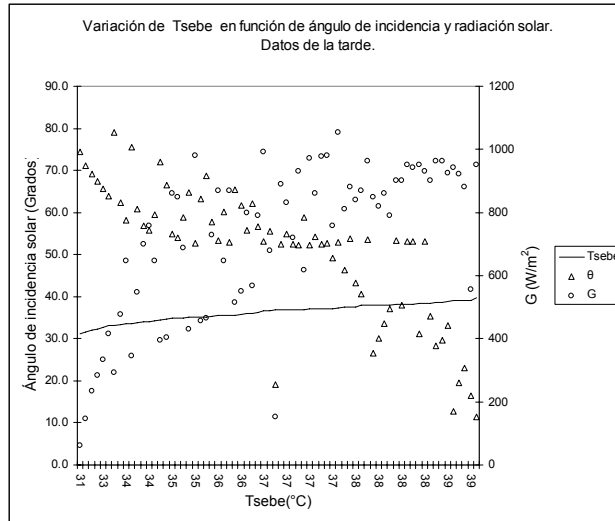
Número de datos	r	r <sup>2</sup>	Valor crítico de r	Desviación estándar (°C)	Intervalo confianza (°C)
96	0.88	0.77	0.205	2.98	± 0.6

Temperatura superficial de la membrana elastomérica en blanco, en función del ángulo de incidencia solar ( $\theta$  en grados) y la radiación solar. Función para datos de la mañana.

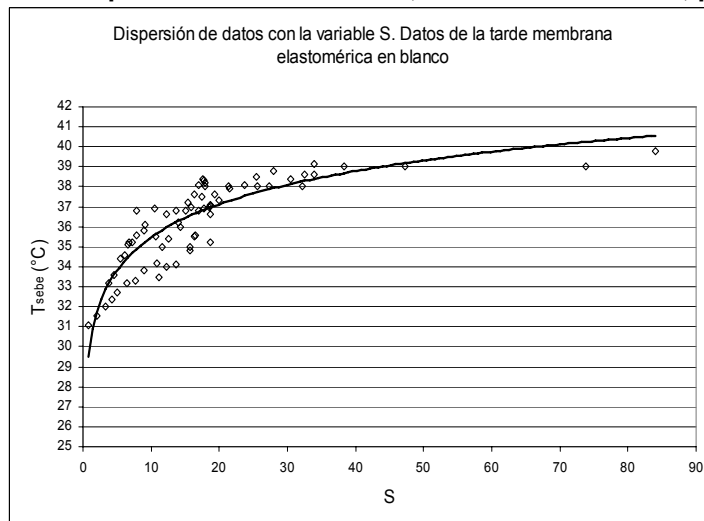


Nomograma 4.3.7.3. Membrana en blanco elastomérico, para  $\omega < 0^{\circ}$

### 4.3.8 Experimento estadístico para la película elastomérica en blanco, datos de la tarde.



**Gráfico 4.3.8.1. Dispersión de las variables, blanco elastomérico, para la tarde.**



**Gráfico 4.3.8.2. Comportamiento de la variable S y el ajuste de la curva, blanco elastomérico, tarde.**

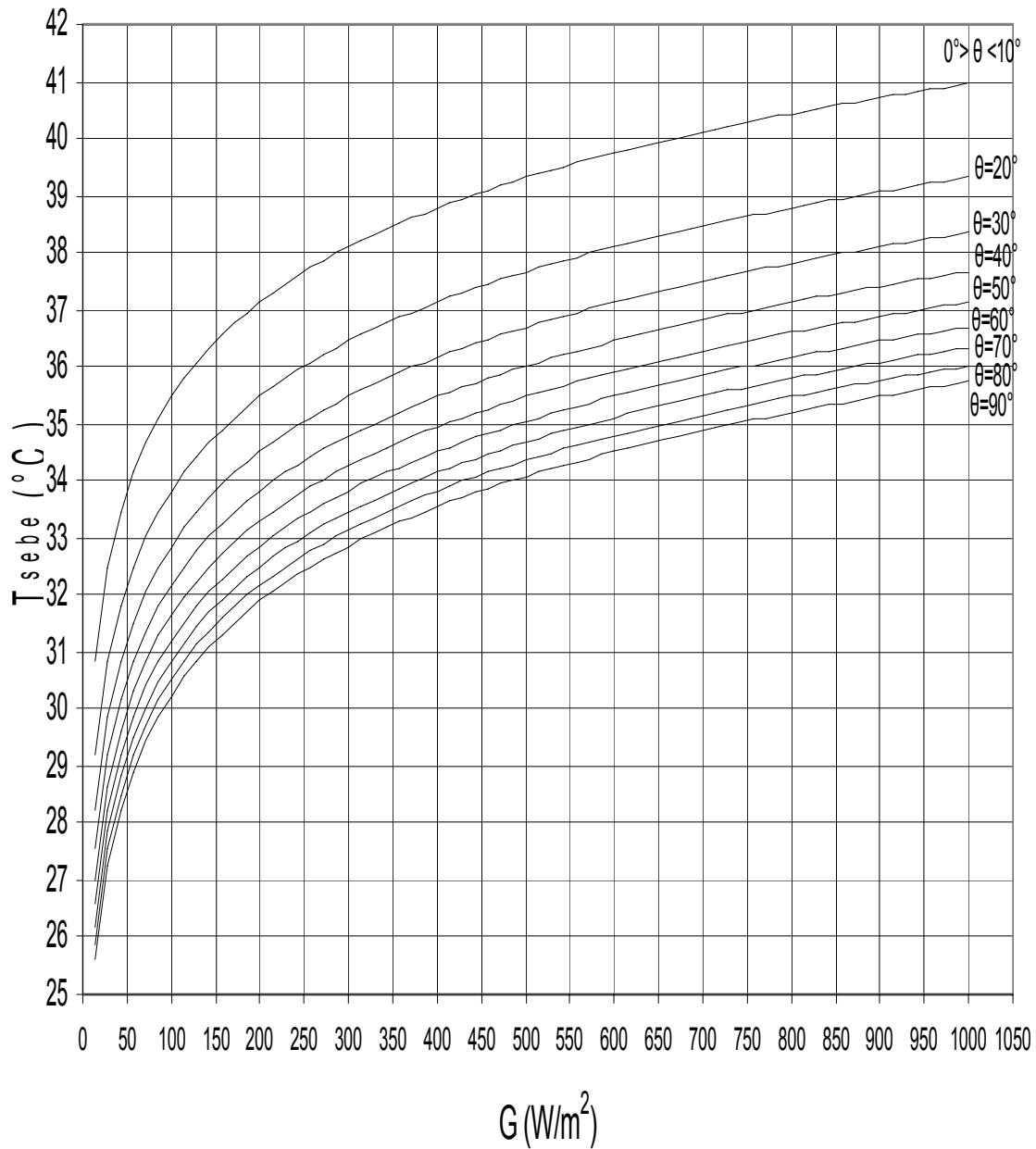
Donde, la curva tiene la siguiente ecuación.

$$T_{sebe(S)} = 29.99 + 2.3836 \ln\left(\frac{G}{\theta}\right)$$

**Tabla 4.3.8 Validación experimento estadístico para Membrana elastomérica en blanco. Grupo de la tarde.**

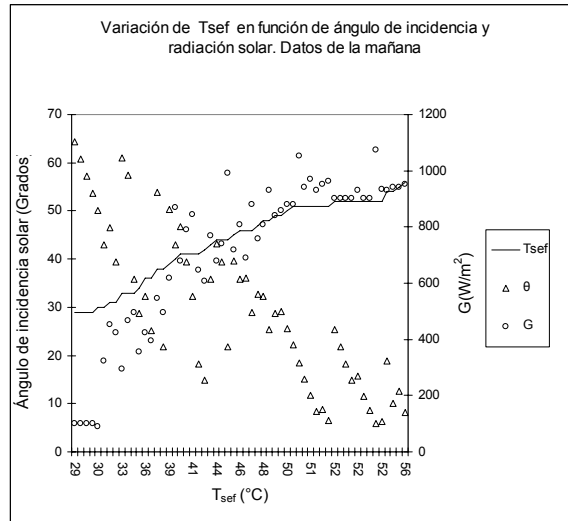
Número de datos	r	r <sup>2</sup>	Valor crítico de r	Desviación estándar (°C)	Intervalo confianza (°C)
70	0.88	0.78	0.232	1.82	± 0.43

Temperatura superficial de la membrana elastomérica en blanco, en función del ángulo de incidencia solar ( $\theta$  en grados) y la radiación solar. Función para datos de la tarde.

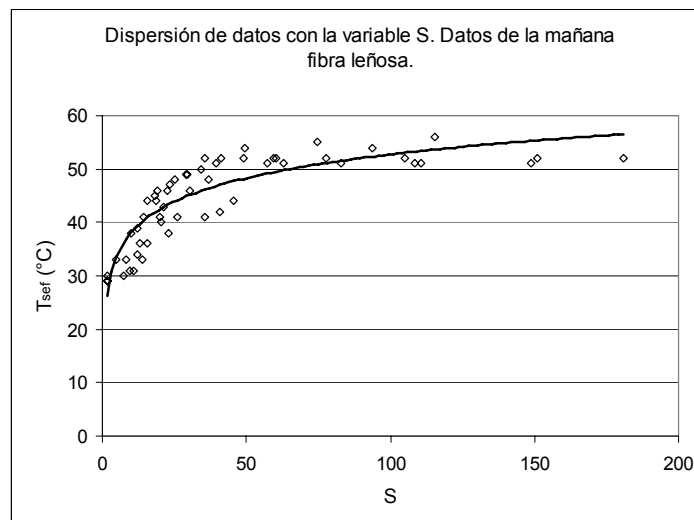


Nomograma 4.3.8.3. Membrana en blanco elastomérico, para  $\omega \geq 0^\circ$

### 4.3.9 Experimento estadístico para panel ligero de fibra leñosa, datos de la mañana.



**Gráfico 4.3.9.1. Dispersión de las variables fibra leñosa para la mañana.**



**Gráfico 4.3.9.2. Comportamiento de la variable S y el ajuste de la curva, fibra leñosa, mañana.**

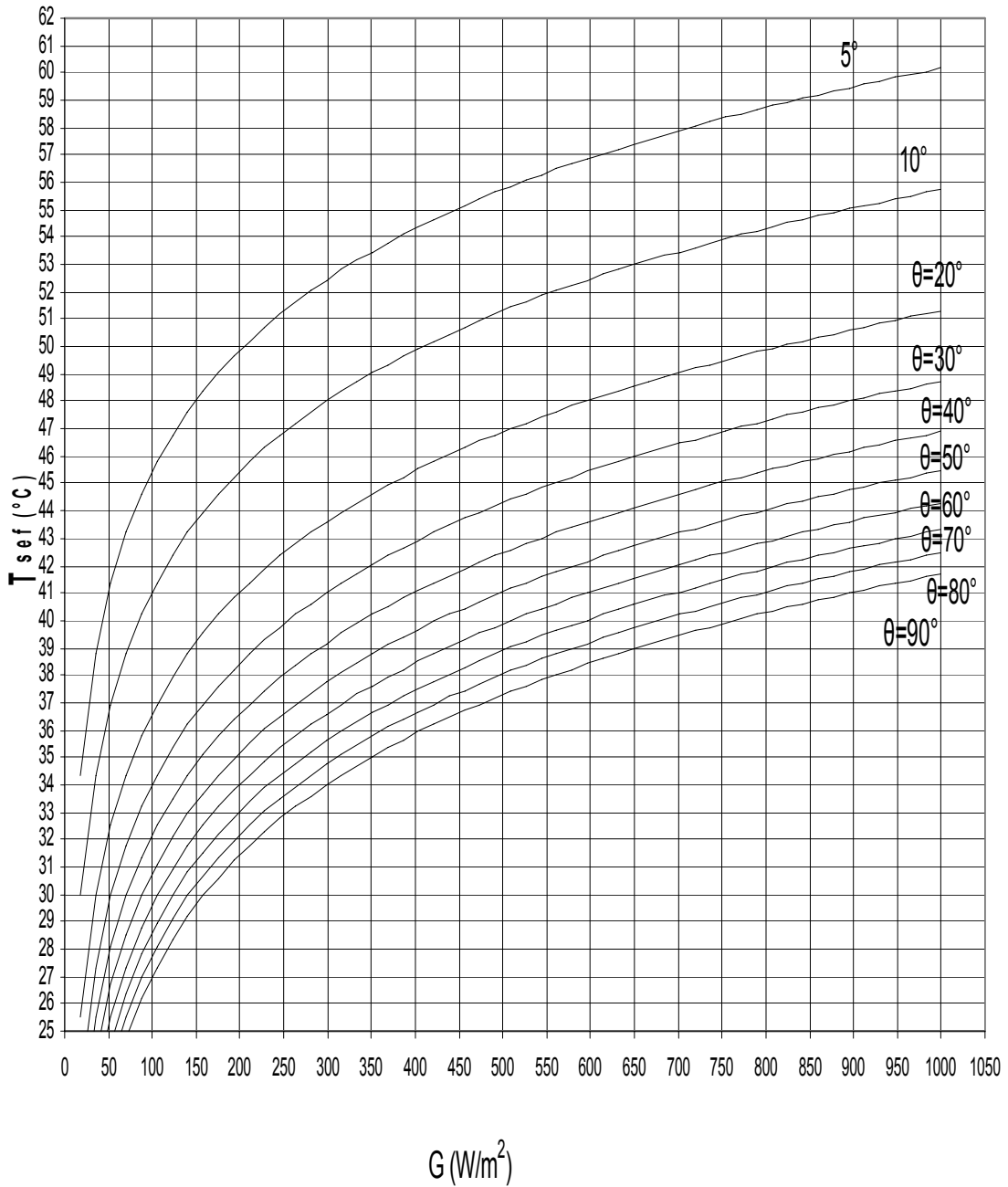
Donde, la curva tiene la siguiente ecuación.

$$T_{sef(S)} = 23.647 + 6.3822 \ln\left(\frac{G}{\theta}\right)$$

**Tabla 4.3.9 Validación de experimento estadístico para la fibra leñosa. Grupo de la mañana.**

Número de datos	r	r <sup>2</sup>	Valor crítico de r	Desviación estándar (°C)	Intervalo confianza (°C)
57	0.90	0.80	0.273	7.47	± 1.9

Temperatura superficial de la fibra leñosa, en función del ángulo de incidencia solar ( $\theta$  en grados) y la radiación solar. Función para datos de la mañana.



Nomograma 4.3.9.3. Fibra leñosa, para  $\omega < 0^\circ$

### 4.3.10 Experimento estadístico para panel ligero de fibra leñosa, datos de la tarde.

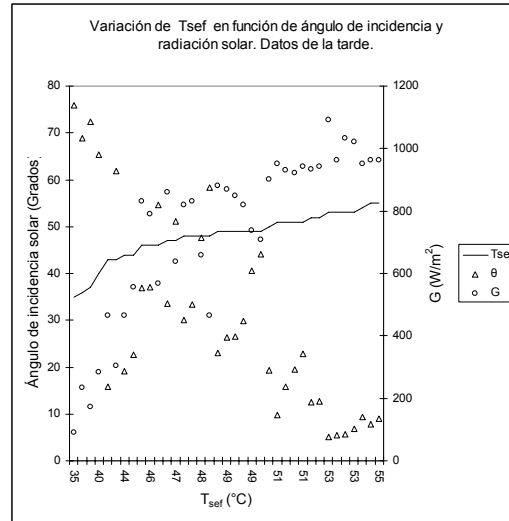


Gráfico 4.3.10.1. Dispersión de las variables, fibra leñosa para la tarde.

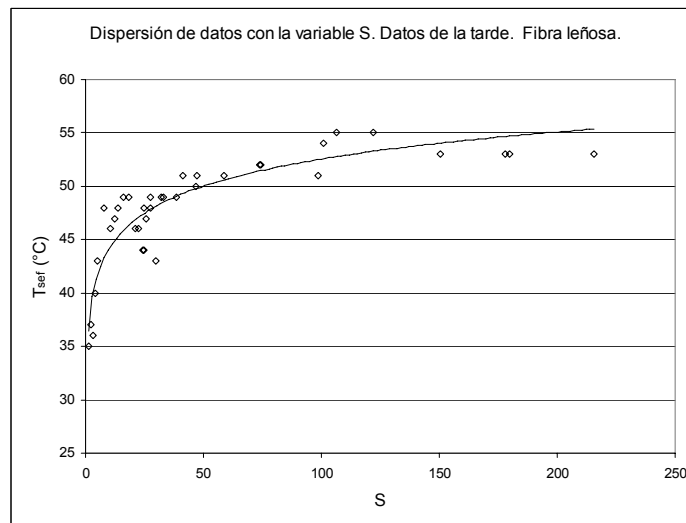


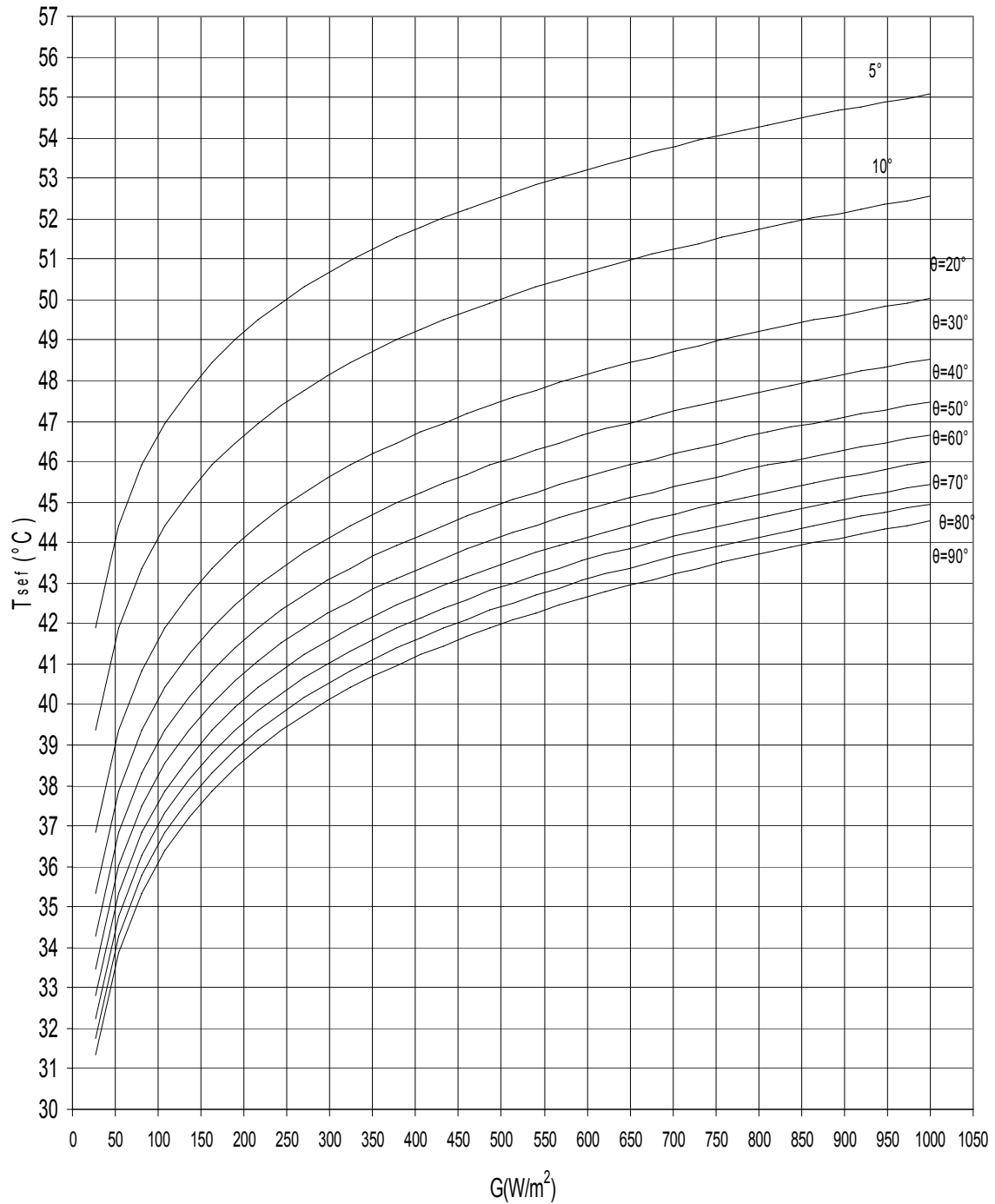
Gráfico 4.3.10.2. Comportamiento de la variable S y el ajuste de la curva, fibra leñosa, tarde. Donde, la curva tiene la siguiente ecuación.

$$T_{sef(S)} = 35.727 + 3.6532 \ln\left(\frac{G}{\theta}\right)$$

Tabla 4.3.10 Validación experimento estadístico para Membrana fibra leñosa. Grupo de la tarde.

Número de datos	r	r <sup>2</sup>	Valor crítico de r	Desviación estándar (°C)	Intervalo confianza (°C)
37	0.91	0.82	0.325	4.5	± 1.5

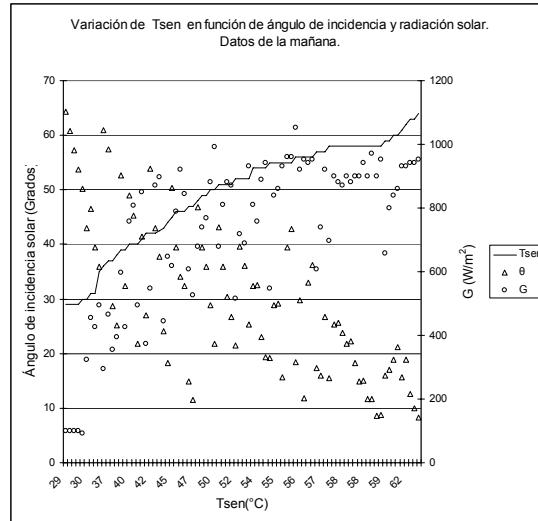
Temperatura superficial de la fibra leñosa, en función del ángulo de incidencia solar ( $\theta$  en grados) y la radiación solar. Función para datos de la tarde.



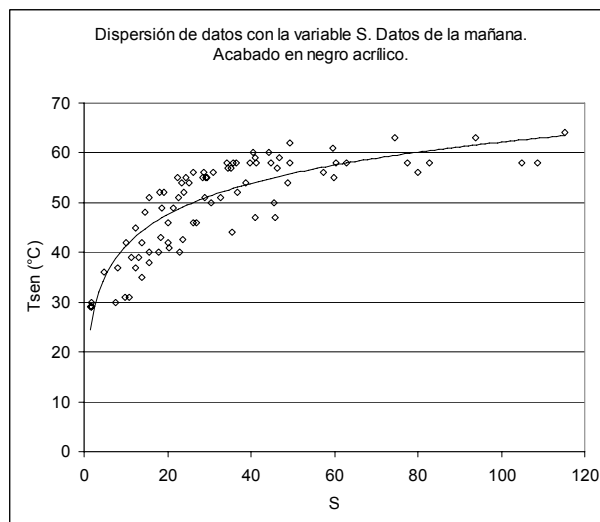
Nomograma 4.3.10.3. Fibra leñosa, para  $\omega \geq 0^\circ$



### 4.3.11 Experimento estadístico para textura en negro mate, datos de la mañana.



**Gráfico 4.3.11.1. Dispersión de las variables, negro mate, para la mañana.**



**Gráfico 4.3.11.2. Comportamiento de la variable S y el ajuste de la curva negro mate, mañana.**

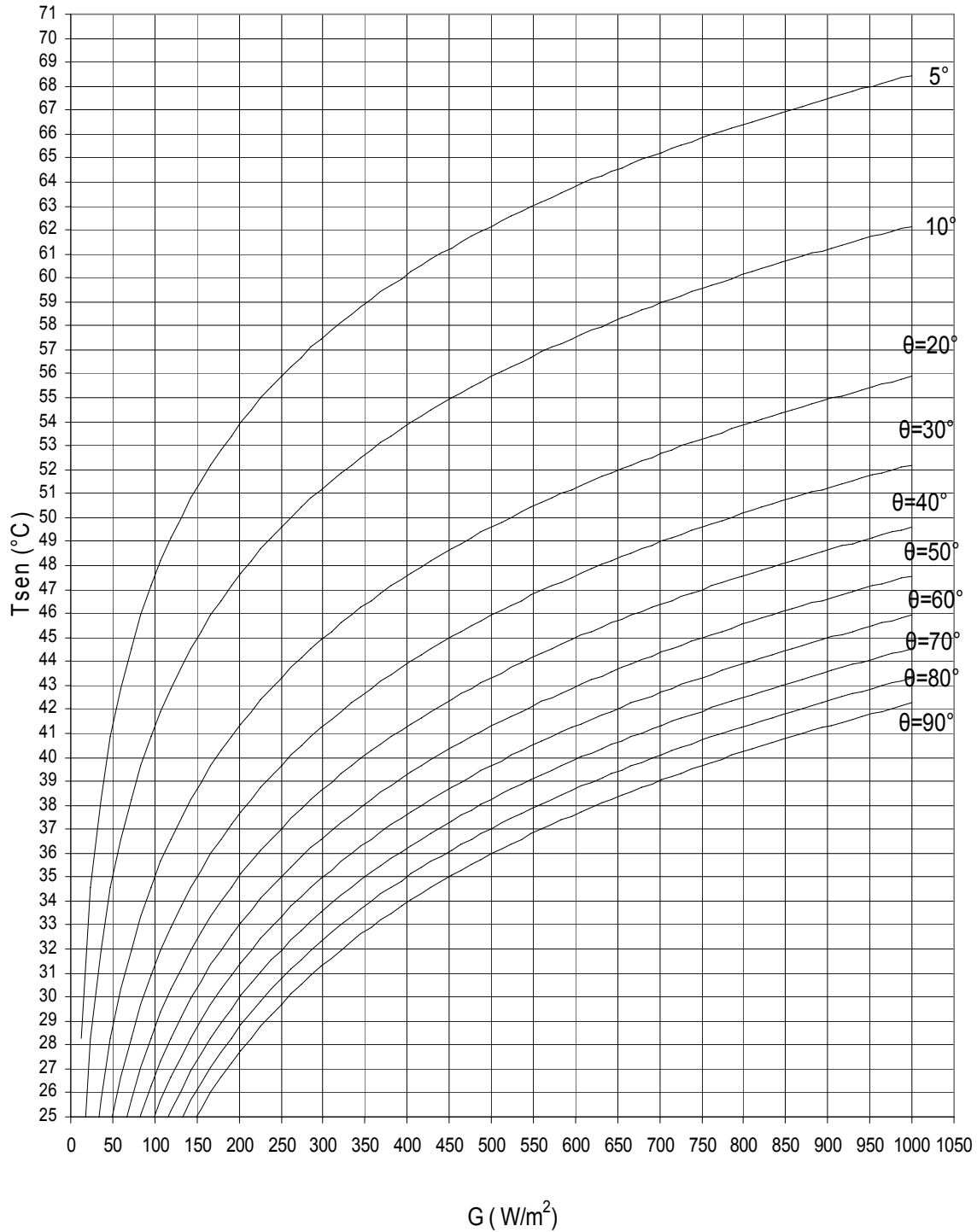
Donde, la curva tiene la siguiente ecuación.

$$T_{sen(S)} = 20.432 + 9.0615 \ln\left(\frac{G}{\theta}\right)$$

**Tabla 4.3.11.2 Validación experimento estadístico para acabado negro acrílico. Grupo de la mañana.**

Número de datos	r	r <sup>2</sup>	Valor crítico de r	Desviación estándar (°C)	Intervalo confianza (°C)
84	0.87	0.75	0.217	8.39	± 1.8

Temperatura superficial del acabado en negro acrílico, en función del ángulo de incidencia solar ( $\theta$  en grados) y la radiación solar. Función para datos de la mañana.



Nomograma 4.3.11.3. Negro mate, para  $\omega < 0^\circ$

### 4.3.12 Experimento estadístico para textura en negro mate, datos de la tarde.

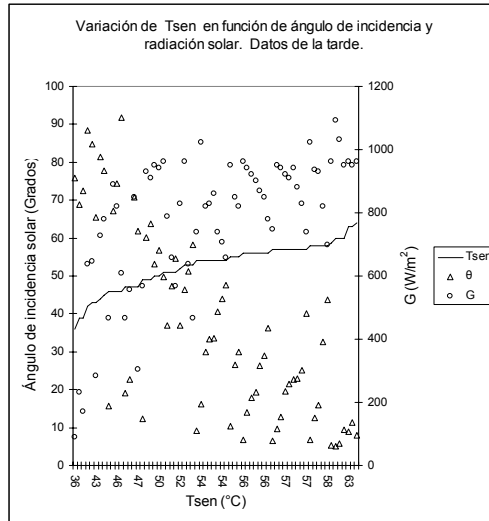


Gráfico 4.3.12.1. Dispersión de las variables, negro mate, para la tarde.

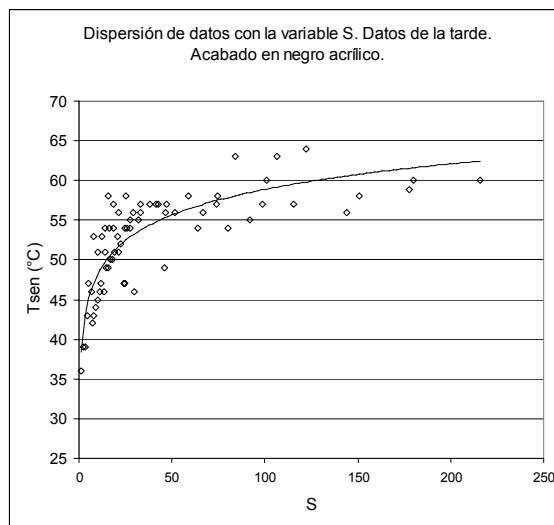


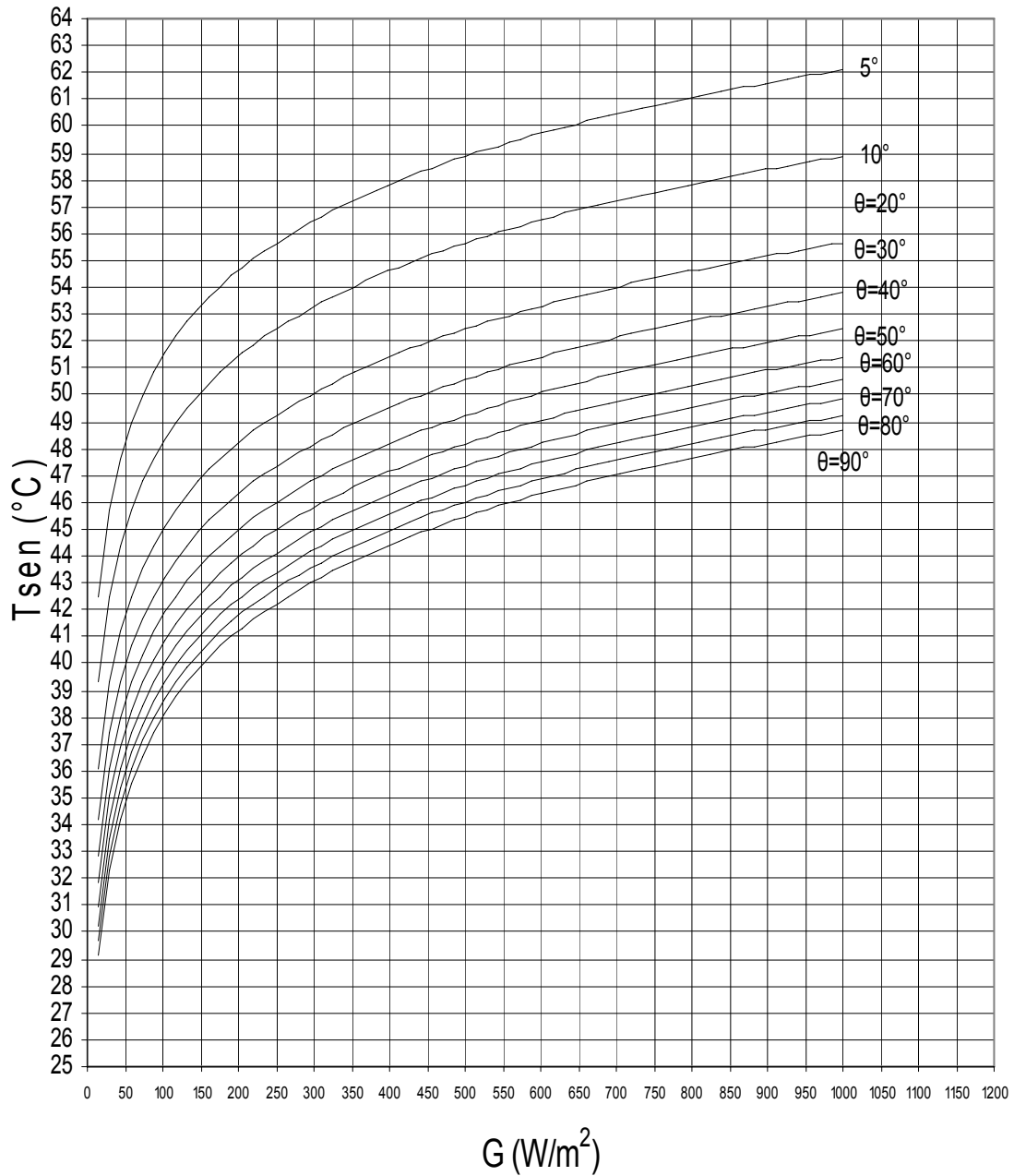
Gráfico 4.3.12.2. Comportamiento de la variable S y el ajuste de la curva negro mate, tarde. Donde, la curva tiene la siguiente ecuación.

$$T_{sen(S)} = 37.507 + 4.6401 \ln\left(\frac{G}{\theta}\right)$$

Tabla 4.3.12 Validación experimento estadístico para Acabado en negro acrílico. Grupo de la tarde.

Número de datos	r	r <sup>2</sup>	Valor crítico de r	Desviación estándar (°C)	Intervalo confianza (°C)
68	0.84	0.70	0.250	5.03	± 1.2

Temperatura superficial del acabado en negro acrílico, en función del ángulo de incidencia solar ( $\theta$  en grados) y la radiación solar. Función para datos de la tarde.



Nomograma 4.3.12.3. Negro mate, para  $\omega \geq 0^\circ$

### Conclusiones parciales.

- El comportamiento de la temperatura superficial de cada material, en función del ángulo de incidencia y la radiación solar, es diferente para la mañana y la tarde.
- El comportamiento de la temperatura superficial de cada material, con respecto al ángulo de incidencia y a la radiación solar, se pueden ajustar satisfactoriamente a una función logarítmica.
- Las correlaciones de las temperaturas superficiales de cada material, con las estimaciones de sus modelos, son *fuertes*, de acuerdo a los valores críticos del coeficiente de correlación  $r$  de cada experimento.
- El intervalo de confianza más disperso lo representa la superficie en negro mate y blanco elastomérico.
- Los intervalos de confianza menos dispersos son la membrana asfáltica y la elastomérica en el color blanco.
- El coeficiente de correlación más bajo de las estimaciones del modelo y las mediciones reales es la textura en rojo asfáltico de la tarde con 0.83
- El material que alcanzó las más altas temperaturas es el rojo asfáltico, su contraparte asfáltica con el acabado blanco acrílico reduce considerablemente la temperatura superficial.
- Los materiales que alcanzaron las temperaturas más altas son: Los de color rojo asfáltico y elastomérico, negro mate y el material de polifacético de fibras leñosas.
- Los ángulos de incidencia solar que permiten obtener temperaturas inferiores a  $50^{\circ}\text{C}$  @  $1000\text{ W/m}^2$  son los comprendidos en el rango  $90^{\circ}$  a  $40^{\circ}$ . Para los materiales del punto anterior.
- Cuando el ángulo de incidencia solar tiende a  $90^{\circ}$ , la temperatura superficial de todos los materiales tiende a la temperatura ambiental, independientemente del valor de la radiación solar.
- El material que alcanzó menores temperaturas superficiales es el blanco elastomérico. Incrementa su temperatura superficial siete grados centígrados con respecto a la temperatura ambiental @  $1000\text{ W/m}^2$ . Promedio para la tarde y la mañana.
- El acabado acrílico superpuesto en la membrana asfáltica en rojo terracota incrementa su temperatura superficial con respecto a la temperatura ambiental en diez grados centígrados @  $1000\text{ W/m}^2$ . Promedio para la tarde y la mañana.

## **Recomendaciones.**

### **1. Particulares a la tesis.**

- Se observó que un ajuste de las curvas de la variable S, puede incrementarse el su rango en la radiación solar a valores de  $< 1000 \text{ W/m}^2$  con un modelo polinomial de tercer grado. Por el hecho que después de los  $1000 \text{ W/m}^2$  de radiación solar con ángulo de incidencia cero, la temperatura superficial tiende a bajar.
- Cuando el ángulo de incidencia solar tiende a  $90^\circ$ , la temperatura superficial de los materiales estudiados tiende a la temperatura ambiental, por lo cual se puede incluir a la humedad relativa, incluyendo un análisis con la tabla psicrométrica y la temperatura de cielo a un modelo que genere nomogramas que incluyan humedad relativa.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- <sup>1</sup> King, D. Acondicionamiento Bioclimático. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. México, 1994.
- <sup>2</sup> De Buen, O. Montaña, J. Análisis comparativo de ganancias de calor en techos: Aislamientos térmicos vs. superficies de baja absorción. México 1993, en <http://www.funtener.org/losdocumentos.html>
- <sup>3</sup> Parker, et al. Measured and Simulated Performance of Reflective Roofing Systems in Residential Buildings. Florida Solar Energy Center (FSEC) ASHRAE Transactions, Vol. 104, U.S.A., 1998.
- <sup>4</sup> Carrasco, C., Morillón, D. Adecuación bioclimática de la vivienda de interés social del noroeste de México con base al análisis térmico de la arquitectura vernácula. Revista de la Asociación Argentina de Energías Renovables y Ambiente. Vol. 8, N° 1, 2004. Argentina.
- <sup>5</sup> Thuman, A. y De Paul, Mehta. Heating, Ventilation, Air Conditioning, and Buildings (HVACB) System Optimization, en Handbook of energy engineering fifth edition P. 211 – 248. The Fairmont Press, inc. EUA 2001
- <sup>6</sup> Freizanet, V. Control Térmico en edificaciones. En Manual de Arquitectura Solar. La Comba. P. 215- 233, Editorial Trillas 1991.
- CAPÍTULOS.**
- <sup>7</sup> Duffie y Beckman. Solar Engineering of Thermal Processes. 2da. Edición. John Wiley and Son, Inc. New York 1991
- <sup>8</sup> Holman, J.P. Transferencia de calor, 8va. Edición, 1era. En Español. Mc GRAW-HILL México 1998.
- <sup>9</sup> Bojórquez Báez, Inocente. “Desarrollo de un nuevo material a base de Fibras Orgánicas del Sudeste Mexicano en matriz de cemento Portland para producir paneles ligeros” La Habana Cuba, 2006.
- <sup>10</sup> Askeland, Donald R. La ciencia e ingeniería de los materiales. México., International Thomson Editores, ; 1998.
- <sup>11</sup> NMX-C-437-ONNCCE-2004. Mantos prefabricados impermeables a base de asfaltos modificados vía proceso catalítico o con polímeros del tipo APP y SBS – Especificaciones y métodos de prueba. ORGANISMO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN Y EDIFICACIÓN, S.C. México 2004.
- <sup>12</sup> ASTM D 244 – 99. Standard Test Methods and Practices for Emulsified Asphalts.
- <sup>13</sup> ASTM D-2824-94. Standard Specification for Aluminum-Pigmented Asphalt Roof Coatings, Non-Fibred, Asbestos Fibred, and Fibred without Asbestos.
- <sup>14</sup> ASTM- D6083-97<sup>a</sup>. Standard Specification for Liquid Applied Acrylic Coating Used in Roofing.
- <sup>15</sup> Artículo de la revista World Word, de enero de 1975, citado por:  
<http://infomadera.net/images/16683.pdf>
- <sup>16</sup> Mario H. Chan Martín, et al. Tablero de madera de partículas. Revista Académica de la Universidad Autónoma de Yucatán. Volumen 8. En red a:  
<http://www.uady.mx/sitios/ingenier/revista/>
- <sup>17</sup> Bardou, A. Sol y Arquitectura. Gustavo Gili. Barcelona 1980.
- <sup>18</sup> Hernández Calderón, E. E. Como Elaborar un Diseño de Investigación. Departamento Gráfica de Ingeniería. Facultad de Ingeniería Mecánica. Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echeverría.” Habana Cuba 2000.
- <sup>19</sup> ASTM C 1363-97. Standard Test Method for Thermal Performance of Building Assemblies by Means of a Hot Box Apparatus.
- <sup>20</sup> Holman, J.P. Transferencia de calor, 8va. Edición, 1era. En Español. Mc GRAW-HILL México 1998.

---

## BIBLIOGRAFÍA.

1. King, D. Acondicionamiento Bioclimático. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. México, 1994.
2. Carrasco, C. ; Morillón, D. Adecuación bioclimática de la vivienda de interés social del noroeste de México con base al análisis térmico de la arquitectura vernácula. Revista de la Asociación Argentina de Energías Renovables y Ambiente. Vol. 8, Nº 1, 2004. Argentina.
3. Banyeras J. Aislamiento térmico. Edit. CEAC. España 1998.
4. De Buen, O. Montañó, J. Análisis comparativo de ganancias de calor en techos: Aislamientos térmicos vs. superficies de baja absorción. México 1993, en <http://www.funtener.org/losdocumentos.html>
5. Aden B. Meinel y Marjorie P. Meinel Aplicaciones de la Energía Solar. Editorial Reverté S.A. España 1982.
6. Tricio, et al Aplicación de la ley de Stefan- Boltzmann: Una propuesta metodológica para la determinación experimental de la emisividad de un material..Universidad Burgos, Facultad de Ciencias España. Facultad de Física, Universidad de La Habana Cuba.
7. ASTM D 244 – 99. Standard Test Methods and Practices for Emulsified Asphalts.
8. ASTM D-2824-94. Standard Specification for Aluminum-Pigmented Asphalt Roof Coatings, Non-Fibred, Asbestos Fibred, and Fibred without Asbestos.
9. ASTM- D6083-97<sup>a</sup>. Standard Specification for Liquid Applied Acrylic Coating Used in Roofing.
10. Artículo de la revista World Word, de enero de 1975, citado por: <http://infomadera.net/images/16683.pdf>
11. ASTM- C-534-99. Standard Specification for Preformed Flexible Elastomeric Cellular Thermal Insulation in Sheet and Tubular Form
12. ASTM D-1475. Standard Test Method for Density of Liquid Coatings, Inks, and Related Products.
13. ASTM C 1363-97. Standard Test Method for Thermal Performance of Building Assemblies by Means of a Hot Box Apparatus.
14. Saini B. Building in hot dry climates. Edit. Jhon Wiley and Sons, Univ. of Queensland 1996.
  
15. Rivero et al. Cátedra de Acondicionamiento Térmico. Publicaciones Farq., Página Web de la Facultad de Arquitectura de la Universidad de la república de Uruguay.
16. <http://farq.edu.uy/>
17. Fernández Zayas Cálculo de la Radiación Solar Instantánea en la Rep. Mexicana.. Instituto de Ingeniería de la UNAM. México 1983.
18. Anderson, J.C. Ciencia de los Materiales. Segunda edición. et al. Editorial Limusa, 2002
19. Cengel, Yunus A. Heat Transfer. Second edition. Mc Graw Hill 2003.
20. Freizanet, V. Control Térmico en edificaciones. En Manual de Arquitectura Solar. La Comba.P. Editorial Trillas 1991.
21. Hernández Calderón. Como Elaborar un Diseño de Investigación.. Departamento Gráfica de Ingeniería. Facultad de Ingeniería Mecánica. Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echeverría.” Habana Cuba 2000.
22. Monroy, Manuel Martín. Comportamiento térmico de cerramientos soleados. Tesis Doctoral. Las Canarias 1996. En: [http://editorial.cda.ulpgc.es/ambiente/a\\_antesol/1\\_introduccion/aa11.htm](http://editorial.cda.ulpgc.es/ambiente/a_antesol/1_introduccion/aa11.htm)
23. Bojórquez Báez, Inocente. Desarrollo de un nuevo material a base de Fibras Orgánicas del Sudeste Mexicano en matriz de cemento Pórtland para producir paneles ligeros. Cuba, 2006.
24. García Chávez J. Diseño Bioclimático para Ahorro de Energía y Confort Ambiental Integral. UAM. Unidad Azcapozalco. México 1996.
25. e- Asfaltos™. El Site de Asfaltos en Internet. <http://www.e-asphalt.com>
26. Tudela Fernando. Eco diseño. Edición de la Universidad Autónoma Metropolitana 1982.
27. Bueno, Mariano. El gran libro de la casa sana, 5ta. reimpresión, editorial Nueva Era. México 1999.



- 
28. Rojas Soriano, Raul., El proceso de la investigación científica. 1era. edición en Español. Edit. Trillas México 1981.
  29. Rubio Arias, Hector. Estadística Experimental. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agropecuarias y Pecuarias (INIFAP) México 2003.
  30. Estadística. 2da. Ed. Murria R. Mc Graw Hill. México 1992
  31. FIDE. Guía Para Aplicar Criterios De Eficiencia Energética En Construcciones Para uso habitacional. *Cálculo de Resistencia Térmica De Los Elementos De La Envolvente*. Méx. 1997
  32. Wolfgang A. Schmid y Martínez Lazos. Guía para estimar la incertidumbre de la medición. Publicación web Centro Nacional de Metrología. Queretaro México 2004.
  33. Incropera, Franck P. and De Witt, David P. Fundamentos de transferencia de calor 4ª. Ed.
  34. Prentice Hall de México 1999.
  35. Handbook of Chemistry and Physics. 84ava. Edición. Edit. CRC U.S.A. 2003- 2004.
  36. Thuman, A. y De Paul, Mehta. The Heating, Ventilation, Air Conditioning, and Buildings (HVACB) System Optimization, en Handbook of energy engineering fifth edition. Fairmont Press, inc. EUA 2001.
  37. Almanza salgado y Muñoz Gutiérrez. Ingeniería de la Energía Solar. 1era. Edición. Colegio Nacional de México. México 1994.
  38. <http://personales.ya.com/universal/TermoWeb/index.html>
  39. Sánchez y Pineda. Ingeniería del Frio. AMV ediciones, Mundi Prensa. España 2001.
  40. Askeland, D.. La ciencia e ingeniería de los materiales. International Thomson Edit. Méx. 1998.
  41. Douglas, M. Manual de instrumentación aplicada. Considine; Editor. Ross, S. D. Tomo I. 7a. Reimpresión, Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V. México. 1992
  42. Lacomba, Ruth Manual de Arquitectura solar. (Compiladora) México Trillas 1991
  43. Manual de usuario del Sigrómetro Digital Termómetro IR XTECH INSTRUMENTS. Modelo RH 401. 2004.
  44. Gieck, Kart. Manual de Fórmulas Técnicas. 19ava. Ed. Edit. Alfa Omega. México 1993.
  45. Parker, et al. Measured and Simulated Performance of Reflective Roofing Systems in Residential Buildings. Florida Solar Energy Center (FSEC) ASHRAE Transactions, Vol. 104, U.S.A., 1998.
  46. NBE-CT-79 Norma Básica de la Edificación, Sobre Condiciones Térmicas en los edificios
  47. Morillón Gálvez, David. "Tesis; Diseño de Dispositivo y Método Para Medición de conductividad térmica de materiales de construcción" Colima 1990.
  48. NOM-008-ENER-2001. "Energética en edificaciones, envolvente de edificios no residenciales".
  49. NOM- 018- ENER-1997. Aislantes térmicos para edificaciones. Características, límites y métodos de prueba.
  50. NMX-C-437-ONNCCE-2004. Mantos prefabricados impermeables a base de asfaltos modificados vía proceso catalítico o con polímeros del tipo APP y SBS – Especificaciones y métodos de prueba. ORGANISMO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN Y EDIFICACIÓN, S.C. MÉXICO 2004.
  51. D. Yogi, et al. Taylor and Francis. Principles of Solar Engineering. 2da edición. U.S.A. 2000.
  52. Moring, F. V. et al. Problems on Applied Thermodynamics, Tenth printing. The Macmillan Company, Nueva York 1955.
  53. Puppo, et al. Sol y Diseño, índice térmico relativo. Editorial Alfa Omega, Marcombo, Montevideo 1976.
  54. Hernández y Lesino. Simulación mediante SIMEDIF del comportamiento térmico de un prototipo de vivienda liviana, construido en la Universidad Nacional de Salta. Argentina 1993. En <http://g.unsa.edu.ar/asades/>
  55. Duffie, J.; Solar Engineering of Thermal Processes. 2<sup>nd</sup> edition. Beckman, W. John Wiley and Sons, Inc. U.S.A., 1991
  56. Kreider et al Solar Designe; Components, Systems and Economics.. Hemisphere Publishing Corporation. U.S.A. 1989.

- 
57. Winter, F. Solar Collectors, Energy Estorage and Materials. The MIT Press Cambrige Massachusetts. U.S.A. 1999.
  58. Chan Martín, et al. Tablero de madera de partículas.Mario H. Revista Académica de la Universidad Autónoma de Yucatán. Volumen 8. En red a:  
<http://www.uady.mx/sitios/ingenier/revista/>
  59. Holman, J.P. Transferencia de calor, 8va. Edición, 1era. Ed. Español. McGRAW-HILL México 1998.
  60. Coscollano R. Tratamiento de las humedades en los Edificios. 2da. Ed. Ed. Paraninfo.
  61. Chávez G. y Freixanet F. Viento y arquitectura. Edit. Trillas. México 1995

---

## ANEXOS

### ANEXO 1. Instrumentos de medición.

**1. PIRANÓMETRO EPPLEY.** MODELO 8-48. SERIE 30991.

CONSTANTE DEL INSTRUMENTO  $9.88 \times 10^{-6} \text{ V/Wm}^2$

RESOLUCIÓN 1.0 mv.

The eppley Laboratory. Inc.

**2. MULTÍMETRO FLUKE.** 85 III TRUE RMS DC. 0- 400 Mv.

**3. MONITOR DE TERMOPARES DE 16 CANALES.** SRS STANFORD RESEARCH SYSTEMS. MODELO SR 630

RESOLUCIÓN 0.1 ° C.

**4. TERMÓMETRO INFRAROJO.** Modelo; INF 150 Marca; AVALY

Especificaciones generales.

Rangos de medición	-20 a 420 °C. (-4 a 788°F )
Temperatura de operación	0 a 50 °C.
Humedad de operación recomendada	80 % humedad relativa
Resolución	1 °C/°F
Precisión*	0.2% de la lectura ó 2°C, lo que sea mayor (-20°C 100°C), otros .3% ó 3°C
Emisividad	0.95 fija
Factor de distancia	D:S = 8:1 (D=distancia, S=punto)
Pantalla	LCD
Proporción de muestras	1 seg. aprox.

### 5. TERMO HIGRÓMETRO DIGITAL Modelo: DTH10. Marca: UEi

Rango de humedad	5 a 95 humedad relativa.
Rango de temperaturas	-10 a 50 °C (14 a 122 °F)
Sensor	Capacitancia electrónica de película polimérica.
Resolución	0.1 °C/°F
Precisión	+/- 5% de 5 a 95% H.R. ** @25°C y +/- 1°C de -10 a 45°C

---

**ANEXO 2.** Conjunto de mediciones y cálculos de correlaciones entre variables efectuados para cada uno de los materiales para los días seleccionados.

Notas:

ALT SOL = ALTURA SOLAR.

AZM SOL = ACIMUT SOLAR.

ANG CENIT (Z) = ÁNGULO CENITAL

AZM PLACA = ORIENTACIÓN DE LA PLACA O MAQUETA.

ALFA PLACA = INCLINACIÓN DE LA PLACA O MAQUETA..

Ta = Temperatura ambiental.

H.R. = Humedad relativa del ambiente.

V= Voltaje del multímetro que sirve de transductor al polarímetro.

G = Radiación solar.

Tsera = Temperatura superficial de la maqueta en color rojo asfáltico.

Tseba = Temperatura superficial de la maqueta en color blanco asfáltico.

Tsere = Temperatura superficial de la maqueta en color rojo elastomérico.

Tsebe = Temperatura superficial de la maqueta en color blanco elastomérico.

Tsef = Temperatura superficial de la maqueta en terminado fibras leñosas.

Tsen = Temperatura superficial de la maqueta en color negro mate acrílico.

# ANEXO 2

FECHA				24/08/05		Clase		4-24-08-05		N° Lecturas		29																																															
DÍAS CRÍTICOS				NOTAS PARA EL USO DE LA HOJA DE CÁLCULO																																																							
EQ. PRIMAVERA		DÍAS SOLS. VERANO		EQ. OTONO		SOLS. INVIERNO		1						2																																													
n°		n°		n°		n°		LOS CAMPOS EN AZUL PÁLIDO, SON LOS DATOS DE ENTRADA PARA EL CÁLCULO DE LAS VARIABLES DE MOVIMIENTO SOLAR						LOS CAMBIOS DE HORARIO ESTACIONAL PARA LA ZONA HORARIA CENTRAL, EL CAMBIO DE HUSO HORARIO PASA DEL 90° AL 75° OESTE, QUE DEBE REPRESENTARSE EN EL CAMPO Lst																																													
80		172		264		355		4						3																																													
n°		n°		n°		n°		LA HORA DE SALIDA DE SOL Y PUESTA TIENEN UN ERROR PROMEDIO CON RESPECTO AL CÁLCULO Y PUESTA DEL SOL DEL 5MIN DE 4 MINUTOS, LO QUE REPRESENTA 1° DE ERROR EN EL ÁNGULO DE HORA SOLAR (h <sub>h</sub> ) DEBIDO AL ERROR QUE REPRESENTA EL CÁLCULO DE LA DECLINACIÓN SOLAR CON ECUACION DE COOPER						SE MANEJAN RANGOS DE TIEMPO DE 15 MINUTOS QUE CORRESPONDEN A LOS RANGOS DE MEDICIONES DE LA TESIS, EQUIVALENTE A 3.75°																																													
LATITUD DE LA LOCALIDAD														ECLIPACIÓN DEL TIEMPO DE SPENCER				ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN DE LA PLACA																																									
Grados/rad.		Grados/rad.		días		Grados/rad.		HORAS			HH			MM			Grados/rad.		E		Lst		Loc		D		Grados		Grados																														
18.505555		88.32777		236		10.691		12.483			13			39			5.76			5			46			18.24		18			14			6.69		8.00		42		19.18		19		11		231.78		minutos		Grados		minutos		Grados		minutos		Grados	
0.32390		1.541610407		4.75		0.1866		0.218												4.05		-2.80		75.00		88.328		-56.11		0		0																											

TIEMPO CIVIL Y SOLAR														MOVIMIENTO SOLAR										VARIABLES CLIMA										TEMPERATURAS SUPERFICIALES EN MATERIALES									
Hora civil (del CENAM)		Hora civil (del CENAM)		Horas solar (Calculada con Ec. De Spencer)		Horas solar		D		Latitud		Declinaci on solar		ALT SOL		AZM SOL		ALFA PLACA		INC SOL		T <sub>a</sub>		H.R.		V		G		T <sub>sera</sub>		T <sub>seba</sub>		T <sub>sero</sub>		T <sub>sebo</sub>		T <sub>sef</sub>		T <sub>sen</sub>			
H	MM	Decimales	Decimales	Grados	Grados	hh	mm	Minutos	Radianes	Radianes	Grados	Grados	Grados	Grados	Grados	Grados	Grados	Grados	Grados	Grados	Grados	°C	%	m/s	Wm2	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C					
0.00	0	0.00	0.94	-194.02696	-1.00	4		-56.108	0.32290	0.1866	-57.69	26.46	147.69	0	0	0	0	0	0	0	147.7																						
0.00	15	0.25	-0.69	-190.27696	-1.00	19		-56.108	0.32290	0.1866	-59.10	19.96	149.10	0	0	0	0	0	0	0	149.1																						
0.00	30	0.50	-1.44	-186.52696	-1.00	34		-56.108	0.32290	0.1866	-61.11	12.95	150.11	0	0	0	0	0	0	0	150.1																						
0.00	45	0.75	-2.19	-182.77696	-1.00	49		-56.108	0.32290	0.1866	-63.12	5.98	150.68	0	0	0	0	0	0	0	150.7																						
1.00	0	1.00	0.06	-179.02696	0.00	4		-56.108	0.32290	0.1866	-60.79	-1.96	150.79	0	0	0	0	0	0	0	150.8																						
1.00	15	1.25	0.31	-175.27696	0.00	19		-56.108	0.32290	0.1866	-60.44	-9.44	150.44	0	0	0	0	0	0	0	150.4																						
1.00	30	1.50	0.56	-171.52696	0.00	34		-56.108	0.32290	0.1866	-59.54	-16.84	149.64	0	0	0	0	0	0	0	149.6																						
1.00	45	1.75	0.81	-167.77696	0.00	49		-56.108	0.32290	0.1866	-58.42	-23.40	148.42	0	0	0	0	0	0	0	148.4																						
2.00	0	2.00	1.06	-164.02696	1.00	4		-56.108	0.32290	0.1866	-56.83	-29.62	146.83	0	0	0	0	0	0	0	146.8																						
2.00	15	2.25	1.31	-160.27696	1.00	19		-56.108	0.32290	0.1866	-54.92	-35.24	144.92	0	0	0	0	0	0	0	144.9																						
2.00	30	2.50	1.56	-156.52696	1.00	34		-56.108	0.32290	0.1866	-52.74	-40.28	142.74	0	0	0	0	0	0	0	142.7																						
2.00	45	2.75	1.81	-152.77696	1.00	49		-56.108	0.32290	0.1866	-50.33	-44.77	140.33	0	0	0	0	0	0	0	140.3																						
3.00	0	3.00	2.06	-149.02696	2.00	4		-56.108	0.32290	0.1866	-47.74	-48.76	137.74	0	0	0	0	0	0	0	137.7																						
3.00	15	3.25	2.31	-145.27696	2.00	19		-56.108	0.32290	0.1866	-44.99	-52.33	134.99	0	0	0	0	0	0	0	135.0																						
3.00	30	3.50	2.56	-141.52696	2.00	34		-56.108	0.32290	0.1866	-42.12	-55.51	132.12	0	0	0	0	0	0	0	132.1																						
3.00	45	3.75	2.81	-137.77696	2.00	49		-56.108	0.32290	0.1866	-39.14	-58.36	129.14	0	0	0	0	0	0	0	129.1																						
4.00	0	4.00	3.06	-134.02696	3.00	4		-56.108	0.32290	0.1866	-36.07	-60.94	126.07	0	0	0	0	0	0	0	126.1																						
4.00	15	4.25	3.31	-130.27696	3.00	19		-56.108	0.32290	0.1866	-32.93	-63.27	122.93	0	0	0	0	0	0	0	122.9																						
4.00	30	4.50	3.56	-126.52696	3.00	34		-56.108	0.32290	0.1866	-29.72	-65.40	119.72	0	0	0	0	0	0	0	119.7																						
4.00	45	4.75	3.81	-122.77696	3.00	49		-56.108	0.32290	0.1866	-26.46	-67.35	116.46	0	0	0	0	0	0	0	116.5																						
5.00	0	5.00	4.06	-119.02696	4.00	4		-56.108	0.32290	0.1866	-23.16	-69.15	113.16	0	0	0	0	0	0	0	113.2																						
5.00	15	5.25	4.31	-115.27696	4.00	19		-56.108	0.32290	0.1866	-19.82	-70.82	109.82	0	0	0	0	0	0	0	109.8																						
5.00	30	5.50	4.56	-111.52696	4.00	34		-56.108	0.32290	0.1866	-16.44	-72.38	106.44	0	0	0	0	0	0	0	106.4																						
5.00	45	5.75	4.81	-107.77696	4.00	49		-56.108	0.32290	0.1866	-13.04	-73.84	103.04	0	0	0	0	0	0	0	103.0																						
6.00	0	6.00	5.06	-104.02696	5.00	4		-56.108	0.32290	0.1866	-9.61	-75.22	99.61	0	0	0	0	0	0	0	99.6																						
6.00	15	6.25	5.31	-100.27696	5.00	19		-56.108	0.32290	0.1866	-6.16	-76.53	96.16	0	0	0	0	0	0	0	96.2																						
6.00	30	6.50	5.56	-96.52696	5.00	34		-56.108	0.32290	0.1866	-2.70	-77.78	92.70	0	0	0	0	0	0	0	92.7																						
6.00	45	6.75	5.81	-92.77696	5.00	49		-56.108	0.32290	0.1866	0.79	-78.99	89.21	0	0	0	0	0	0	0	89.2																						
7.00	0	7.00	6.06	-89.02696	6.00	4		-56.108	0.32290	0.1866	4.28	-80.15	85.72	0	0	0	0	0	0	0	85.7																						
7.00	15	7.25	6.31	-85.27696	6.00	19		-56.108	0.32290	0.1866	7.79	-81.28	82.21	0	0	0	0	0	0	0	82.2																						
7.00	30	7.50	6.56	-81.52696	6.00	34		-56.108	0.32290	0.1866	11.31	-82.38	78.69	0	0	0	0	0	0	0	78.7																						
7.00	45	7.75	6.81	-77.77696	6.00	49		-56.108	0.32290	0.1866	14.84	-83.47	75.16	0	0	0	0	0	0	0	75.2																						
8.00	0	8.00	7.06	-74.02696	7.00	4		-56.108	0.32290	0.1866	18.38	-84.55	71.62	0	0	0	0	0	0	0	71.6																						
8.00	15	8.25	7.31	-70.27696	7.00	19		-56.108	0.32290	0.1866	21.92	-85.63	68.08	0	0	0	0	0	0	0	68.1																						
8.00	30	8.50	7.56	-66.52696	7.00	34		-56.108	0.32290	0.1866	25.47	-86.72	64.53	0	0	0	0	0	0	0	64.5																						
8.00	45	8.75	7.81	-62.77696	7.00	49		-56.108	0.32290	0.1866	29.02	-87.82	60.98	0	0	0	0	0	0	0	61.0	33.4	79.3	2.9	293.52	35	30	30	26.4	33	36												
9.00	0	9.00	8.06	-59.02696	8.00	4		-56.108	0.32290	0.1866	32.58	-88.95	57.42	0	0	0	0	0	0	0	57.4	30.9	91.2	4.6	465.59	36.5	29.3	31.7	27.2	33	37												
9.00	15	9.25	8.31	-55.27696	8.00	19		-56.108	0.3229																																		















**ANEXO 2**

FECHA				10/09/05		Clave		15-10-09-05		N° Lecturas		32			
DIAS CRITICOS				NOTAS PARA EL USO DE LA HOJA DE CALCULO											
EQ. PRIMAVER	SOLS. VERANO	EQ. OTOÑO	SOLS. INVIERNO	1	LOS CAMPOS EN AZUL PÁLIDO, SON LOS DATOS DE ENTRADA PARA EL CÁLCULO DE LAS VARIABLES DE MOVIMIENTO SOLAR										
				2	LOS CAMBIOS DE HORARIO ESTACIONAL PARA LA ZONA HORARIA CENTRAL. EL CAMBIO DE HUSO HORARIO PASA DEL 90° AL 75° OESTE, QUE DEBE REPRESENTARSE EN EL CAMPO Lat										
				3	LA HORA DE SALIDA DE SOL Y PUESTA TIENEN UN ERROR PROMEDIO CON RESPECTO AL CÁLCULO Y PUESTA DEL SOL DEL SMN DE 4 MINUTOS, LO QUE REPRESENTA 1° DE ERROR EN EL ANGLULO DE HORA SOLAR (DO) DEBIDO AL ERROR QUE REPRESENTA EL CALCULO DE LA DECLINACION SOLAR CON ECUACION DE COOPER										
				4	SE MANEJAN RANGOS DE TIEMPO DE 15 MINUTOS QUE CORRESPONDEN A LOS RANGOS DE MEDICIONES DE LA TESIS, EQUIVALENTES A 3.75°										

LATITUD DE LA LOCALIDAD	LONGITUD (Lico)	DIA DEL AÑO (n)	DECLINACION SOLAR (Cooper)	DURACION DIA (N)	HORA SOLAR ORTO (calculada)						HORA SOLAR OCASO (calculada)						HORA CIVIL ORTO			HORA CIVIL OCASO			ECUACION DEL TIEMPO DE SPENCER					ORIENTACION E INCLINACION DE LA PLACA	
					HORA	HH	MM	HORA	HH	MM	HORA	HH	MM	HORA	HH	MM	HORA	HH	MM	HORA	HH	MM	Grados/rad.	E	Lat	Lloc	D	Inclination	
18.509595	88.32777	253	4.216	12.188	12	11	5.91	5	54	18.09	18	6	6.75	6.00	45	18.94	18	35	248.55	minutos	Grados	Grados	minutos	-99	40				
8.32290	1.541610407	4.50	0.0736	0.213															4.34	2.78	75.00	88.328	-50.53						

TIEMPO CIVIL Y SOLAR										MOVIMIENTO SOLAR										VARIABLES CLIMA					TEMPERATURAS SUPERFICIALES EN MATERIALES						
Hora civil (del CENAM)		Hora civil (del CENAM)		Hora solar (Calculada con Ec. De Spencer)		Hora solar		Hora solar		D	Latitud	Declinacion solar	ALT SOL	AZM SOL	ANG CENIT (Z)	AZM PLACA	ALFA PLACA	INC SOL	Ta	H.R.	V	G	Tsera	Tseba	Tsere	Tsebe	Tsef	Tsen			
h	mm	Decimales	Decimales	Grados	hh	mm	Minutos	Radianes	Radianes	Grados	Grados	Grados	Grados	Grados	Grados	Grados	Grados	Grados	°C	%	mV	Wm2	°C	°C	°C	°C	°C	°C			
0.00	0	0.00	-0.84	-182.83357	-1.00	54	-50.534	0.32290	0.736	-64.10	29.95	154.10	-99	40	150.0																
0.00	15	0.25	-0.59	-188.88357	-1.00	24	-50.534	0.32290	0.736	-65.66	21.94	156.66	-99	40	146.5																
0.00	30	0.50	-0.34	-185.13357	-1.00	39	-50.534	0.32290	0.736	-66.73	13.05	156.73	-99	40	143.0																
0.00	45	0.75	-0.09	-181.38357	-1.00	54	-50.534	0.32290	0.736	-67.24	3.57	157.24	-99	40	139.5																
1.00	0	1.00	0.16	-177.63357	0.00	9	-50.534	0.32290	0.736	-67.16	157.16	-99	40	135.9																	
1.00	15	1.25	0.41	-173.88357	0.00	24	-50.534	0.32290	0.736	-66.50	-15.45	156.50	-99	40	132.4																
1.00	30	1.50	0.66	-170.13357	0.00	39	-50.534	0.32290	0.736	-65.29	-24.13	155.29	-99	40	128.7																
1.00	45	1.75	0.91	-166.38357	0.00	54	-50.534	0.32290	0.736	-63.62	-31.89	153.62	-99	40	125.1																
2.00	0	2.00	0.16	-162.63357	1.00	9	-50.534	0.32290	0.736	-63.66	-16.69	151.66	-99	40	121.5																
2.00	15	2.25	1.41	-158.88357	1.00	24	-50.534	0.32290	0.736	-59.20	-44.55	149.20	-99	40	117.8																
2.00	30	2.50	1.66	-155.13357	1.00	39	-50.534	0.32290	0.736	-56.59	-49.61	146.59	-99	40	114.1																
2.00	45	2.75	1.91	-151.38357	1.00	54	-50.534	0.32290	0.736	-53.79	-53.79	143.79	-99	40	110.5																
3.00	0	3.00	2.16	-147.63357	2.00	9	-50.534	0.32290	0.736	-50.85	-57.74	141.05	-99	40	106.8																
3.00	15	3.25	2.41	-143.88357	2.00	24	-50.534	0.32290	0.736	-47.79	-61.04	137.79	-99	40	103.1																
3.00	30	3.50	2.66	-140.13357	2.00	39	-50.534	0.32290	0.736	-44.63	-63.64	134.63	-99	40	99.4																
3.00	45	3.75	2.91	-136.38357	2.00	54	-50.534	0.32290	0.736	-41.40	-66.52	131.40	-99	40	95.7																
4.00	0	4.00	3.16	-132.63357	3.00	9	-50.534	0.32290	0.736	-38.11	-68.84	128.11	-99	40	92.0																
4.00	15	4.25	3.41	-128.88357	3.00	24	-50.534	0.32290	0.736	-34.78	-70.93	124.78	-99	40	88.3																
4.00	30	4.50	3.66	-125.13357	3.00	39	-50.534	0.32290	0.736	-31.40	-72.84	121.40	-99	40	84.6																
4.00	45	4.75	3.91	-121.38357	3.00	54	-50.534	0.32290	0.736	-27.98	-74.60	117.98	-99	40	80.9																
5.00	0	5.00	4.16	-117.63357	4.00	9	-50.534	0.32290	0.736	-24.54	-76.23	114.54	-99	40	77.2																
5.00	15	5.25	4.41	-113.88357	4.00	24	-50.534	0.32290	0.736	-21.08	-77.76	111.08	-99	40	73.5																
5.00	30	5.50	4.66	-110.13357	4.00	39	-50.534	0.32290	0.736	-17.59	-79.20	107.59	-99	40	69.8																
5.00	45	5.75	4.91	-106.38357	4.00	54	-50.534	0.32290	0.736	-14.09	-80.57	104.09	-99	40	66.1																
6.00	0	6.00	5.16	-102.63357	5.00	9	-50.534	0.32290	0.736	-10.58	-81.88	100.58	-99	40	62.4																
6.00	15	6.25	5.41	-98.88357	5.00	24	-50.534	0.32290	0.736	-7.05	-83.14	97.05	-99	40	58.7																
6.00	30	6.50	5.66	-95.13357	5.00	39	-50.534	0.32290	0.736	-3.51	-84.36	93.51	-99	40	55.0																
6.00	45	6.75	5.91	-91.38357	5.00	54	-50.534	0.32290	0.736	0.03	-85.56	89.97	-99	40	51.3																
7.00	0	7.00	6.16	-87.63357	6.00	9	-50.534	0.32290	0.736	3.58	-86.76	86.42	-99	40	47.6																
7.00	15	7.25	6.41	-83.88357	6.00	24	-50.534	0.32290	0.736	7.13	-87.92	82.97	-99	40	43.9																
7.00	30	7.50	6.66	-80.13357	6.00	39	-50.534	0.32290	0.736	10.68	-89.10	79.32	-99	40	40.2																
7.00	45	7.75	6.91	-76.38357	6.00	54	-50.534	0.32290	0.736	14.24	-89.72	75.76	-99	40	36.5																
8.00	0	8.00	7.16	-72.63357	7.00	9	-50.534	0.32290	0.736	17.80	-90.51	72.20	-99	40	33.3																
8.00	15	8.25	7.41	-68.88357	7.00	24	-50.534	0.32290	0.736	21.35	-87.27	68.65	-99	40	30.1																
8.00	30	8.50	7.66	-65.13357	7.00	39	-50.534	0.32290	0.736	24.90	-85.99	65.10	-99	40	27.1	32.9	95.3	3.7	374.5	44.9	34.5	40.6	30.4	45	42						
8.00	45	8.75	7.91	-61.38357	7.00	54	-50.534	0.32290	0.736	28.44	-84.66	61.56	-99	40	24.2	33.4	91.7	4.4	445.3	39.9	34.6	41.2	30.8	39.1	41						
9.00	0	9.00	8.16	-57.63357	8.00	9	-50.534	0.32290	0.736	31.98	-83.25	58.02	-99	40	21.5	34.3	89.7	5.1	516.2	41.8	39.5	40	33.4	52	50						
9.00	15	9.25	8.41	-53.88357	8.00	24	-50.534	0.32290	0.736	35.51	-81.75	54.49	-99	40	19.2	33.2	83.9	6.4	546.6	55	40.7	50.4	33.8	54	56						
9.00	30	9.50	8.66	-50.13357	8.00	39	-50.534	0.32290	0.736	39.02	-80.13	50.98	-99	40	17.3	33.6	82.7	6	607.3	56.5	42	53.6	35.4	55.4	57						
9.00	45	9.75	8.91	-46.38357	8.00	54	-50.534	0.32290	0.736	42.51	-78.37	47.49	-99	40	15.0	33.4	83.4	6.5	657.9	56.7	42.7	54.8	36.4	57.3	59						
10.00	0	10.00	9.16	-42.63357	9.00	9	-50.534	0.32290	0.736	45.98	-76.42	44.02	-99	40	13.1	33.7	86.9	6.9	696.4	59.3	42.4	54.2	36.3	57.1	58						
10.00	15	10.25	9.41	-38.88357	9.00	24	-50.534	0.32290	0.736	49.42	-74.24	40.58	-99	40	11.5	31.9	89.8	7.3	738.9	57.7	42.7	53.7	35.8	56.6	57						
10.00	30	10.50	9.66	-35.13357	9.00	39	-50.534	0.32290	0.736	52.82	-71.76	37.18	-99	40	10.1	33.3	94.1	7.9	796.6	60.2	44.9	56	36	60.1	59						
10.00	45	10.75	9.91	-31.38357	9.00	54	-50.534	0.32290	0.736	56.17	-69.90	33.83	-99	40	18.9	31.5	96.9	8.3	840.1	58.2	43.7	54.4	36	58	60						
11.00	0	11.00	10.16	-27.63357	10.00	9	-50.534	0.32290	0.736	59.45	-68.52	30.55	-99	40	21.2	32.6	95.5	8.5	860.3	58.7	43.6	54.8	35.9	57.4	60						
11.00	15	11.25	10.41	-23.88357	10.00	24	-50.534	0.32290	0.736	62.63	-61.45	27.37	-99	40	23.9	31.5	96.5	8.6	870.4	57.5	43	55	36.6	57.2	58						
11.00	30	11.50	10.66	-20.13357	10.00	39	-50.534	0.32290																							

## ANEXO 3. RESUMEN DE LOS CÁLCULOS EFECTUADOS CON LOS DATOS GENERADOS EN LAS MEDICIONES.

fecha		16-08-05	17-Ago-05	18/08/2005	24-Ago-05	25-ago-05	26-Ago-05	27-Ago-05	29-Ago-05	30-Ago-05	05-Sep-05	06-Sep-05	07-Sep-06	08-Sep-05	09-sep-05
Día del año	Días	228.00	229.00	230.00	236.00	237.00	238.00	239.00	241.00	242.00	248.00	249.00	250.00	251.00	252.00
Latitud local	Grados	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50
Longitud estandar	Grados	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00
Longitud local	Grados	18.50	18.50	18.50	18.50	88.33	88.33	88.33	88.33	88.33	88.33	88.33	88.33	88.33	88.33
Duración del día	Horas	12.61	12.60	12.58	12.48	12.47	12.45	12.43	12.40	12.38	12.28	12.26	12.24	12.22	12.21
Orto	Grados	6.66	6.67	6.67	6.69	6.70	6.70	6.70	6.71	6.71	6.73	6.74	6.74	6.74	6.75
Ocaso	Grados	19.27	19.26	19.25	19.18	19.16	19.15	19.14	19.11	19.10	19.01	19.00	18.98	18.97	18.95
Acimut placa	Grados	0.00	0.00	0.00	0.00	-9.00	-9.00	-9.00	-9.00	-9.00	-9.00	-9.00	171.00	171.00	171.00
Inclinación placa	Grados	0.00	0.00	0.00	0.00	20.00	20.00	20.00	10.00	10.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
declinación solar	Grados	13.45	13.12	12.79	10.69	10.33	9.97	9.60	8.86	8.48	6.18	5.79	5.40	5.01	4.61
Número de lecturas		19.00	33.00	29.00	20.00										
Indices		Rojo asfáltico	Rojo asfáltico	Rojo asfáltico	Rojo asfáltico	Rojo asfáltico	Rojo asfáltico	Rojo asfáltico	Rojo asfáltico	Rojo asfáltico	Rojo asfáltico	Rojo asfáltico	Rojo asfáltico	Rojo asfáltico	Rojo asfáltico
COEFICIENTE DE CORRELACIÓN	Coef. Correl. $\theta$ Ta	-0.79	-0.80	-0.88	-0.57	-0.83	0.10	-0.02	-0.68	-0.33	0.22	-0.51	-0.85	-0.91	-0.65
	Coef. Correl. $\theta$ H.R.	0.68	0.66	0.77	0.67	0.95	0.09	-0.02	0.84	0.46	-0.38	0.65	0.47	0.89	0.65
	Coef. Correl. $\theta$ G	-0.78	-0.95	-0.88	-0.96	-0.43	-0.19	-0.94	-0.98	-0.87	-0.98	-0.96	-0.88	-0.97	-0.84
	Coef. Correl. $\theta$ Tse	-0.90	-0.84	-0.91	-0.98	-0.92	-0.90	-0.85	-0.95	-0.76	-0.71	-0.83	-0.92	-0.77	-0.98
	Coef. Correl. G, Tse	0.90	0.90	0.92	0.98	0.73	0.49	0.92	0.98	0.52	0.83	0.91	0.91	0.81	0.80
	Coef. Correl. Ta, Tse	0.83	0.85	0.98	0.52	0.84	0.13	0.45	0.78	0.83	0.48	0.53	0.77	0.89	0.70
	Coef. Correl. Tse, H.R.	-0.75	-0.73	-0.88	-0.58	-0.87	-0.20	-0.41	-0.88	-0.86	-0.35	-0.58	-0.44	-0.82	-0.72
	Coef. Correl. G, H.R.	-0.82	-0.66	-0.73	-0.49	-0.46	-0.03	-0.17	-0.87	-0.15	0.19	-0.67	-0.10	-0.89	-0.21
	Coef. Correl. G, Ta	0.85	0.80	0.89	0.45	0.59	0.31	0.19	0.74	0.11	-0.04	0.61	0.59	0.91	0.26
	Coef. Correl. Ta, H.R.	-0.94	-0.82	-0.89	-0.92	-0.91	-0.82	-0.97	-0.91	-0.84	-0.94	-0.87	-0.71	-0.95	-0.93
Tse PROMED IO Y RANGO	Tse promedio	45.58	51.33	47.76	54.32	57.81	58.02	58.62	51.71	57.82	54.81	55.87	44.43	45.91	48.26
	Tse máxima	60.40	57.80	57.50	65.00	66.70	65.90	65.00	64.00	65.00	62.10	64.40	60.00	61.30	55.80
	Tse mínima	31.80	35.00	29.50	35.00	39.20	40.90	41.90	30.10	40.40	40.80	42.80	33.20	35.20	35.50
	Recorrido de temperaturas	28.60	22.80	28.00	30.00	27.50	25.00	23.10	33.90	24.60	21.30	21.60	16.10	20.30	20.30
Desviación estandar Tse	8.05	5.63	9.76	9.40	7.78	8.58	6.29	10.92	7.51	6.45	5.14	5.00	4.92	6.28	
DISPERSIÓN	Varianza Tse	64.78	31.72	95.19	88.27	60.59	73.63	39.64	119.30	56.47	41.65	26.43	25.03	24.22	39.40
	Covar. $\theta$ Ta	-9.46	-12.59	-26.15	-9.28	-8.08	1.13	-0.72	-19.64	-4.04	4.29	-5.75	-4.29	-9.96	-5.13
	Covar. $\theta$ H.R.	19.71	43.87	67.65	51.60	65.57	3.36	-2.30	100.02	44.18	-47.22	27.65	30.05	29.44	29.44
	Covar. $\theta$ G	-1947.61	-4903.95	-4805.52	-3136.36	-1231.61	-596.35	-2277.13	-7809.29	-1290.91	-2922.85	-2580.53	-1430.84	-1113.04	-997.32
	Covar. $\theta$ Tse	-80.57	-96.26	-149.02	-156.87	-93.30	-85.96	-77.54	-273.44	-84.58	-70.30	-58.89	-27.16	-23.59	-40.67
	Covar. G, Tse	1551.81	1253.89	2833.50	1681.98	1168.41	1106.46	937.04	3170.64	376.43	1016.82	872.62	1223.65	695.05	879.84
	Covar. Ta, Tse	6.83	3.58	16.34	4.38	4.60	1.16	5.87	9.11	4.91	3.82	2.15	3.21	7.34	5.13
	Covar. Tse, H.R.	-15.02	-13.07	-43.25	-23.40	-29.36	-5.60	-23.88	-42.76	-40.46	-17.65	-8.77	-7.47	-20.70	-30.13
	Covar. G, H.R.	-461.61	-537.63	-1202.09	-406.19	-434.72	-28.28	-263.96	-1175.65	-95.43	298.30	-385.02	-98.09	-842.42	-254.39
	Covar. G, Ta	197.41	152.66	498.67	77.53	89.00	86.81	66.60	241.70	8.37	-8.67	93.40	137.43	284.40	53.57
Covar. Ta, H.R.	-2.52	-2.01	-7.97	-3.77	-2.91	-2.85	-19.13	-4.43	-4.28	-9.38	-2.12	-2.07	-8.63	-7.45	
		0.86	0.80	0.89	0.70	0.76	0.41	0.57	0.87	0.58	0.51	0.71	0.64	0.86	0.66
fecha		16-08-05	17-Ago-05	18/08/2005	24-Ago-05	25-ago-05	26-Ago-05	27-Ago-05	29-Ago-05	30-Ago-05	05-Sep-05	06-Sep-05	07-Sep-06	08-Sep-05	09-sep-05
Día del año	Días	228.00	229.00	230.00	236.00	237.00	238.00	239.00	241.00	242.00	248.00	249.00	250.00	251.00	252.00
Latitud local	Grados	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50
Longitud estandar	Grados	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00
Longitud local	Grados	18.50	18.50	18.50	18.50	88.33	88.33	88.33	88.33	88.33	88.33	88.33	88.33	88.33	88.33
Duración del día	Horas	12.61	12.60	12.58	12.48	12.47	12.45	12.43	12.40	12.38	12.28	12.26	12.24	12.22	12.21
Orto	Grados	6.66	6.67	6.67	6.69	6.70	6.70	6.70	6.71	6.71	6.73	6.74	6.74	6.74	6.75
Ocaso	Grados	19.27	19.26	19.25	19.18	19.16	19.15	19.14	19.11	19.10	19.01	19.00	18.98	18.97	18.95
Acimut placa	Grados	0.00	0.00	0.00	0.00	-9.00	-9.00	-9.00	-9.00	-9.00	-9.00	-9.00	171.00	171.00	171.00
Inclinación placa	Grados	0.00	0.00	0.00	0.00	20.00	20.00	20.00	10.00	10.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
declinación solar	Grados	13.45	13.12	12.79	10.69	10.33	9.97	9.60	8.86	8.48	6.18	5.79	5.40	5.01	4.61
Indices		Bianco Asfáltico	Bianco Asfáltico	Bianco Asfáltico	Bianco Asfáltico	Bianco Asfáltico	Bianco Asfáltico	Bianco Asfáltico	Bianco Asfáltico	Bianco Asfáltico	Bianco Asfáltico	Bianco Asfáltico	Bianco Asfáltico	Bianco Asfáltico	Bianco Asfáltico
COEFICIENTE DE CORRELACIÓN	Coef. Correl. $\theta$ Ta	-0.79	-0.80	-0.88	-0.57	-0.83	0.10	-0.02	-0.68	-0.33	0.22	-0.51	-0.85	-0.91	-0.65
	Coef. Correl. $\theta$ H.R.	0.68	0.66	0.77	0.67	0.95	0.09	-0.02	0.84	0.46	-0.38	0.65	0.47	0.89	0.65
	Coef. Correl. $\theta$ G	-0.78	-0.95	-0.88	-0.96	-0.43	-0.19	-0.94	-0.98	-0.87	-0.98	-0.96	-0.88	-0.97	-0.84
	Coef. Correl. $\theta$ Tse	-0.89	-0.29	-0.92	-0.97	-0.91	-0.92	-0.71	-0.97	-0.77	-0.68	-0.80	-0.96	-0.95	-0.95
	Coef. Correl. G, Tse	0.76	0.65	0.90	0.96	0.72	0.40	0.82	0.96	0.52	0.80	0.88	0.82	0.94	0.67
	Coef. Correl. Ta, Tse	0.70	0.96	0.98	0.58	0.83	0.15	0.66	0.74	0.81	0.45	0.54	0.86	0.96	0.78
	Coef. Correl. Tse, H.R.	-0.57	0.85	-0.91	-0.62	-0.86	-0.25	-0.64	-0.86	-0.84	-0.36	-0.62	-0.59	-0.93	-0.81
	Coef. Correl. G, H.R.	-0.82	-0.66	-0.73	-0.49	-0.46	-0.03	-0.17	-0.87	-0.15	0.19	-0.67	-0.10	-0.89	-0.21
	Coef. Correl. G, Ta	0.85	0.80	0.89	0.45	0.59	0.31	0.19	0.74	0.11	-0.04	0.61	0.59	0.91	0.26
	Coef. Correl. Ta, H.R.	-0.94	-0.82	-0.89	-0.92	-0.91	-0.82	-0.97	-0.91	-0.84	-0.94	-0.87	-0.71	-0.95	-0.93
Tse PROMED IO Y RANGO	Tse promedio	36.09	40.89	39.53	40.87	40.83	41.77	44.62	39.16	41.73	42.73	44.07	37.39	36.91	38.60
	Tse máxima	44.80	45.00	44.60	48.70	44.10	47.20	49.30	46.10	45.60	47.30	48.50	40.80	40.20	43.00
	Tse mínima	28.90	33.00	28.00	29.30	31.90	33.30	33.60	29.70	33.50	35.50	37.50	31.50	30.80	30.20
	Recorrido de temperaturas	15.90	12.00	16.60	19.40	12.20	13.90	15.70	16.40	12.10	11.80	11.00	9.30	9.40	12.80
Desviación estandar Tse	4.94	2.85	6.13	6.11	3.43	4.49	4.11	5.19	3.87	3.52	2.94	2.98	2.98	3.74	
Varianza Tse	24.36	8.10	37.52	37.29	11.78	20.18	16.93	26.98	14.97	12.37	8.62	8.87	8.88	13.97	
DISPERSIÓN	Covar. $\theta$ Ta	-9.46	-12.59	-26.15	-9.28	-8.08	1.13	-0.72	-19.64	-4.04	4.29	-5.75	-4.29	-9.96	-5.13
	Covar. $\theta$ H.R.	19.71	43.87	67.65	51.60	65.57	3.36	-2.30	100.02	44.18	-47.22	27.65	30.05	29.44	29.44
	Covar. $\theta$ G	-1947.61	-4903.95	-4805.52	-3136.36	-1231.61	-596.35	-2277.13	-7809.29	-1290.91	-2922.85	-2580.53	-1430.8		

**CONTINUACIÓN ANEXO 3.**

fecha		16-08-05	17-Ago-05	18/08/2005	24-Ago-05	25-ago-05	26-Ago-05	27-Ago-05	29-Ago-05	30-Ago-05	05-Sep-05	06-Sep-05	07-Sep-06	08-Sep-05	09-sep-05
Día del año	Días	228.00	229.00	230.00	236.00	237.00	238.00	239.00	241.00	242.00	248.00	249.00	250.00	251.00	252.00
Latitud local	Grados	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50
Longitud estandar	Grados	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00
Longitud local	Grados	18.50	18.50	18.50	18.50	88.33	88.33	88.33	88.33	88.33	88.33	88.33	88.33	88.33	88.33
Duración del día	Horas	12.61	12.60	12.58	12.48	12.47	12.45	12.43	12.40	12.38	12.28	12.26	12.24	12.22	12.21
Orto	Grados	6.66	6.67	6.67	6.69	6.70	6.70	6.70	6.71	6.71	6.73	6.74	6.74	6.74	6.75
Ocaso	Grados	19.27	19.26	19.25	19.18	19.16	19.15	19.14	19.11	19.11	19.01	19.00	18.98	18.97	18.95
Acimut placa	Grados	0.00	0.00	0.00	0.00	-9.00	-9.00	-9.00	-9.00	-9.00	-9.00	-9.00	171.00	171.00	171.00
Inclinación placa	Grados	0.00	0.00	0.00	0.00	20.00	20.00	20.00	10.00	10.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
declinación solar	Grados	13.45	13.12	12.79	10.69	10.33	9.97	9.60	8.86	8.48	6.18	5.79	5.40	5.01	4.61
Indices		Rojo elastomérico	Rojo elastomérico	Rojo elastomérico	Rojo elastomérico	Rojo elastomérico	Rojo elastomérico	Rojo elastomérico	Rojo elastomérico	Rojo elastomérico	Rojo elastomérico	Rojo elastomérico	Rojo elastomérico	Rojo elastomérico	Rojo elastomérico
COEFICIENTE DE CORRELACIÓN	Coef. Correl. $\theta$ , Ta	-0.79	-0.80	-0.88	-0.57	-0.83	0.10	-0.02	-0.68	-0.33	0.22	-0.51	-0.85	-0.91	-0.65
	Coef. Correl. $\theta$ , H.R.	0.68	0.66	0.77	0.67	0.95	0.09	-0.02	0.84	0.46	-0.38	0.65	0.47	0.89	0.65
	Coef. Correl. $\theta$ , G	-0.78	-0.95	-0.88	-0.96	-0.43	-0.19	-0.94	-0.98	-0.87	-0.98	-0.96	-0.88	-0.97	-0.84
	Coef. Correl. $\theta$ , Tse	-0.96	-0.80	-0.92	-0.96	-0.95	-0.91	-0.74	-0.94	-0.73	-0.65	-0.89	-0.94	-0.96	-0.91
	Coef. Correl. G, Tse	0.82	0.86	0.92	0.97	0.67	0.37	0.82	0.95	0.46	0.78	0.92	0.69	0.95	0.57
	Coef. Correl. Ta, Tse	0.75	0.80	0.96	0.48	0.85	0.09	0.62	0.71	0.83	0.51	0.53	0.92	0.95	0.80
	Coef. Correl. Tse, H.R.	-0.62	-0.74	-0.91	-0.54	-0.89	-0.23	-0.61	-0.85	-0.87	-0.41	-0.65	-0.68	-0.92	-0.85
	Coef. Correl. G, H.R.	-0.82	-0.66	-0.73	-0.49	-0.46	-0.03	-0.17	-0.87	-0.15	0.19	-0.67	-0.10	-0.89	-0.21
	Coef. Correl. G, Ta	0.85	0.80	0.89	0.45	0.59	0.31	0.19	0.74	0.11	-0.04	0.61	0.59	0.91	0.26
Coef. Correl. Ta, H.R.	-0.94	-0.82	-0.89	-0.92	-0.91	-0.82	-0.97	-0.91	-0.84	-0.94	-0.87	-0.71	-0.95	-0.93	
Tse PROMEDI O Y RANGO	Tse promedio	41.95	48.70	44.86	49.47	51.14	48.89	49.37	47.93	52.08	52.22	53.86	43.77	42.05	42.66
	Tse máxima	53.00	54.00	53.00	58.80	59.70	57.30	55.80	60.20	58.60	62.40	48.50	47.40	48.70	32.70
	Tse mínima	29.00	36.00	29.00	30.00	34.30	37.60	38.50	29.90	37.20	41.10	41.10	35.00	32.70	32.00
	Recorrido de temperaturas	24.00	18.00	24.00	28.80	25.40	19.70	17.30	30.30	21.40	17.70	21.30	13.50	14.70	16.70
DISPERSIÓN	Desviación estandar Tse	7.37	4.56	8.77	9.73	7.21	6.03	4.89	9.92	20.02	5.52	6.14	4.24	4.49	4.86
	Varianza Tse	54.39	20.78	76.91	94.60	51.97	36.38	23.95	102.28	49.01	30.50	37.66	17.95	20.12	23.66
COVARIANZA ENTRE LAS VARIABLES	Covar. $\theta$ , Ta	-9.46	-12.59	-26.15	-9.28	-8.08	1.13	-0.72	-19.64	-4.04	4.29	-5.75	-4.29	-9.96	-5.13
	Covar. $\theta$ , H.R.	19.71	43.87	67.65	51.60	56.57	3.36	-2.30	100.02	44.18	-47.22	27.65	9.55	30.05	29.44
	Covar. $\theta$ , G	-1947.61	-4903.95	-4805.52	-3136.36	-1231.61	-596.35	-2277.13	-7809.29	-1290.91	-2922.85	-2580.53	-1430.84	-1113.04	-997.32
	Covar. $\theta$ , Tse	-78.14	-74.45	-134.78	-160.32	-89.66	-61.04	-52.77	-250.59	-75.93	-54.65	-75.31	-23.37	-26.82	-29.22
	Covar. G, Tse	1292.32	974.16	2532.91	1725.09	991.90	588.07	649.64	2850.87	311.68	816.13	1059.55	789.36	748.28	484.37
	Covar. Ta, Tse	5.67	2.72	14.49	4.24	4.27	0.57	6.33	7.73	4.60	3.50	2.55	3.24	7.15	4.53
	Covar. Tse, H.R.	-11.39	-10.77	-40.07	-22.42	-27.83	-4.61	-27.21	-38.16	-37.86	-17.88	-11.75	-9.70	-21.15	-27.78
	Covar. G, H.R.	-461.61	-537.63	-1202.09	-406.19	-434.72	-28.28	-263.96	-1175.65	-95.43	298.30	-385.02	-98.09	-842.42	-254.39
	Covar. G, Ta	197.41	152.66	498.67	77.53	89.00	86.81	66.60	241.70	8.37	-8.67	93.40	137.43	284.40	53.57
	Covar. Ta, H.R.	-2.52	-2.01	-7.97	-3.77	-2.91	-2.85	-19.13	-4.43	-4.28	-9.38	-2.12	-2.07	-8.63	-7.45
fecha		16-08-05	17-Ago-05	18/08/2005	24-Ago-05	25-ago-05	26-Ago-05	27-Ago-05	29-Ago-05	30-Ago-05	05-Sep-05	06-Sep-05	07-Sep-06	08-Sep-05	09-sep-05
Día del año	Días	228.00	229.00	230.00	236.00	237.00	238.00	239.00	241.00	242.00	248.00	249.00	250.00	251.00	252.00
Latitud local	Grados	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50
Longitud estandar	Grados	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00
Longitud local	Grados	18.50	18.50	18.50	18.50	88.33	88.33	88.33	88.33	88.33	88.33	88.33	88.33	88.33	88.33
Duración del día	Horas	12.61	12.60	12.58	12.48	12.47	12.45	12.43	12.40	12.38	12.28	12.26	12.24	12.22	12.21
Orto	Grados	6.66	6.67	6.67	6.69	6.70	6.70	6.70	6.71	6.71	6.73	6.74	6.74	6.74	6.75
Ocaso	Grados	19.27	19.26	19.25	19.18	19.16	19.15	19.14	19.11	19.11	19.01	19.00	18.98	18.97	18.95
Acimut placa	Grados	0.00	0.00	0.00	0.00	-9.00	-9.00	-9.00	-9.00	-9.00	-9.00	-9.00	171.00	171.00	171.00
Inclinación placa	Grados	0.00	0.00	0.00	0.00	20.00	20.00	20.00	10.00	10.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
declinación solar	Grados	13.45	13.12	12.79	10.69	10.33	9.97	9.60	8.86	8.48	6.18	5.79	5.40	5.01	4.61
Indices		Blanco elastomérico	Blanco elastomérico	Blanco elastomérico	Blanco elastomérico	Blanco elastomérico	Blanco elastomérico	Blanco elastomérico	Blanco elastomérico	Blanco elastomérico	Blanco elastomérico	Blanco elastomérico	Blanco elastomérico	Blanco elastomérico	Blanco elastomérico
COEFICIENTE DE CORRELACIÓN	Coef. Correl. $\theta$ , Ta	-0.79	-0.80	-0.88	-0.57	-0.83	0.10	-0.02	-0.68	-0.33	0.22	-0.51	-0.85	-0.91	-0.65
	Coef. Correl. $\theta$ , H.R.	0.68	0.66	0.77	0.67	0.95	0.09	-0.02	0.84	0.46	-0.38	0.65	0.47	0.89	0.65
	Coef. Correl. $\theta$ , G	-0.78	-0.95	-0.88	-0.96	-0.43	-0.19	-0.94	-0.98	-0.87	-0.98	-0.96	-0.88	-0.97	-0.84
	Coef. Correl. $\theta$ , Tse	-0.90	-0.59	-0.86	-0.98	-0.93	-0.90	-0.10	-0.62	-0.71	-0.45	-0.66	-0.88	-0.96	-0.84
	Coef. Correl. G, Tse	0.73	0.61	0.83	0.98	0.64	0.47	0.92	0.71	0.41	0.60	0.78	0.68	0.95	0.65
	Coef. Correl. Ta, Tse	0.65	0.60	0.91	0.51	0.81	0.14	0.90	0.84	0.82	0.64	0.55	0.79	0.95	0.72
	Coef. Correl. Tse, H.R.	-0.48	-0.65	-0.92	-0.58	-0.85	-0.17	-0.92	-0.82	-0.90	-0.58	-0.55	-0.69	-0.91	-0.77
	Coef. Correl. G, H.R.	-0.82	-0.66	-0.73	-0.49	-0.46	-0.03	-0.17	-0.87	-0.15	0.19	-0.67	-0.10	-0.89	-0.21
	Coef. Correl. G, Ta	0.85	0.80	0.89	0.45	0.59	0.31	0.19	0.74	0.11	-0.04	0.61	0.59	0.91	0.26
Coef. Correl. Ta, H.R.	-0.94	-0.82	-0.89	-0.92	-0.91	-0.82	-0.97	-0.91	-0.84	-0.94	-0.87	-0.71	-0.95	-0.93	
Tse PROMEDI O Y RANGO	Tse promedio	32.63	38.12	34.52	35.18	37.92	37.39	35.90	34.15	38.23	36.20	37.24	34.31	34.27	34.72
	Tse máxima	37.00	42.00	39.00	39.80	41.50	40.90	40.10	37.80	40.70	38.80	40.00	37.10	37.30	38.40
	Tse mínima	27.00	33.00	27.00	26.40	30.90	31.40	29.60	29.50	32.60	31.10	32.10	29.80	29.40	28.90
	Recorrido de temperaturas	10.00	9.00	12.00	13.40	10.60	9.50	10.50	8.30	8.10	7.70	7.90	7.30	7.90	9.50
DISPERSIÓN	Desviación estandar Tse	3.11	2.47	4.22	4.19	2.84	2.98	2.99	2.36	2.86	2.05	1.79	2.09	2.42	2.85
	Varianza Tse	9.69	6.11	17.83	17.53	8.04	8.86	8.95	5.58	8.20	4.22	3.22	4.35	5.86	8.12
COVARIANZA ENTRE LAS VARIABLES	Covar. $\theta$ , Ta	-9.46	-12.59	-26.15	-9.28	-8.08	1.13	-0.72	-19.64	-4.04	4.29	-5.75	-4.29	-9.96	-5.13
	Covar. $\theta$ , H.R.	19.71	43.87	67.65	51.60	56.57	3.36	-2.30	100.02	44.18	-47.22	27.65	9.55	30.05	29.44
	Covar. $\theta$ , G	-1947.61	-4903.95	-4805.52	-3136.36	-1231.61	-596.35	-2277.13	-7809.29	-1290.91	-2922.85	-2580.53	-1430.84	-1113.04	-997.32
	Covar. $\theta$ , Tse	-31.01	-29.44	-60.71	-70.10	-34.33	-29.90	-4.16	-38.29	-30.10	-14.27	-16.41	-10.76	-14.36	-17.60
	Covar. G, Tse	487.23	376.02	1095.01	749.76	374.86	370.34	148.09	496						

CONTINUACIÓN ANEXO 3.

fecha		16-08-05	17-Ago-05	18/08/2005	24-Ago-05	25-ago-05	26-Ago-05	27-Ago-05	29-Ago-05	30-Ago-05	05-Sep-05	06-Sep-05	07-Sep-06	08-Sep-05	09-sep-05
Día del año	Días	228.00	229.00	230.00	236.00	237.00	238.00	239.00	241.00	242.00	248.00	249.00	250.00	251.00	252.00
Latitud local	Grados	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50
Longitud estandar	Grados	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00
Longitud local	Grados	18.50	18.50	18.50	18.50	88.33	88.33	88.33	88.33	88.33	88.33	88.33	88.33	88.33	88.33
Duración del día	Horas	12.61	12.60	12.58	12.48	12.47	12.45	12.43	12.40	12.38	12.28	12.26	12.24	12.22	12.21
Orto	Grados	6.66	6.67	6.67	6.69	6.70	6.70	6.70	6.71	6.71	6.73	6.74	6.74	6.74	6.75
Ocaso	Grados	19.27	19.26	19.25	19.18	19.16	19.15	19.14	19.11	19.10	19.01	19.00	18.98	18.97	18.95
Acimut placa	Grados	0.00	0.00	0.00	0.00	-9.00	-9.00	-9.00	-9.00	-9.00	-9.00	-9.00	171.00	171.00	171.00
Inclinación placa	Grados	0.00	0.00	0.00	0.00	20.00	20.00	20.00	10.00	10.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
declinación solar	Grados	13.45	13.12	12.79	10.69	10.33	9.97	9.60	8.86	8.48	6.18	5.79	5.40	5.01	4.61
Número de lecturas		19.00	33.00	29.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Indices		Fibra	Fibra	Fibra	Fibra	Fibra	Fibra	Fibra	Fibra	Fibra	Fibra	Fibra	Fibra	Fibra	Fibra
COEFICIENTE DE CORRELACIÓN	Coef. Correl. $\theta$ ,Ta	-0.79	-0.80	-0.88	-0.57	-0.83	0.10	-0.02	-0.68	-0.33	0.22	-0.51	-0.85	-0.91	-0.65
	Coef. Correl. $\theta$ ,H.R.	0.68	0.66	0.77	0.67	0.95	0.09	-0.02	0.84	0.46	-0.38	0.65	0.47	0.89	0.65
	Coef. Correl. $\theta$ ,G	-0.78	-0.95	-0.88	-0.96	-0.43	-0.19	-0.94	-0.98	-0.87	-0.98	-0.96	-0.88	-0.97	-0.84
	Coef. Correl. $\theta$ ,Tse	-0.94	-0.90	-0.91	-0.98	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	Coef. Correl. G ,Tse	0.87	0.92	0.93	0.97	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	Coef. Correl. Ta ,Tse	0.80	0.82	0.95	0.51	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	Coef. Correl. Tse ,H.R.	-0.69	-0.74	-0.86	-0.60	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	Coef. Correl. G ,H.R.	-0.82	-0.66	-0.73	-0.49	-0.46	-0.03	-0.17	-0.87	-0.15	0.19	-0.67	-0.10	-0.89	-0.21
	Coef. Correl. G ,Ta	0.85	0.80	0.89	0.45	0.59	0.31	0.19	0.74	0.11	-0.04	0.61	0.59	0.91	0.26
	Coef. Correl. Ta ,H.R.	-0.94	-0.82	-0.89	-0.92	-0.91	-0.82	-0.97	-0.91	-0.84	-0.94	-0.87	-0.71	-0.95	-0.93
Tse PROMED IO Y RANGO	Tse promedio	41.63	47.94	44.00	47.60	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	Tse máxima	53.00	54.00	53.00	56.00	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	Tse mínima	30.00	35.00	29.00	33.00	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	Recorrido de temperaturas	23.00	19.00	24.00	23.00	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
DISPERSIÓN	Desviación estandar Tse	7.07	5.04	8.24	7.50	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	Varianza Tse	50.02	25.43	67.86	56.25	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
COVARIANZA ENTRE LAS VARIABLES	Covar. $\theta$ ,Ta	-9.46	-12.59	-26.15	-9.28	-8.08	1.13	-0.72	-19.64	-4.04	4.29	-5.75	-4.29	-9.96	-5.13
	Covar. $\theta$ ,H.R.	19.71	43.87	67.65	51.60	56.57	3.36	-2.30	100.02	44.18	-47.22	27.65	9.55	30.05	29.44
	Covar. $\theta$ ,G	-1947.61	-4903.95	-4805.52	-3136.36	-1231.61	-596.35	-2277.13	-7809.29	-1290.91	-2922.85	-2580.53	-1430.84	-1113.04	-997.32
	Covar. $\theta$ ,Tse	-91.75	-112.65	-125.12	-125.98	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	Covar. G ,Tse	1327.85	1142.49	2403.46	1331.98	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	Covar. Ta ,Tse	5.81	3.08	13.38	3.48	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	Covar. Tse ,H.R.	-12.13	-11.81	-35.76	-19.15	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	Covar. G ,H.R.	-461.61	-537.63	-1202.09	-406.19	-434.72	-28.28	-263.96	-1175.65	-95.43	298.30	-385.02	-98.09	-842.42	-254.39
	Covar. G ,Ta	197.41	152.66	498.67	77.53	89.00	86.81	66.60	241.70	8.37	-8.67	93.40	137.43	284.40	53.57
	Covar. Ta ,H.R.	-2.52	-2.01	-7.97	-3.77	-2.91	-2.85	-19.13	-4.43	-4.28	-9.38	-2.12	-2.07	-8.63	-7.45
fecha		16-08-05	17-Ago-05	18/08/2005	24-Ago-05	25-ago-05	26-Ago-05	27-Ago-05	29-Ago-05	30-Ago-05	05-Sep-05	06-Sep-05	07-Sep-06	08-Sep-05	09-sep-05
Día del año	Días	228.00	229.00	230.00	236.00	237.00	238.00	239.00	241.00	242.00	248.00	249.00	250.00	251.00	252.00
Latitud local	Grados	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50
Longitud estandar	Grados	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00
Longitud local	Grados	18.50	18.50	18.50	18.50	88.33	88.33	88.33	88.33	88.33	88.33	88.33	88.33	88.33	88.33
Duración del día	Horas	12.61	12.60	12.58	12.48	12.47	12.45	12.43	12.40	12.38	12.28	12.26	12.24	12.22	12.21
Orto	Grados	6.66	6.67	6.67	6.69	6.70	6.70	6.70	6.71	6.71	6.73	6.74	6.74	6.74	6.75
Ocaso	Grados	19.27	19.26	19.25	19.18	19.16	19.15	19.14	19.11	19.10	19.01	19.00	18.98	18.97	18.95
Acimut placa	Grados	0.00	0.00	0.00	0.00	-9.00	-9.00	-9.00	-9.00	-9.00	-9.00	-9.00	171.00	171.00	171.00
Inclinación placa	Grados	0.00	0.00	0.00	0.00	20.00	20.00	20.00	10.00	10.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
declinación solar	Grados	13.45	13.12	12.79	10.69	10.33	9.97	9.60	8.86	8.48	6.18	5.79	5.40	5.01	4.61
Número de lecturas		33.00	33.00	29.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	28.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Indices		Mortero negro mate	Mortero negro mate	Mortero negro mate	Mortero negro mate	Mortero negro mate	Mortero negro mate	Mortero negro mate	Mortero negro mate	Mortero negro mate	Mortero negro mate	Mortero negro mate	Mortero negro mate	Mortero negro mate	Mortero negro mate
COEFICIENTE DE CORRELACIÓN	Coef. Correl. $\theta$ ,Ta	-0.79	-0.80	-0.88	-0.57	-0.83	0.10	-0.02	-0.68	-0.33	0.22	-0.51	-0.85	-0.91	-0.65
	Coef. Correl. $\theta$ ,H.R.	0.68	0.66	0.77	0.67	0.95	0.09	-0.02	0.84	0.46	-0.38	0.65	0.47	0.89	0.65
	Coef. Correl. $\theta$ ,G	-0.78	-0.95	-0.88	-0.96	-0.43	-0.19	-0.94	-0.98	-0.87	-0.98	-0.96	-0.88	-0.97	-0.84
	Coef. Correl. $\theta$ ,Tse	-0.96	-0.89	-0.92	-0.98	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	Coef. Correl. G ,Tse	0.86	0.94	0.94	0.98	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	Coef. Correl. Ta ,Tse	0.81	0.82	0.96	0.51	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	Coef. Correl. Tse ,H.R.	-0.70	-0.73	-0.89	-0.59	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	Coef. Correl. G ,H.R.	-0.82	-0.66	-0.73	-0.49	-0.46	-0.03	-0.17	-0.87	-0.15	0.19	-0.67	-0.10	-0.89	-0.21
	Coef. Correl. G ,Ta	0.85	0.80	0.89	0.45	0.59	0.31	0.19	0.74	0.11	-0.04	0.61	0.59	0.91	0.26
	Coef. Correl. Ta ,H.R.	-0.94	-0.82	-0.89	-0.92	-0.91	-0.82	-0.97	-0.91	-0.84	-0.94	-0.87	-0.71	-0.95	-0.93
Tse PROMED IO Y RANGO	Tse promedio	45.32	53.30	48.66	54.55	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	Tse máxima	60.00	60.00	60.00	64.00	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	Tse mínima	30.00	36.00	29.00	36.00	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	Recorrido de temperaturas	30.00	24.00	31.00	28.00	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
DISPERSIÓN	Desviación estandar Tse	8.95	6.20	10.76	9.05	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	Varianza Tse	80.12	38.46	115.88	81.84	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
COVARIANZA ENTRE LAS VARIABLES	Covar. $\theta$ ,Ta	-9.46	-12.59	-26.15	-9.28	-8.08	1.13	-0.72	-19.64	-4.04	4.29	-5.75	-4.29	-9.96	-5.13
	Covar. $\theta$ ,H.R.	19.71	43.87	67.65	51.60	56.57	3.36	-2.30	100.02	44.18	-47.22	27.65	9.55	30.05	29.44
	Covar. $\theta$ ,G	-1947.61	-4903.95	-4805.52	-3136.36	-1231.61	-596.35	-2277.13	-7809.29	-1290.91	-2922.85	-2580.53	-1430.84	-1113.04	-997.32
	Covar. $\theta$ ,Tse	-94.71	-112.65	-165.30	-151.52	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	Covar. G ,Tse	1661.69	1436.76	3163.79	1616.52	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	Covar. Ta ,Tse	7.36	3.80	17.77	4.20	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	Covar. Tse ,H.R.	-15.56	-14.37	-48.23	-22.70	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	Covar. G ,H.R.	-461.61	-537.63	-1202.09	-406.19	-434.72	-28.28	-263.96	-1175.65	-95.43	298.30	-385.02	-98.09	-842.42	-254.39
	Covar. G ,Ta	197.41	152.66	498.67	77.53	89.00	86.81	66.60	241.70	8.3					

ANEXO 4

MODELO ESTADÍSTICO Tsera (S) datos de la mañana

Número de datos	107	Índice de correlación Tsera-Tsera(S)	0.92	r <sup>2</sup>	0.85	Desviación estandar(°C)	7.06	Intervalo de confianza (°C)	1.34							
Temperatura superficial medida	Nueva variable S=G/θ	Angulo incidencia solar calculado	Radiación solar medida	Modelo estadístico y T <sub>sera</sub> estimada	Residuos	Valor absoluto residuos	Radiación solar del modelo estadístico	Ángulo de incidencia solar modelo estadístico								
Tsera	S	θ	G	T <sub>sera</sub> (s) =11.844Ln(s) + 14.776	r	ABS r	Gmodelo	0°> θ <10°	θ=20°	θ=30°	θ=40°	θ=50°	θ=60°	θ=70°	θ=80°	θ=90°
35	4.81	60.98	293.5	33.39	1.61	1.61	9.35	13.97	5.77	0.97	-2.44	-5.08	-7.24	-9.06	-10.65	-12.04
35.5	5.54	76.72	425.1	35.06	0.44	0.44	18.69	22.18	13.97	9.17	5.77	3.13	0.97	-0.86	-2.44	-3.83
36.5	8.11	57.42	465.6	39.56	-3.06	3.06	28.04	26.98	18.78	13.97	10.57	7.93	5.77	3.94	2.36	0.97
37.2	6.23	74.77	465.6	36.44	0.76	0.76	37.38	30.39	22.18	17.38	13.97	11.33	9.17	7.35	5.77	4.37
38.1	7.22	72.86	526.3	38.20	-0.10	0.10	46.73	33.03	24.82	20.02	16.62	13.97	11.82	9.99	8.41	7.02
38.7	8.41	70.99	597.2	40.00	-1.30	1.30	56.07	35.19	26.98	22.18	18.78	16.13	13.97	12.15	10.57	9.17
39.1	14.12	61.84	873.0	46.13	-7.03	7.03	65.42	37.01	28.81	24.01	20.60	17.96	15.80	13.97	12.39	11.00
39.2	7.81	53.15	415.0	39.12	0.08	0.08	74.77	38.60	30.39	25.59	22.18	19.54	17.38	15.56	13.97	12.58
39.3	9.22	69.17	637.7	41.08	-1.78	1.78	84.11	39.99	31.78	26.98	23.58	20.93	18.78	16.95	15.37	13.97
39.9	18.44	24.16	445.3	49.29	-9.39	9.39	93.46	41.24	33.03	28.23	24.82	22.18	20.02	18.20	16.62	15.22
40.1	13.01	63.41	824.9	45.16	-5.06	5.06	102.80	42.37	34.16	29.36	25.95	23.31	21.15	19.33	17.75	16.35
40.4	11.35	52.62	597.2	43.55	-3.15	3.15	112.15	43.40	35.19	30.39	26.98	24.34	22.18	20.36	18.78	17.38
40.7	10.06	67.39	678.1	42.12	-1.42	1.42	121.50	44.34	36.14	31.34	27.93	25.29	23.13	21.30	19.72	18.33
40.8	11.20	65.06	728.7	43.39	-2.59	2.59	130.84	45.22	37.01	32.21	28.81	26.17	24.01	22.18	20.60	19.21
41.2	10.15	53.87	546.6	42.22	-1.02	1.02	140.19	46.04	37.83	33.03	29.62	26.98	24.82	23.00	21.42	20.02
41.6	24.02	21.49	516.2	52.43	-10.83	10.83	149.53	46.80	38.60	33.79	30.39	27.75	25.59	23.76	22.18	20.79
41.9	15.52	48.92	759.1	47.25	-5.35	5.35	158.88	47.52	39.31	34.51	31.11	28.46	26.31	24.48	22.90	21.51
42.4	10.02	65.69	657.9	42.07	0.33	0.33	168.22	48.20	39.99	35.19	31.78	29.14	26.98	25.16	23.58	22.18
43.6	12.01	64.05	769.2	44.22	-0.62	0.62	177.57	48.84	40.63	35.83	32.42	29.78	27.62	25.80	24.22	22.82
43.77	17.89	45.22	809.0	48.94	-5.17	5.17	186.92	49.44	41.24	36.44	33.03	30.39	28.23	26.40	24.82	23.43
44	14.12	41.58	587.04	46.13	-2.13	2.13	196.26	50.02	41.82	37.01	33.61	30.97	28.81	26.98	25.40	24.01
44.2	13.69	49.52	678.1	45.77	-1.57	1.57	205.61	50.57	42.37	37.57	34.16	31.52	29.36	27.53	25.95	24.56
44.3	12.96	62.49	809.7	45.12	-0.82	0.82	214.95	51.10	42.89	38.09	34.69	32.04	29.88	28.06	26.48	25.08
44.3	12.27	50.31	617.4	44.47	-0.17	0.17	224.30	51.60	43.40	38.60	35.19	32.55	30.39	28.56	26.98	25.59
44.9	13.84	27.05	374.5	45.90	-1.00	1.00	233.64	52.09	43.88	39.08	35.67	33.03	30.87	29.05	27.47	26.07
45.65	20.47	41.52	850.0	50.53	-4.88	4.88	242.99	52.55	44.34	39.54	36.14	33.50	31.34	29.51	27.93	26.54
46.1	15.19	45.30	688.3	47.00	-0.90	0.90	252.34	53.00	44.79	39.99	36.58	33.94	31.78	29.96	28.38	26.98
46.2	13.93	61.02	850.2	45.98	0.22	0.22	261.68	53.43	45.22	40.42	37.01	34.37	32.21	30.39	28.81	27.41
46.3	15.26	60.36	921.1	47.05	-0.75	0.75	271.03	53.84	45.64	40.84	37.43	34.79	32.63	30.80	29.22	27.83
46.7	13.41	59.64	799.6	45.52	1.18	1.18	280.37	54.25	46.04	41.24	37.83	35.19	33.03	31.21	29.62	28.23
47.1	14.50	46.76	678.1	46.45	0.65	0.65	289.72	54.63	46.43	41.63	38.22	35.58	33.42	31.59	30.01	28.62
47.5	23.72	37.82	897.0	52.28	-4.78	4.78	299.07	55.01	46.80	42.00	38.60	35.95	33.79	31.97	30.39	28.99
48	14.39	58.38	840.1	46.36	1.64	1.64	308.41	55.37	47.17	42.37	38.96	36.32	34.16	32.33	30.75	29.36
48.15	16.05	58.97	946.4	47.65	0.50	0.50	317.76	55.73	47.52	42.72	39.31	36.67	34.51	32.69	31.11	29.71
48.6	27.38	32.53	890.7	53.98	-5.38	5.38	327.10	56.07	47.86	43.06	39.66	37.01	34.86	33.03	31.45	30.06
48.6	16.83	37.88	637.65	48.22	0.38	0.38	336.45	56.40	48.20	43.40	39.99	37.35	35.19	33.36	31.78	30.39
49.1	16.62	57.69	959.0	48.07	1.01	1.01	345.79	56.73	48.52	43.72	40.31	37.67	35.51	33.69	32.11	30.71
49.3	17.42	42.42	738.9	48.62	0.68	0.68	355.14	57.04	48.84	44.04	40.63	37.99	35.83	34.00	32.42	31.03
49.3	15.70	43.21	678.1	47.39	1.91	1.91	364.49	57.35	49.14	44.34	40.94	38.30	36.14	34.31	32.73	31.34
49.4	27.00	34.11	921.1	53.81	-4.41	4.41	373.83	57.65	49.44	44.64	41.24	38.60	36.44	34.61	33.03	31.64
49.5	17.08	56.52	965.3	48.39	1.15	1.15	383.18	57.94	49.74	44.94	41.53	38.89	36.73	34.90	33.32	31.93
49.8	17.46	55.48	968.5	48.65	1.12	1.12	392.52	58.23	50.02	45.22	41.82	39.17	37.01	35.19	33.61	32.21
49.8	19.14	39.67	759.1	49.73	0.07	0.07	401.87	58.51	50.30	45.50	42.09	39.45	37.29	35.47	33.89	32.49
49.9	17.77	54.58	970.1	48.86	1.02	1.02	411.21	58.78	50.57	45.77	42.37	39.72	37.57	35.74	34.16	32.76
49.95	18.36	53.19	976.7	49.25	0.70	0.70	420.56	59.05	50.84	46.04	42.63	39.99	37.83	36.01	34.43	33.03
50	23.93	34.68	830.0	52.38	-2.38	2.38	429.91	59.31	51.10	46.30	42.89	40.25	38.09	36.27	34.69	33.29
50	15.92	57.22	910.9	47.55	2.45	2.45	439.25	59.56	51.35	46.55	43.15	40.50	38.35	36.52	34.94	33.55
50	18.06	53.81	971.7	49.05	0.95	0.95	448.60	59.81	51.60	46.80	43.40	40.75	38.60	36.77	35.19	33.79
50	14.99	45.90	688.3	46.84	3.16	3.16	457.94	60.05	51.85	47.05	43.64	41.00	38.84	37.01	35.43	34.04





ANEXO 4 **MODELO ESTADÍSTICO Tsera(S) datos de la tarde**

Número de datos	96	Indice de correlación Tsera- S	0.83	R <sup>2</sup>	0.70	Desviación estandar(° C)	8.36	Intervalo de confianza (°C)	1.67	Ángulo de incidencia solar modelo estadístico							
Temperatura superficial medida	Nueva variable S=G/θ	Angulo incidencia solar calculado	Radiación solar medida	Modelo estadístico y Tsera estimada	Residuos	Valor absoluto residuos	Radiación solar del modelo estadístico										
Tsera	S	θ	G	Tsera(S)=31.35 + 7.588*ln (S)	r	ABS r	Gmodelo	0° > θ < 10°	θ=20°	θ=30°	θ=40°	θ=50°	θ=60°	θ=70°	θ=80°	θ=90°	
30.1	0.11	91.76	10.00	14.53	15.57	15.57	10.42	36.92	31.66	28.58	26.40	24.71	23.32	22.15	21.14	20.25	
30.5	0.11	88.51	10.12	14.90	15.57	15.57	20.83	40.00	34.74	31.66	29.48	27.78	26.40	25.23	24.22	23.32	
30.8	0.36	85.24	30.36	23.52	7.32	7.32	31.25	42.18	36.92	33.84	31.66	29.97	28.58	27.41	26.40	25.51	
31.6	0.86	81.97	70.85	30.24	1.33	1.33	41.67	43.87	38.61	35.54	33.35	31.66	30.28	29.11	28.09	27.20	
33.1	1.29	78.68	101.21	33.26	-0.21	0.21	52.08	45.26	40.00	36.92	34.74	33.04	31.66	30.49	29.48	28.58	
33.2	0.82	74.33	60.7	29.82	3.38	3.38	62.50	46.43	41.17	38.09	35.91	34.21	32.83	31.66	30.65	29.75	
35.1	2.07	71.02	146.8	36.86	-1.76	1.76	72.92	47.44	42.18	39.10	36.92	35.23	33.84	32.67	31.66	30.77	
35.6	6.61	91.90	607.3	45.68	-10.08	10.08	83.33	48.33	43.07	40.00	37.81	36.12	34.74	33.57	32.55	31.66	
36.0	1.75	75.38	131.58	35.58	0.42	0.42	93.75	49.13	43.87	40.80	38.61	36.92	35.54	34.37	33.35	32.46	
36.7	7.21	88.38	637.7	46.34	-9.64	9.64	104.17	49.85	44.60	41.52	39.34	37.64	36.26	35.09	34.08	33.18	
37.0	3.37	69.17	232.8	40.56	-3.56	3.56	114.58	50.52	45.26	42.18	40.00	38.30	36.92	35.75	34.74	33.84	
37.9	4.21	67.37	283.4	42.25	-4.40	4.40	125.00	51.12	45.86	42.79	40.60	38.91	37.53	36.36	35.34	34.45	
38.0	2.49	72.09	179.66	38.28	-0.28	0.28	135.42	51.68	46.43	43.35	41.17	39.47	38.09	36.92	35.91	35.01	
38.0	7.63	84.86	647.8	46.77	-8.77	8.77	145.83	52.21	46.95	43.87	41.69	40.00	38.61	37.44	36.43	35.54	
38.7	5.09	65.63	334.0	43.70	-5.00	5.00	156.25	52.70	47.44	44.36	42.18	40.49	39.10	37.93	36.92	36.03	
39.4	8.96	81.33	728.7	47.99	-8.59	8.59	166.67	53.16	47.90	44.82	42.64	40.95	39.56	38.39	37.38	36.49	
40.0	3.31	68.79	227.73	40.43	-0.43	0.43	177.08	53.59	48.33	45.26	43.07	41.38	40.00	38.83	37.81	36.92	
40	6.49	63.96	415.0	45.54	-5.54	5.54	187.50	54.00	48.74	45.67	43.48	41.79	40.41	39.24	38.22	37.33	
40.6	8.98	60.84	546.6	48.01	-7.41	7.41	197.92	54.39	49.13	46.06	43.87	42.18	40.80	39.63	38.61	37.72	
40.8	7.63	62.36	475.7	46.77	-5.97	5.97	208.33	54.76	49.50	46.43	44.24	42.55	41.17	40.00	38.98	38.09	
40.9	10.02	77.81	779.4	48.83	-7.93	7.93	218.75	55.11	49.85	46.78	44.60	42.90	41.52	40.35	39.34	38.44	

42.1	10.90	59.42	647.8	49.48	-7.38	7.38	229.17	55.45	50.19	47.12	44.93	43.24	41.86	40.69	39.67	38.78
42.4	6.64	64.74	430.2	45.72	-3.32	3.32	239.58	55.77	50.52	47.44	45.26	43.56	42.18	41.01	40.00	39.10
42.4	6.10	66.41	404.9	45.07	-2.67	2.67	250.00	56.08	50.82	47.75	45.57	43.87	42.49	41.32	40.31	39.41
42.4	11.04	74.28	819.8	49.57	-7.17	7.17	260.42	56.38	51.12	48.05	45.86	44.17	42.79	41.62	40.60	39.71
42.7	11.15	58.10	647.8	49.65	-6.95	6.95	270.83	56.67	51.41	48.33	46.15	44.46	43.07	41.90	40.89	40.00
43.5	12.27	56.90	698.4	50.38	-6.88	6.88	281.25	56.94	51.68	48.61	46.43	44.73	43.35	42.18	41.17	40.27
44	4.95	65.49	323.89	43.48	0.52	0.52	291.67	57.21	51.95	48.87	46.69	45.00	43.61	42.45	41.43	40.54
44.2	12.02	70.75	850.2	50.22	-6.02	6.02	302.08	57.47	52.21	49.13	46.95	45.26	43.87	42.70	41.69	40.80
45.1	6.36	62.10	394.74	45.38	-0.28	0.28	312.50	57.72	52.46	49.38	47.20	45.50	44.12	42.95	41.94	41.04
45.1	13.60	55.82	759.1	51.16	-6.06	6.06	322.92	57.96	52.70	49.62	47.44	45.75	44.36	43.19	42.18	41.29
45.7	13.25	67.23	890.7	50.96	-5.26	5.26	333.33	58.19	52.93	49.85	47.67	45.98	44.60	43.43	42.41	41.52
46	15.68	54.86	860.3	52.24	-6.24	6.24	343.75	58.42	53.16	50.08	47.90	46.21	44.82	43.65	42.64	41.75
46.1	14.30	63.71	910.9	51.54	-5.44	5.44	354.17	58.64	53.38	50.30	48.12	46.43	45.04	43.87	42.86	41.97
46.4	7.80	58.41	455.47	46.93	-0.53	0.53	364.58	58.85	53.59	50.52	48.33	46.64	45.26	44.09	43.07	42.18
47	7.21	63.15	455.5	46.34	0.66	0.66	375.00	59.06	53.80	50.72	48.54	46.85	45.46	44.29	43.28	42.39
47.1	16.96	52.52	890.7	52.83	-5.73	5.73	385.42	59.26	54.00	50.93	48.74	47.05	45.67	44.50	43.48	42.59
47.5	16.46	52.87	870.4	52.61	-5.11	5.11	395.83	59.46	54.20	51.12	48.94	47.25	45.86	44.69	43.68	42.79
47.7	16.31	53.38	870.4	52.53	-4.83	4.83	406.25	59.65	54.39	51.31	49.13	47.44	46.06	44.89	43.87	42.98
47.9	15.73	54.05	850.2	52.26	-4.36	4.36	416.67	59.84	54.58	51.50	49.32	47.63	46.24	45.07	44.06	43.17
48	17.80	52.32	931.2	53.20	-5.20	5.20	427.08	60.02	54.76	51.68	49.50	47.81	46.43	45.26	44.24	43.35
48.1	8.95	61.64	551.6	47.98	0.12	0.12	437.50	60.20	54.94	51.86	49.68	47.99	46.60	45.43	44.42	43.53
48.5	15.47	60.20	931.2	52.13	-3.63	3.63	447.92	60.37	55.11	52.04	49.85	48.16	46.78	45.61	44.60	43.70
48.9	18.58	52.30	971.7	53.52	-4.62	4.62	458.33	60.54	55.29	52.21	50.03	48.33	46.95	45.78	44.77	43.87
49.4	18.63	52.43	976.7	53.54	-4.14	4.14	468.75	60.71	55.45	52.38	50.19	48.50	47.12	45.95	44.93	44.04
49.7	16.60	56.70	941.3	52.67	-2.97	2.97	479.17	60.87	55.62	52.54	50.36	48.66	47.28	46.11	45.10	44.20
49.9	11.68	58.91	688.3	50.00	-0.10	0.10	489.58	61.03	55.77	52.70	50.52	48.82	47.44	46.27	45.26	44.36
49.9	18.62	52.73	981.8	53.54	-3.64	3.64	500.00	61.19	55.93	52.85	50.67	48.98	47.60	46.43	45.41	44.52
50.2	10.76	60.22	647.8	49.38	0.82	0.82	510.42	61.34	56.08	53.01	50.82	49.13	47.75	46.58	45.57	44.67
50.9	12.63	57.71	728.7	50.59	0.31	0.31	520.83	61.49	56.23	53.16	50.98	49.28	47.90	46.73	45.72	44.82
51.1	17.88	53.22	951.4	53.23	-2.13	2.13	531.25	61.64	56.38	53.31	51.12	49.43	48.05	46.88	45.86	44.97
51.2	19.33	49.75	961.5	53.82	-2.62	2.62	541.67	61.79	56.53	53.45	51.27	49.57	48.19	47.02	46.01	45.11
51.9	7.91	19.19	151.8	47.04	4.86	4.86	552.08	61.93	56.67	53.59	51.41	49.72	48.33	47.16	46.15	45.26
52	10.22	51.02	521.26	48.98	3.02	3.02	562.50	62.07	56.81	53.73	51.55	49.85	48.47	47.30	46.29	45.39

52	9.06	54.71	495.95	48.08	3.92	3.92	572.92	62.20	56.94	53.87	51.68	49.99	48.61	47.44	46.43	45.53
52.6	13.94	56.62	789.5	51.34	1.26	1.26	583.33	62.34	57.08	54.00	51.82	50.13	48.74	47.57	46.56	45.67
52.8	11.55	47.32	546.56	49.92	2.88	2.88	593.75	62.47	57.21	54.13	51.95	50.26	48.87	47.70	46.69	45.80
53.2	14.36	55.67	799.6	51.57	1.63	1.63	604.17	62.60	57.34	54.26	52.08	50.39	49.00	47.83	46.82	45.93
53.4	15.88	54.19	860.3	52.33	1.07	1.07	614.58	62.73	57.47	54.39	52.21	50.52	49.13	47.96	46.95	46.06
53.5	15.13	54.86	830.0	51.96	1.54	1.54	625.00	62.85	57.59	54.52	52.33	50.64	49.26	48.09	47.07	46.18
53.5	20.77	46.31	961.5	54.37	-0.87	0.87	635.42	62.98	57.72	54.64	52.46	50.76	49.38	48.21	47.20	46.30
54.5	16.41	53.67	880.6	52.58	1.92	1.92	645.83	63.10	57.84	54.76	52.58	50.89	49.50	48.33	47.32	46.43
54.8	17.97	53.50	961.5	53.27	1.53	1.53	656.25	63.22	57.96	54.88	52.70	51.00	49.62	48.45	47.44	46.54
55.2	17.88	53.21	951.4	53.23	1.97	1.97	666.67	63.34	58.08	55.00	52.82	51.12	49.74	48.57	47.56	46.66
55.5	17.73	53.08	941.3	53.17	2.33	2.33	677.08	63.45	58.19	55.11	52.93	51.24	49.85	48.69	47.67	46.78
55.5	16.90	53.32	900.8	52.80	2.70	2.70	687.50	63.56	58.31	55.23	53.05	51.35	49.97	48.80	47.79	46.89
55.8	17.53	53.12	931.2	53.08	2.72	2.72	697.92	63.68	58.42	55.34	53.16	51.46	50.08	48.91	47.90	47.00
55.8	15.31	43.62	668.02	52.06	3.74	3.74	708.33	63.79	58.53	55.45	53.27	51.58	50.19	49.02	48.01	47.12
56.9	17.75	39.92	708.50	53.17	3.73	3.73	718.75	63.90	58.64	55.56	53.38	51.68	50.30	49.13	48.12	47.22
57.2	13.72	52.37	718.6	51.22	5.98	5.98	729.17	64.00	58.75	55.67	53.49	51.79	50.41	49.24	48.23	47.33
57.3	13.87	47.42	657.9	51.31	5.99	5.99	739.58	64.11	58.85	55.77	53.59	51.90	50.52	49.35	48.33	47.44
58.1	20.68	36.22	748.99	54.33	3.77	3.77	750.00	64.22	58.96	55.88	53.70	52.00	50.62	49.45	48.44	47.54
58.2	15.41	49.27	759.1	52.10	6.10	6.10	760.42	64.32	59.06	55.98	53.80	52.11	50.72	49.55	48.54	47.65
58.2	24.28	32.52	789.47	55.55	2.65	2.65	770.83	64.42	59.16	56.08	53.90	52.21	50.82	49.66	48.64	47.75
58.5	15.97	43.72	698.4	52.38	6.12	6.12	781.25	64.52	59.26	56.19	54.00	52.31	50.93	49.76	48.74	47.85
59.3	27.40	28.82	789.47	56.47	2.83	2.83	791.67	64.62	59.36	56.28	54.10	52.41	51.02	49.85	48.84	47.95
59.3	34.00	16.37	556.7	58.11	1.19	1.19	802.08	64.72	59.46	56.38	54.20	52.51	51.12	49.95	48.94	48.05
59.5	18.46	40.02	738.9	53.47	6.03	6.03	812.50	64.82	59.56	56.48	54.30	52.60	51.22	50.05	49.04	48.14
59.7	17.51	46.25	809.7	53.07	6.63	6.63	822.92	64.91	59.65	56.57	54.39	52.70	51.31	50.15	49.13	48.24
59.9	19.39	43.33	840.1	53.85	6.05	6.05	833.33	65.00	59.75	56.67	54.49	52.79	51.41	50.24	49.23	48.33
60	23.77	37.89	900.8	55.39	4.61	4.61	843.75	65.10	59.84	56.76	54.58	52.89	51.50	50.33	49.32	48.43
60	31.24	25.11	784.41	57.46	2.54	2.54	854.17	65.19	59.93	56.85	54.67	52.98	51.59	50.42	49.41	48.52
60.1	21.47	40.53	870.4	54.62	5.48	5.48	864.58	65.28	60.02	56.94	54.76	53.07	51.68	50.52	49.50	48.61
60.7	36.40	21.41	779.35	58.63	2.07	2.07	875.00	65.37	60.11	57.03	54.85	53.16	51.77	50.61	49.59	48.70
60.8	25.43	35.43	900.8	55.90	4.90	4.90	885.42	65.46	60.20	57.12	54.94	53.25	51.86	50.69	49.68	48.79
60.9	21.46	36.32	779.4	54.62	6.28	6.28	895.83	65.55	60.29	57.21	55.03	53.33	51.95	50.78	49.77	48.87
61.9	46.31	17.70	819.84	60.45	1.45	1.45	906.25	65.63	60.37	57.30	55.11	53.42	52.04	50.87	49.85	48.96

62.1	33.91	28.36	961.5	58.09	4.01	4.01	916.67	65.72	60.46	57.38	55.20	53.51	52.12	50.95	49.94	49.05
62.1	32.48	29.60	961.5	57.76	4.34	4.34	927.08	65.80	60.54	57.47	55.29	53.59	52.21	51.04	50.03	49.13
62.1	30.46	31.23	951.4	57.27	4.83	4.83	937.50	65.89	60.63	57.55	55.37	53.68	52.29	51.12	50.11	49.22
62.1	27.90	33.19	926.1	56.61	5.49	5.49	947.92	65.97	60.71	57.63	55.45	53.76	52.38	51.21	50.19	49.30
62.4	25.14	32.61	819.8	55.82	6.58	6.58	958.33	66.05	60.79	57.72	55.53	53.84	52.46	51.29	50.27	49.38
62.6	29.41	28.91	850.2	57.01	5.59	5.59	968.75	66.13	60.87	57.80	55.62	53.92	52.54	51.37	50.36	49.46
62.8	32.93	25.20	830.0	57.87	4.93	4.93	979.17	66.21	60.95	57.88	55.70	54.00	52.62	51.45	50.44	49.54
63	51.78	17.79	921.1	61.30	1.70	1.70	989.58	66.29	61.03	57.96	55.77	54.08	52.70	51.53	50.52	49.62
63.8	42.38	21.50	910.9	59.78	4.02	4.02	1000.00	66.29	61.03	57.96	55.77	54.08	52.70	51.53	50.52	49.62

ANEXO 4 **MODELO ESTADÍSTICO Tseba(S) datos de la mañana**

Número de datos	138	Indice de correlación Tseba- S	0.91	R <sup>2</sup>	0.83	Desviación estándar( °C)	3.81	Intervalo de confianza (°C)	0.636	Ángulo de incidencia solar modelo estadístico						
Temperatura superficial medida	Nueva variable S=G/θ	Angulo incidencia solar calculado	Radiación solar medida	Modelo estadístico y T <sub>seba</sub> estimada Mañana Tseba(S)= 5.9331Ln(S) + 20.923	Residuos r	Valor absoluto residuos ABS r	Radiación solar del modelo estadístico G modelo	0°> θ <10°	θ=20°	θ=30°	θ=40°	θ=50°	θ=60°	θ=70°	θ=80°	θ=90°
Tseba	S	θ	G													
29.3	8.1	57.4	465.6	33.34	-4.04	4.04	7.25	19.01	14.90	12.49	10.79	9.46	8.38	7.47	6.67	5.98
30.0	4.8	61.0	293.5	30.25	-0.25	0.25	14.5	23.12	19.01	16.61	14.90	13.58	12.49	11.58	10.79	10.09
30.2	5.5	76.7	425.1	31.08	-0.88	0.88	21.7	25.53	21.42	19.01	17.31	15.98	14.90	13.98	13.19	12.49
30.8	5.3	72.6	384.6	30.82	-0.02	0.02	29.0	27.24	23.12	20.72	19.01	17.69	16.61	15.69	14.90	14.20
31.5	6.2	74.8	465.6	31.77	-0.27	0.27	36.2	28.56	24.45	22.04	20.34	19.01	17.93	17.02	16.22	15.52
31.6	8.7	70.7	617.4	33.78	-2.18	2.18	43.5	29.64	25.53	23.12	21.42	20.09	19.01	18.10	17.31	16.61
31.9	7.8	53.2	415.0	33.12	-1.22	1.22	50.7	30.56	26.44	24.04	22.33	21.01	19.93	19.01	18.22	17.52
32.2	7.2	72.9	526.3	32.65	-0.45	0.45	58.0	31.35	27.24	24.83	23.12	21.80	20.72	19.80	19.01	18.31
32.5	10.1	53.9	546.6	34.67	-2.17	2.17	65.2	32.05	27.94	25.53	23.82	22.50	21.42	20.50	19.71	19.01
32.6	8.4	71.0	597.2	33.56	-0.96	0.96	72.5	32.67	28.56	26.16	24.45	23.12	22.04	21.13	20.34	19.64
32.8	9.2	69.2	637.7	34.10	-1.30	1.30	79.7	33.24	29.13	26.72	25.01	23.69	22.61	21.69	20.90	20.20
32.8	9.5	68.9	652.8	34.27	-1.47	1.47	87.0	33.76	29.64	27.24	25.53	24.21	23.12	22.21	21.42	20.72
33.3	14.1	61.8	873.0	36.63	-3.33	3.33	94.2	34.23	30.12	27.71	26.01	24.68	23.60	22.68	21.89	21.19
33.4	10.1	67.4	678.1	34.62	-1.22	1.22	101.4	34.67	30.56	28.15	26.44	25.12	24.04	23.12	22.33	21.63
33.4	11.2	65.1	728.7	35.26	-1.86	1.86	108.7	35.08	30.97	28.56	26.85	25.53	24.45	23.53	22.74	22.04
33.5	11.3	52.6	597.2	35.33	-1.83	1.83	115.9	35.46	31.35	28.94	27.24	25.91	24.83	23.92	23.12	22.43
33.6	13.0	63.4	824.9	36.14	-2.54	2.54	123.2	35.82	31.71	29.30	27.60	26.27	25.19	24.28	23.48	22.79
33.6	11.5	49.3	566.8	35.42	-1.82	1.82	130.4	36.16	32.05	29.64	27.94	26.61	25.53	24.62	23.82	23.12
34.1	10.3	67.1	688.3	34.74	-0.64	0.64	137.7	36.48	32.37	29.96	28.26	26.93	25.85	24.94	24.14	23.45
34.2	17.9	45.2	809.0	38.04	-3.84	3.84	144.9	36.79	32.67	30.27	28.56	27.24	26.16	25.24	24.45	23.75
34.4	14.1	41.6	587.0	36.63	-2.23	2.23	152.2	37.08	32.96	30.56	28.85	27.53	26.44	25.53	24.74	24.04
34.4	9.4	65.4	617.4	34.25	0.15	0.15	159.4	37.35	33.24	30.83	29.13	27.80	26.72	25.81	25.01	24.32
34.5	13.8	27.1	374.5	36.51	-2.01	2.01	166.7	37.62	33.50	31.10	29.39	28.07	26.98	26.07	25.28	24.58

34.5	15.5	48.9	759.1	37.19	-2.69	2.69	173.9	37.87	33.76	31.35	29.64	28.32	27.24	26.32	25.53	24.83
34.6	10.0	65.7	657.9	34.59	0.01	0.01	181.2	38.11	34.00	31.59	29.88	28.56	27.48	26.56	25.77	25.07
34.6	18.4	24.2	445.3	38.21	-3.61	3.61	188.4	38.34	34.23	31.82	30.12	28.79	27.71	26.80	26.01	25.31
34.6	13.7	49.5	678.1	36.45	-1.85	1.85	195.7	38.57	34.45	32.05	30.34	29.02	27.94	27.02	26.23	25.53
34.8	20.5	41.5	850.0	38.84	-4.04	4.04	202.9	38.78	34.67	32.26	30.56	29.23	28.15	27.24	26.44	25.75
34.9	23.7	37.8	897.0	39.71	-4.81	4.81	210.1	38.99	34.88	32.47	30.77	29.44	28.36	27.45	26.65	25.95
35.0	12.3	50.3	617.4	35.80	-0.80	0.80	217.4	39.19	35.08	32.67	30.97	29.64	28.56	27.65	26.85	26.16
35.3	12.0	64.0	769.2	35.67	-0.37	0.37	224.6	39.39	35.27	32.87	31.16	29.84	28.76	27.84	27.05	26.35
35.5	15.2	45.3	688.3	37.07	-1.57	1.57	231.9	39.57	35.46	33.06	31.35	30.03	28.94	28.03	27.24	26.54
35.5	11.3	63.7	718.6	35.30	0.20	0.20	239.1	39.76	35.64	33.24	31.53	30.21	29.13	28.21	27.42	26.72
35.7	14.5	46.8	678.1	36.79	-1.09	1.09	246.4	39.93	35.82	33.42	31.71	30.39	29.30	28.39	27.60	26.90
35.8	13.8	45.6	627.5	36.48	-0.68	0.68	253.6	40.11	35.99	33.59	31.88	30.56	29.48	28.56	27.77	27.07
36.3	16.8	37.9	637.7	37.67	-1.37	1.37	260.9	40.27	36.16	33.76	32.05	30.72	29.64	28.73	27.94	27.24
36.4	15.3	60.4	921.1	37.09	-0.69	0.69	268.1	40.44	36.32	33.92	32.21	30.89	29.81	28.89	28.10	27.40
36.5	13.0	62.5	809.7	36.12	0.38	0.38	275.4	40.59	36.48	34.08	32.37	31.05	29.96	29.05	28.26	27.56
36.7	15.0	45.9	688.3	36.99	-0.29	0.29	282.6	40.75	36.64	34.23	32.52	31.20	30.12	29.20	28.41	27.71
36.8	13.5	62.2	840.1	36.37	0.43	0.43	289.9	40.90	36.79	34.38	32.67	31.35	30.27	29.35	28.56	27.86
37.0	15.7	43.2	678.1	37.26	-0.26	0.26	297.1	41.05	36.93	34.53	32.82	31.50	30.41	29.50	28.71	28.01
37.2	13.9	61.0	850.2	36.55	0.65	0.65	304.3	41.19	37.08	34.67	32.96	31.64	30.56	29.64	28.85	28.15
37.4	16.6	42.0	698.4	37.60	-0.20	0.20	311.6	41.33	37.22	34.81	33.10	31.78	30.70	29.78	28.99	28.29
37.5	13.4	59.6	799.6	36.32	1.18	1.18	318.8	41.46	37.35	34.95	33.24	31.92	30.83	29.92	29.13	28.43
37.7	13.8	60.7	840.1	36.51	1.19	1.19	326.1	41.60	37.48	35.08	33.37	32.05	30.97	30.05	29.26	28.56
37.9	17.4	42.4	738.9	37.88	0.02	0.02	333.3	41.73	37.62	35.21	33.50	32.18	31.10	30.18	29.39	28.69
37.9	19.0	36.1	688.3	38.41	-0.51	0.51	340.6	41.86	37.74	35.34	33.63	32.31	31.22	30.31	29.52	28.82
38.0	14.4	58.4	840.1	36.74	1.26	1.26	347.8	41.98	37.87	35.46	33.76	32.43	31.35	30.43	29.64	28.94
38.1	18.1	39.7	718.6	38.11	-0.01	0.01	355.1	42.10	37.99	35.58	33.88	32.55	31.47	30.56	29.77	29.07
38.1	19.3	53.6	1032.4	38.48	-0.38	0.38	362.3	42.22	38.11	35.70	34.00	32.67	31.59	30.68	29.88	29.19
38.2	17.6	42.3	743.9	37.93	0.27	0.27	369.6	42.34	38.23	35.82	34.11	32.79	31.71	30.79	30.00	29.30
38.3	18.7	34.2	637.7	38.28	0.02	0.02	376.8	42.46	38.34	35.94	34.23	32.91	31.82	30.91	30.12	29.42
38.3	16.0	59.0	946.4	37.39	0.91	0.91	384.1	42.57	38.46	36.05	34.34	33.02	31.94	31.02	30.23	29.53
38.3	27.0	34.1	921.1	40.48	-2.18	2.18	391.3	42.68	38.57	36.16	34.45	33.13	32.05	31.13	30.34	29.64
38.7	19.1	39.7	759.1	38.44	0.26	0.26	398.6	42.79	38.68	36.27	34.56	33.24	32.16	31.24	30.45	29.75
38.7	14.3	59.3	850.2	36.72	1.98	1.98	405.8	42.89	38.78	36.38	34.67	33.35	32.26	31.35	30.56	29.86

38.8	15.3	58.0	890.7	37.13	1.62	1.62	413.0	43.00	38.89	36.48	34.77	33.45	32.37	31.45	30.66	29.96
38.8	16.4	56.9	931.2	37.51	1.29	1.29	420.3	43.10	38.99	36.58	34.88	33.55	32.47	31.56	30.77	30.07
39.0	19.9	38.7	771.8	38.67	0.28	0.28	427.5	43.20	39.09	36.69	34.98	33.66	32.57	31.66	30.87	30.17
39.1	15.9	57.2	910.9	37.34	1.76	1.76	434.8	43.30	39.19	36.79	35.08	33.76	32.67	31.76	30.97	30.27
39.3	16.6	57.7	959.0	37.60	1.65	1.65	442.0	43.40	39.29	36.88	35.18	33.85	32.77	31.86	31.06	30.37
39.3	17.4	55.8	971.7	37.87	1.43	1.43	449.3	43.50	39.39	36.98	35.27	33.95	32.87	31.95	31.16	30.46
39.5	24.0	21.5	516.2	39.78	-0.28	0.28	456.5	43.59	39.48	37.08	35.37	34.04	32.96	32.05	31.26	30.56
39.5	19.8	38.4	759.1	38.63	0.87	0.87	463.8	43.69	39.57	37.17	35.46	34.14	33.06	32.14	31.35	30.65
39.6	18.1	54.9	991.9	38.09	1.46	1.46	471.0	43.78	39.67	37.26	35.55	34.23	33.15	32.23	31.44	30.74
39.7	22.7	35.2	799.6	39.45	0.25	0.25	478.3	43.87	39.76	37.35	35.64	34.32	33.24	32.32	31.53	30.83
39.7	17.1	56.5	965.3	37.76	1.96	1.96	485.5	43.96	39.85	37.44	35.73	34.41	33.33	32.41	31.62	30.92
39.8	25.6	30.5	779.4	40.16	-0.36	0.36	492.8	44.05	39.93	37.53	35.82	34.50	33.42	32.50	31.71	31.01
39.8	29.0	30.4	880.6	40.89	-1.09	1.09	500.0	44.13	40.02	37.62	35.91	34.58	33.50	32.59	31.80	31.10
39.8	18.7	54.2	1012.1	38.29	1.51	1.51	507.2	44.22	40.11	37.70	35.99	34.67	33.59	32.67	31.88	31.18
40.0	17.5	55.5	968.5	37.89	2.07	2.07	514.5	44.30	40.19	37.78	36.08	34.75	33.67	32.76	31.97	31.27
40.0	16.6	56.2	931.2	37.58	2.42	2.42	521.7	44.39	40.27	37.87	36.16	34.84	33.76	32.84	32.05	31.35
40.1	17.8	54.6	970.1	38.00	2.08	2.08	529.0	44.47	40.36	37.95	36.24	34.92	33.84	32.92	32.13	31.43
40.2	18.1	53.8	971.7	38.09	2.11	2.11	536.2	44.55	40.44	38.03	36.32	35.00	33.92	33.00	32.21	31.51
40.3	21.6	37.1	799.6	39.14	1.16	1.16	543.5	44.63	40.52	38.11	36.40	35.08	34.00	33.08	32.29	31.59
40.4	18.4	53.2	976.7	38.19	2.21	2.21	550.7	44.71	40.59	38.19	36.48	35.16	34.08	33.16	32.37	31.67
40.5	26.3	31.7	835.0	40.33	0.12	0.12	558.0	44.78	40.67	38.27	36.56	35.24	34.15	33.24	32.45	31.75
40.5	29.6	29.1	860.3	41.01	-0.51	0.51	565.2	44.86	40.75	38.34	36.64	35.31	34.23	33.32	32.52	31.82
40.5	29.5	26.8	789.5	41.00	-0.50	0.50	572.5	44.94	40.82	38.42	36.71	35.39	34.31	33.39	32.60	31.90
40.7	28.5	19.2	546.6	40.81	-0.11	0.11	579.7	45.01	40.90	38.49	36.79	35.46	34.38	33.47	32.67	31.97
40.8	23.3	32.6	759.1	39.60	1.20	1.20	587.0	45.08	40.97	38.57	36.86	35.54	34.45	33.54	32.75	32.05
40.8	30.2	28.3	852.7	41.14	-0.31	0.31	594.2	45.16	41.05	38.64	36.93	35.61	34.53	33.61	32.82	32.12
40.9	32.6	26.7	870.4	41.59	-0.69	0.69	601.4	45.23	41.12	38.71	37.00	35.68	34.60	33.68	32.89	32.19
41.0	16.8	55.3	931.2	37.68	3.32	3.32	608.7	45.30	41.19	38.78	37.08	35.75	34.67	33.76	32.96	32.26
41.1	28.6	32.9	941.3	40.81	0.29	0.29	615.9	45.37	41.26	38.85	37.15	35.82	34.74	33.83	33.03	32.33
41.2	35.0	24.9	870.4	42.01	-0.81	0.81	623.2	45.44	41.33	38.92	37.22	35.89	34.81	33.89	33.10	32.40
41.5	23.9	34.7	830.0	39.76	1.74	1.74	630.4	45.51	41.40	38.99	37.28	35.96	34.88	33.96	33.17	32.47
41.5	17.4	54.6	951.4	37.88	3.62	3.62	637.7	45.58	41.46	39.06	37.35	36.03	34.95	34.03	33.24	32.54
41.5	35.1	23.1	809.7	42.04	-0.54	0.54	644.9	45.64	41.53	39.13	37.42	36.09	35.01	34.10	33.31	32.61



41.5	30.9	29.8	921.1	41.29	0.21	0.21	652.2	45.71	41.60	39.19	37.48	36.16	35.08	34.16	33.37	32.67
41.6	22.9	34.8	799.6	39.51	2.09	2.09	659.4	45.78	41.66	39.26	37.55	36.23	35.14	34.23	33.44	32.74
41.7	26.3	36.2	951.4	40.32	1.38	1.38	666.7	45.84	41.73	39.32	37.62	36.29	35.21	34.29	33.50	32.80
41.8	17.8	53.9	961.5	38.01	3.79	3.79	673.9	45.90	41.79	39.39	37.68	36.36	35.27	34.36	33.57	32.87
41.9	27.4	32.5	890.7	40.56	1.34	1.34	681.2	45.97	41.86	39.45	37.74	36.42	35.34	34.42	33.63	32.93
42.0	35.1	17.3	607.3	42.04	-0.04	0.04	688.4	46.03	41.92	39.51	37.81	36.48	35.40	34.49	33.69	32.99
42.2	34.5	26.7	921.1	41.93	0.27	0.27	695.7	46.09	41.98	39.57	37.87	36.54	35.46	34.55	33.76	33.06
42.2	38.7	23.0	890.7	42.62	-0.42	0.42	702.9	46.15	42.04	39.64	37.93	36.61	35.52	34.61	33.82	33.12
42.3	22.4	42.9	961.5	39.37	2.93	2.93	710.1	46.22	42.10	39.70	37.99	36.67	35.58	34.67	33.88	33.18
42.4	43.4	19.4	840.1	43.29	-0.89	0.89	717.4	46.28	42.16	39.76	38.05	36.73	35.64	34.73	33.94	33.24
42.4	44.9	15.6	698.4	43.49	-1.09	1.09	724.6	46.33	42.22	39.82	38.11	36.79	35.70	34.79	34.00	33.30
42.6	41.8	21.7	905.9	43.07	-0.52	0.52	731.9	46.39	42.28	39.88	38.17	36.85	35.76	34.85	34.06	33.36
42.7	41.0	16.0	657.9	42.96	-0.26	0.26	739.1	46.45	42.34	39.93	38.23	36.90	35.82	34.91	34.11	33.42
42.7	46.3	15.9	738.9	43.68	-0.98	0.98	746.4	46.51	42.40	39.99	38.29	36.96	35.88	34.97	34.17	33.47
42.8	29.0	30.7	890.7	40.91	1.89	1.89	753.6	46.57	42.46	40.05	38.34	37.02	35.94	35.02	34.23	33.53
42.9	24.3	39.5	961.5	39.86	3.04	3.04	760.9	46.62	42.51	40.11	38.40	37.08	35.99	35.08	34.29	33.59
42.9	48.8	19.3	941.3	43.99	-1.09	1.09	768.1	46.68	42.57	40.16	38.46	37.13	36.05	35.14	34.34	33.64
42.9	33.3	27.8	926.1	41.71	1.19	1.19	775.4	46.74	42.62	40.22	38.51	37.19	36.11	35.19	34.40	33.70
43.0	36.5	23.9	870.4	42.26	0.74	0.74	782.6	46.79	42.68	40.27	38.57	37.24	36.16	35.25	34.45	33.76
43.0	28.1	31.3	880.6	40.72	2.28	2.28	789.9	46.85	42.73	40.33	38.62	37.30	36.22	35.30	34.51	33.81
43.2	49.6	18.6	923.6	44.08	-0.86	0.86	797.1	46.90	42.79	40.38	38.68	37.35	36.27	35.36	34.56	33.86
43.4	53.7	15.7	840.1	44.55	-1.15	1.15	804.3	46.95	42.84	40.44	38.73	37.41	36.32	35.41	34.62	33.92
43.4	83.7	11.6	971.7	47.19	-3.79	3.79	811.6	47.01	42.89	40.49	38.78	37.46	36.38	35.46	34.67	33.97
43.5	79.8	12.1	964.1	46.91	-3.38	3.38	818.8	47.06	42.95	40.54	38.84	37.51	36.43	35.51	34.72	34.02
43.6	40.5	21.2	860.3	42.89	0.71	0.71	826.1	47.11	43.00	40.59	38.89	37.56	36.48	35.57	34.77	34.08
43.7	70.3	13.6	956.5	46.16	-2.51	2.51	833.3	47.16	43.05	40.65	38.94	37.62	36.53	35.62	34.83	34.13
43.7	44.4	18.9	840.1	43.43	0.27	0.27	840.6	47.22	43.10	40.70	38.99	37.67	36.58	35.67	34.88	34.18
43.9	59.3	15.9	941.3	45.14	-1.24	1.24	847.8	47.27	43.15	40.75	39.04	37.72	36.64	35.72	34.93	34.23
44.0	34.3	25.6	880.6	41.90	2.10	2.10	855.1	47.32	43.20	40.80	39.09	37.77	36.69	35.77	34.98	34.28
44.0	59.8	15.6	931.2	45.19	-1.19	1.19	862.3	47.37	43.25	40.85	39.14	37.82	36.74	35.82	35.03	34.33
44.1	31.6	29.2	921.1	41.41	2.69	2.69	869.6	47.42	43.30	40.90	39.19	37.87	36.79	35.87	35.08	34.38
44.3	75.4	11.9	900.8	46.57	-2.27	2.27	876.8	47.47	43.35	40.95	39.24	37.92	36.84	35.92	35.13	34.43
44.4	33.2	28.1	931.2	41.70	2.70	2.70	884.1	47.51	43.40	41.00	39.29	37.97	36.88	35.97	35.18	34.48

44.6	80.1	11.9	951.4	46.93	-2.33	2.33	891.3	47.56	43.45	41.05	39.34	38.01	36.93	36.02	35.23	34.53
44.9	46.7	17.1	799.6	43.73	1.17	1.17	898.6	47.61	43.50	41.09	39.39	38.06	36.98	36.07	35.27	34.57
45.0	34.4	27.4	941.3	41.91	3.09	3.09	905.8	47.66	43.55	41.14	39.43	38.11	37.03	36.11	35.32	34.62
45.0	39.6	22.2	880.6	42.75	2.25	2.25	913.0	47.71	43.59	41.19	39.48	38.16	37.08	36.16	35.37	34.67
45.3	39.7	24.5	971.7	42.77	2.53	2.53	920.3	47.75	43.64	41.23	39.53	38.20	37.12	36.21	35.42	34.72
45.5	44.5	21.2	941.3	43.44	2.06	2.06	927.5	47.80	43.69	41.28	39.57	38.25	37.17	36.25	35.46	34.76
45.6	59.5	15.6	931.2	45.17	0.43	0.43	934.8	47.85	43.73	41.33	39.62	38.30	37.22	36.30	35.51	34.81
45.9	34.9	27.2	951.4	42.01	3.89	3.89	942.0	47.89	43.78	41.37	39.67	38.34	37.26	36.35	35.55	34.86
46.1	49.3	18.9	931.2	44.05	2.05	2.05	949.3	47.94	43.82	41.42	39.71	38.39	37.31	36.39	35.60	34.90
46.6	34.9	27.6	961.5	42.00	4.60	4.60	956.5	47.98	43.87	41.46	39.76	38.43	37.35	36.44	35.64	34.95
47.1	52.1	18.1	941.3	44.38	2.72	2.72	963.8	48.03	43.91	41.51	39.80	38.48	37.40	36.48	35.69	34.99
47.1	76.0	12.9	981.8	46.62	0.48	0.48	971.0	48.07	43.96	41.55	39.85	38.52	37.44	36.53	35.73	35.04
47.2	74.5	12.6	941.3	46.50	0.70	0.70	978.3	48.12	44.00	41.60	39.89	38.57	37.48	36.57	35.78	35.08
47.6	83.9	11.3	951.4	47.20	0.40	0.40	985.5	48.16	44.05	41.64	39.93	38.61	37.53	36.61	35.82	35.12
47.8	93.8	10.0	941.3	47.86	-0.06	0.06	992.8	48.20	44.09	41.68	39.98	38.65	37.57	36.66	35.87	35.17
48.1	66.4	15.3	1012.1	45.81	2.29	2.29	1000.0	48.25	44.13	41.73	40.02	38.70	37.62	36.70	35.91	35.21

**ANEXO 4 MODELO ESTADÍSTICO Tseba (S) datos de la tarde**

Número de datos	97	Indice de correlación Tseba-Tseba(s)	0.89	R <sup>2</sup>	0.80	Desviación estándar(°C)	3.83	Intervalo de confianza (°C)	0.76	Ángulo de incidencia solar modelo estadístico						
Temperatura superficial medida	Nueva variable S=G/θ	Angulo incidencia solar calculado	Radiación solar medida	Modelo estadístico y Tsera estimada	Residuos	Valor absoluto residuos	Radiación solar del modelo estadístico									
Tseba	S	θ	G	$T_{seba(S)} = 4.3145Ln(S) + 29.615$	r	ABS r	G modelo	0° > θ < 10°	θ=20°	θ=30°	θ=40°	θ=50°	θ=60°	θ=70°	θ=80°	θ=90°
30.4	0.9	82.0	70.9	28.99	1.44	1.44	10.31	29.75	26.76	25.01	23.77	22.80	22.02	21.35	20.77	20.27
31.2	1.3	78.7	101.2	30.70	0.45	0.45	20.62	32.74	29.75	28.00	26.76	25.79	25.01	24.34	23.77	23.26
31.5	0.8	74.3	60.7	28.74	2.76	2.76	30.93	34.49	31.50	29.75	28.51	27.54	26.76	26.09	25.51	25.01
32.4	2.1	71.0	146.8	32.75	-0.40	0.40	41.24	35.73	32.74	30.99	29.75	28.78	28.00	27.33	26.76	26.25
32.6	1.7	75.4	131.6	32.02	0.58	0.58	51.55	36.69	33.70	31.95	30.71	29.75	28.96	28.29	27.72	27.21
33.2	2.5	72.1	179.7	33.55	-0.38	0.38	61.86	37.48	34.49	32.74	31.50	30.53	29.75	29.08	28.51	28.00
33.2	3.4	69.2	232.8	34.85	-1.65	1.65	72.16	38.14	35.15	33.40	32.16	31.20	30.41	29.75	29.17	28.66
33.5	4.2	67.4	283.4	35.81	-2.36	2.36	82.47	38.72	35.73	33.98	32.74	31.77	30.99	30.32	29.75	29.24
33.8	3.3	68.8	227.7	34.78	-1.03	1.03	92.78	39.23	36.24	34.49	33.25	32.28	31.50	30.83	30.25	29.75
34.9	4.9	65.5	323.9	36.51	-1.61	1.61	103.09	39.68	36.69	34.94	33.70	32.74	31.95	31.29	30.71	30.20
35.4	6.4	62.1	394.7	37.59	-2.19	2.19	113.40	40.09	37.10	35.35	34.11	33.15	32.36	31.70	31.12	30.61
35.4	6.5	64.0	415.0	37.68	-2.28	2.28	123.71	40.47	37.48	35.73	34.49	33.52	32.74	32.07	31.50	30.99
35.8	7.6	62.4	475.7	38.38	-2.58	2.58	134.02	40.81	37.82	36.07	34.83	33.87	33.08	32.42	31.84	31.33
36.3	3.7	78.9	293.5	35.28	1.02	1.02	144.33	41.13	38.14	36.39	35.15	34.19	33.40	32.74	32.16	31.65
36.3	11.0	74.3	819.8	39.98	-3.68	3.68	154.64	41.43	38.44	36.69	35.45	34.49	33.70	33.03	32.46	31.95
36.7	7.8	58.4	455.5	38.48	-1.78	1.78	164.95	41.71	38.72	36.97	35.73	34.76	33.98	33.31	32.74	32.23
36.9	11.1	58.1	647.8	40.02	-3.12	3.12	175.26	41.97	38.98	37.23	35.99	35.03	34.24	33.57	33.00	32.49
37.0	12.0	70.8	850.2	40.34	-3.34	3.34	185.57	42.22	39.23	37.48	36.24	35.27	34.49	33.82	33.25	32.74
37.1	4.6	75.5	344.1	36.16	0.94	0.94	195.88	42.45	39.46	37.71	36.47	35.51	34.72	34.05	33.48	32.97
37.2	9.1	54.7	496.0	39.13	-1.93	1.93	206.19	42.67	39.68	37.93	36.69	35.73	34.94	34.28	33.70	33.19
37.4	6.1	66.4	404.9	37.41	-0.01	0.01	216.49	42.88	39.89	38.14	36.90	35.94	35.15	34.49	33.91	33.40

37.8	10.2	51.0	521.3	39.64	-1.84	1.84	226.80	43.08	40.09	38.34	37.10	36.14	35.35	34.69	34.11	33.60
37.8	12.3	56.9	698.4	40.43	-2.63	2.63	237.11	43.27	40.28	38.53	37.29	36.33	35.54	34.88	34.30	33.79
37.9	5.5	72.1	394.7	36.95	0.95	0.95	247.42	43.46	40.47	38.72	37.48	36.51	35.73	35.06	34.49	33.98
37.9	6.6	64.7	430.2	37.79	0.11	0.11	257.73	43.63	40.64	38.89	37.65	36.69	35.90	35.24	34.66	34.15
38.3	13.6	55.8	759.1	40.88	-2.58	2.58	268.04	43.80	40.81	39.06	37.82	36.86	36.07	35.41	34.83	34.32
38.7	15.7	54.9	860.3	41.49	-2.79	2.79	278.35	43.97	40.98	39.23	37.99	37.02	36.24	35.57	34.99	34.49
38.8	13.2	67.2	890.7	40.76	-1.96	1.96	288.66	44.12	41.13	39.38	38.14	37.18	36.39	35.73	35.15	34.64
39.2	15.7	54.0	850.2	41.50	-2.30	2.30	298.97	44.27	41.28	39.53	38.29	37.33	36.54	35.88	35.30	34.79
39.3	6.8	68.7	465.6	37.87	1.43	1.43	309.28	44.42	41.43	39.68	38.44	37.48	36.69	36.03	35.45	34.94
39.3	7.2	63.1	455.5	38.14	1.16	1.16	319.59	44.56	41.57	39.82	38.58	37.62	36.83	36.17	35.59	35.08
39.3	14.3	63.7	910.9	41.09	-1.79	1.79	329.90	44.70	41.71	39.96	38.72	37.76	36.97	36.30	35.73	35.22
39.5	11.5	47.3	546.6	40.17	-0.67	0.67	340.21	44.83	41.84	40.09	38.85	37.89	37.10	36.44	35.86	35.35
39.6	18.7	53.1	991.9	42.24	-2.64	2.64	350.52	44.96	41.97	40.22	38.98	38.02	37.23	36.57	35.99	35.48
39.8	16.5	52.9	870.4	41.70	-1.90	1.90	360.82	45.09	42.10	40.35	39.10	38.14	37.36	36.69	36.11	35.61
40.0	8.9	61.6	551.6	39.07	0.93	0.93	371.13	45.21	42.22	40.47	39.23	38.26	37.48	36.81	36.24	35.73
40.1	15.5	60.2	931.2	41.43	-1.33	1.33	381.44	45.33	42.34	40.59	39.34	38.38	37.60	36.93	36.35	35.85
40.2	7.9	65.4	516.2	38.53	1.67	1.67	391.75	45.44	42.45	40.70	39.46	38.50	37.71	37.05	36.47	35.96
40.2	10.8	60.2	647.8	39.86	0.34	0.34	402.06	45.55	42.56	40.81	39.57	38.61	37.82	37.16	36.58	36.07
40.2	17.0	52.5	890.7	41.83	-1.63	1.63	412.37	45.66	42.67	40.92	39.68	38.72	37.93	37.27	36.69	36.18
40.2	19.9	52.8	1052.6	42.52	-2.32	2.32	422.68	45.77	42.78	41.03	39.79	38.82	38.04	37.37	36.80	36.29
40.3	16.3	53.4	870.4	41.66	-1.36	1.36	432.99	45.87	42.88	41.13	39.89	38.93	38.14	37.48	36.90	36.39
40.3	7.1	61.2	435.2	38.08	2.22	2.22	443.30	45.97	42.98	41.23	39.99	39.03	38.24	37.58	37.00	36.49
40.4	11.7	58.9	688.3	40.22	0.18	0.18	453.61	46.07	43.08	41.33	40.09	39.13	38.34	37.68	37.10	36.59
40.5	17.8	52.3	931.2	42.04	-1.54	1.54	463.92	46.17	43.18	41.43	40.19	39.23	38.44	37.77	37.20	36.69
40.6	15.3	43.6	668.0	41.39	-0.79	0.79	474.23	46.27	43.27	41.53	40.28	39.32	38.53	37.87	37.29	36.79
40.6	18.6	52.7	981.8	42.23	-1.63	1.63	484.54	46.36	43.37	41.62	40.38	39.41	38.63	37.96	37.39	36.88
40.7	18.6	52.4	976.7	42.23	-1.53	1.53	494.85	46.45	43.46	41.71	40.47	39.50	38.72	38.05	37.48	36.97
40.8	18.6	52.3	971.7	42.22	-1.42	1.42	505.15	46.54	43.55	41.80	40.56	39.59	38.81	38.14	37.57	37.06
40.8	16.6	56.7	941.3	41.74	-0.94	0.94	515.46	46.62	43.63	41.88	40.64	39.68	38.89	38.23	37.65	37.14
41.1	9.1	62.0	566.8	39.16	1.94	1.94	525.77	46.71	43.72	41.97	40.73	39.77	38.98	38.31	37.74	37.23
41.2	16.4	53.7	880.6	41.69	-0.49	0.49	536.08	46.79	43.80	42.05	40.81	39.85	39.06	38.40	37.82	37.31
41.2	17.7	39.9	708.5	42.02	-0.82	0.82	546.39	46.88	43.89	42.14	40.90	39.93	39.15	38.48	37.90	37.40

41.2	19.3	49.7	961.5	42.39	-1.19	1.19	556.70	46.96	43.97	42.22	40.98	40.01	39.23	38.56	37.99	37.48
41.3	12.6	57.7	728.7	40.56	0.74	0.74	567.01	47.04	44.05	42.30	41.05	40.09	39.31	38.64	38.06	37.56
41.5	15.9	54.2	860.3	41.54	-0.04	0.04	577.32	47.11	44.12	42.37	41.13	40.17	39.38	38.72	38.14	37.63
41.6	15.1	54.9	830.0	41.34	0.26	0.26	587.63	47.19	44.20	42.45	41.21	40.25	39.46	38.79	38.22	37.71
41.6	20.7	36.2	749.0	42.68	-1.08	1.08	597.94	47.27	44.27	42.53	41.28	40.32	39.53	38.87	38.29	37.79
41.7	14.4	55.7	799.6	41.11	0.59	0.59	608.25	47.34	44.35	42.60	41.36	40.40	39.61	38.94	38.37	37.86
41.8	10.0	57.5	576.9	39.56	2.24	2.24	618.56	47.41	44.42	42.67	41.43	40.47	39.68	39.02	38.44	37.93
41.9	14.1	50.2	708.5	41.03	0.87	0.87	628.87	47.48	44.49	42.74	41.50	40.54	39.75	39.09	38.51	38.00
42.0	10.5	58.8	617.4	39.76	2.24	2.24	639.18	47.55	44.56	42.81	41.57	40.61	39.82	39.16	38.58	38.07
42.1	18.0	53.5	961.5	42.08	0.02	0.02	649.48	47.62	44.63	42.88	41.64	40.68	39.89	39.23	38.65	38.14
42.1	13.9	56.6	789.5	40.98	1.12	1.12	659.79	47.69	44.70	42.95	41.71	40.75	39.96	39.29	38.72	38.21
42.2	24.3	32.5	789.5	43.38	-1.18	1.18	670.10	47.76	44.77	43.02	41.78	40.81	40.03	39.36	38.79	38.28
42.4	17.9	53.2	951.4	42.06	0.34	0.34	680.41	47.82	44.83	43.08	41.84	40.88	40.09	39.43	38.85	38.34
42.4	16.9	53.3	900.8	41.81	0.59	0.59	690.72	47.89	44.90	43.15	41.91	40.94	40.16	39.49	38.92	38.41
42.4	20.8	46.3	961.5	42.70	-0.30	0.30	701.03	47.95	44.96	43.21	41.97	41.01	40.22	39.56	38.98	38.47
42.7	12.2	55.5	678.1	40.41	2.29	2.29	711.34	48.01	45.02	43.27	42.03	41.07	40.28	39.62	39.04	38.53
42.7	17.7	53.1	941.3	42.02	0.68	0.68	721.65	48.08	45.09	43.34	42.10	41.13	40.35	39.68	39.10	38.60
42.9	31.2	25.1	784.4	44.46	-1.61	1.61	731.96	48.14	45.15	43.40	42.16	41.19	40.41	39.74	39.17	38.66
43.0	17.5	53.1	931.2	41.97	1.03	1.03	742.27	48.20	45.21	43.46	42.22	41.25	40.47	39.80	39.23	38.72
43.0	13.5	53.9	728.7	40.85	2.15	2.15	752.58	48.26	45.27	43.52	42.28	41.31	40.53	39.86	39.29	38.78
43.3	13.7	52.4	718.6	40.91	2.39	2.39	762.89	48.32	45.33	43.58	42.34	41.37	40.59	39.92	39.34	38.84
44.1	15.4	49.3	759.1	41.41	2.69	2.69	773.20	48.37	45.38	43.63	42.39	41.43	40.64	39.98	39.40	38.89
44.2	36.4	21.4	779.4	45.12	-0.92	0.92	783.51	48.43	45.44	43.69	42.45	41.49	40.70	40.04	39.46	38.95
44.3	46.3	17.7	819.8	46.16	-1.86	1.86	793.81	48.49	45.50	43.75	42.51	41.54	40.76	40.09	39.52	39.01
44.3	16.1	46.6	749.0	41.60	2.70	2.70	804.12	48.54	45.55	43.80	42.56	41.60	40.81	40.15	39.57	39.06
44.5	61.1	14.0	855.0	47.36	-2.86	2.86	814.43	48.60	45.61	43.86	42.62	41.65	40.87	40.20	39.63	39.12
45.0	17.5	46.2	809.7	41.97	3.03	3.03	824.74	48.65	45.66	43.91	42.67	41.71	40.92	40.26	39.68	39.17
45.2	19.4	43.3	840.1	42.41	2.79	2.79	835.05	48.71	45.72	43.97	42.73	41.76	40.98	40.31	39.73	39.23
45.6	23.8	37.9	900.8	43.29	2.31	2.31	845.36	48.76	45.77	44.02	42.78	41.82	41.03	40.36	39.79	39.28
45.7	86.5	10.3	890.7	48.86	-3.16	3.16	855.67	48.81	45.82	44.07	42.83	41.87	41.08	40.42	39.84	39.33
45.7	17.9	43.0	769.2	42.06	3.64	3.64	865.98	48.86	45.87	44.12	42.88	41.92	41.13	40.47	39.89	39.38
45.8	21.5	40.5	870.4	42.85	2.95	2.95	876.29	48.91	45.92	44.17	42.93	41.97	41.18	40.52	39.94	39.43



ANEXO 4 MODELO ESTADÍSTICO Tsere(S) datos de la mañana

Número de datos	138	Indice de correlación Tsere-Tsere(S)	0.92	R <sup>2</sup>	0.85	Desviación estándar (°C)	7.00	Intervalo de confianza (°C)	1.2								
Temperatura superficial medida	Nueva variable S=G/θ	Angulo incidencia solar calculado	Radiación solar medida	Modelo estadístico y Tsere estimada	Residuos	Valor absoluto residuos	Radiación solar del modelo estadístico	Ángulo de incidencia solar modelo estadístico									
Tsere	S	θ	G	T <sub>sere(S)</sub> =10.14 6Ln(S) + 15.163	r	ABS r	G modelo	θ=5°	θ=10°	θ=20°	θ=30°	θ=40°	θ=50°	θ=60°	θ=70°	θ=80°	θ=90°
30.0	4.8	61.0	293.5	31.11	-1.11	1.11	7.25	18.73	11.90	4.86	0.75	-2.17	-4.43	-6.28	-7.85	-9.20	-10.40
31.7	8.1	57.4	465.6	36.40	-4.70	4.70	14.49	25.38	18.93	11.90	7.78	4.86	2.60	0.75	-0.82	-2.17	-3.37
32.7	5.3	72.6	384.6	32.08	0.62	0.62	21.74	29.28	23.04	16.01	11.90	8.98	6.71	4.86	3.30	1.94	0.75
32.7	5.5	76.7	425.1	32.54	0.16	0.16	28.99	32.04	25.96	18.93	14.81	11.90	9.63	7.78	6.22	4.86	3.67
33.5	6.2	74.8	465.6	33.72	-0.22	0.22	36.23	34.19	28.22	21.19	17.08	14.16	11.90	10.05	8.48	7.13	5.93
33.8	7.2	72.9	526.3	35.22	-1.42	1.42	43.48	35.94	30.07	23.04	18.93	16.01	13.74	11.90	10.33	8.98	7.78
34.3	7.8	53.2	415.0	36.01	-1.71	1.71	50.72	37.42	31.64	24.61	20.49	17.57	15.31	13.46	11.90	10.54	9.35
34.4	8.7	70.7	617.4	37.15	-2.75	2.75	57.97	38.70	32.99	25.96	21.85	18.93	16.66	14.81	13.25	11.90	10.70
35.0	10.1	53.9	546.6	38.67	-3.67	3.67	65.22	39.83	34.19	27.16	23.04	20.12	17.86	16.01	14.44	13.09	11.90
35.1	8.4	71.0	597.2	36.77	-1.67	1.67	72.46	40.84	35.26	28.22	24.11	21.19	18.93	17.08	15.51	14.16	12.96
35.5	9.2	69.2	637.7	37.70	-2.20	2.20	79.71	41.76	36.22	29.19	25.08	22.16	19.89	18.04	16.48	15.13	13.93
35.9	10.1	67.4	678.1	38.59	-2.69	2.69	86.96	42.59	37.11	30.07	25.96	23.04	20.78	18.93	17.36	16.01	14.81
36.1	9.5	68.9	652.8	37.98	-1.88	1.88	94.20	43.36	37.92	30.89	26.77	23.85	21.59	19.74	18.18	16.82	15.63
36.3	10.0	65.7	657.9	38.54	-2.24	2.24	101.45	44.08	38.67	31.64	27.52	24.61	22.34	20.49	18.93	17.57	16.38
37.2	10.3	67.1	688.3	38.78	-1.58	1.58	108.70	44.74	39.37	32.34	28.22	25.31	23.04	21.19	19.63	18.27	17.08
37.2	11.3	52.6	597.2	39.81	-2.61	2.61	115.94	45.36	40.03	32.99	28.88	25.96	23.70	21.85	20.28	18.93	17.73
37.4	12.0	64.0	769.2	40.38	-2.98	2.98	123.19	45.94	40.64	33.61	29.49	26.58	24.31	22.46	20.90	19.54	18.35
38.4	13.0	62.5	809.7	41.15	-2.75	2.75	130.43	46.49	41.22	34.19	30.07	27.16	24.89	23.04	21.48	20.12	18.93
38.5	11.5	49.3	566.8	39.95	-1.45	1.45	137.68	47.01	41.77	34.74	30.62	27.70	25.44	23.59	22.03	20.67	19.48
38.7	9.4	65.4	617.4	37.94	0.76	0.76	144.93	47.50	42.29	35.26	31.14	28.22	25.96	24.11	22.55	21.19	20.00
39.0	13.7	49.5	678.1	41.71	-2.71	2.71	152.17	47.97	42.78	35.75	31.64	28.72	26.46	24.61	23.04	21.69	20.49
39.1	15.5	48.9	759.1	42.98	-3.88	3.88	159.42	48.42	43.26	36.22	32.11	29.19	26.93	25.08	23.51	22.16	20.96
39.1	17.9	45.2	809.0	44.43	-5.33	5.33	166.67	48.84	43.71	36.68	32.56	29.64	27.38	25.53	23.96	22.61	21.41

39.2	20.5	41.5	850.0	45.79	-6.59	6.59	173.91	49.25	44.14	37.11	32.99	30.07	27.81	25.96	24.40	23.04	21.85
39.5	12.3	50.3	617.4	40.60	-1.10	1.10	181.16	49.64	44.55	37.52	33.41	30.49	28.22	26.37	24.81	23.46	22.26
39.6	23.7	37.8	897.0	47.29	-7.69	7.69	188.41	50.02	44.95	37.92	33.81	30.89	28.62	26.77	25.21	23.85	22.66
39.8	14.5	46.8	678.1	42.30	-2.50	2.50	195.65	50.38	45.33	38.30	34.19	31.27	29.01	27.16	25.59	24.24	23.04
40.0	11.3	63.7	718.6	39.74	0.26	0.26	202.90	50.73	45.70	38.67	34.56	31.64	29.37	27.52	25.96	24.61	23.41
40.2	13.9	61.0	850.2	41.89	-1.69	1.69	210.14	51.07	46.06	39.03	34.91	31.99	29.73	27.88	26.32	24.96	23.77
40.6	13.8	27.1	374.5	41.83	-1.23	1.23	217.39	51.40	46.40	39.37	35.26	32.34	30.07	28.22	26.66	25.31	24.11
41.0	13.8	45.6	627.5	41.76	-0.76	0.76	224.64	51.71	46.74	39.70	35.59	32.67	30.41	28.56	26.99	25.64	24.44
41.1	13.4	59.6	799.6	41.50	-0.40	0.40	231.88	52.02	47.06	40.03	35.91	32.99	30.73	28.88	27.32	25.96	24.77
41.2	18.4	24.2	445.3	44.73	-3.53	3.53	239.13	52.31	47.37	40.34	36.22	33.31	31.04	29.19	27.63	26.27	25.08
41.4	13.5	62.2	840.1	41.58	-0.18	0.18	246.38	52.60	47.67	40.64	36.53	33.61	31.34	29.49	27.93	26.58	25.38
41.4	15.2	45.3	688.3	42.77	-1.37	1.37	253.62	52.88	47.97	40.94	36.82	33.90	31.64	29.79	28.22	26.87	25.67
42.2	14.4	58.4	840.1	42.22	-0.02	0.02	260.87	53.15	48.25	41.22	37.11	34.19	31.92	30.07	28.51	27.16	25.96
42.6	28.1	31.3	880.6	49.01	-6.41	6.41	268.12	53.41	48.53	41.50	37.38	34.47	32.20	30.35	28.79	27.43	26.24
42.7	16.6	42.0	698.4	43.68	-0.98	0.98	275.36	53.67	48.80	41.77	37.66	34.74	32.47	30.62	29.06	27.70	26.51
42.8	13.8	60.7	840.1	41.82	0.98	0.98	282.61	53.92	49.07	42.03	37.92	35.00	32.74	30.89	29.32	27.97	26.77
42.8	22.9	34.8	799.6	46.95	-4.15	4.15	289.86	54.16	49.32	42.29	38.18	35.26	32.99	31.14	29.58	28.22	27.03
43.1	19.8	38.4	759.1	45.44	-2.34	2.34	297.10	54.40	49.57	42.54	38.43	35.51	33.24	31.39	29.83	28.48	27.28
43.4	16.8	37.9	637.7	43.81	-0.41	0.41	304.35	54.63	49.82	42.78	38.67	35.75	33.49	31.64	30.07	28.72	27.52
43.6	15.7	43.2	678.1	43.10	0.50	0.50	311.59	54.85	50.06	43.02	38.91	35.99	33.73	31.88	30.31	28.96	27.76
43.8	15.9	57.2	910.9	43.24	0.56	0.56	318.84	55.07	50.29	43.26	39.14	36.22	33.96	32.11	30.55	29.19	28.00
43.9	17.4	42.4	738.9	44.16	-0.26	0.26	326.09	55.29	50.52	43.48	39.37	36.45	34.19	32.34	30.77	29.42	28.22
44.0	15.0	45.9	688.3	42.63	1.37	1.37	333.33	55.50	50.74	43.71	39.59	36.68	34.41	32.56	31.00	29.64	28.45
44.1	19.3	53.6	1032.4	45.18	-1.08	1.08	340.58	55.71	50.96	43.93	39.81	36.89	34.63	32.78	31.22	29.86	28.67
44.3	14.3	59.3	850.2	42.18	2.12	2.12	347.83	55.91	51.17	44.14	40.03	37.11	34.84	32.99	31.43	30.07	28.88
44.5	16.6	56.2	931.2	43.65	0.85	0.85	355.07	56.11	51.38	44.35	40.24	37.32	35.05	33.20	31.64	30.28	29.09
44.7	15.3	58.0	890.7	42.87	1.78	1.78	362.32	56.30	51.59	44.55	40.44	37.52	35.26	33.41	31.84	30.49	29.29
45.0	16.4	56.9	931.2	43.53	1.47	1.47	369.57	56.49	51.79	44.75	40.64	37.72	35.46	33.61	32.04	30.69	29.49
45.1	16.8	55.3	931.2	43.81	1.29	1.29	376.81	56.68	51.98	44.95	40.84	37.92	35.66	33.81	32.24	30.89	29.69
45.2	27.0	34.1	921.1	48.60	-3.40	3.40	384.06	56.86	52.18	45.15	41.03	38.11	35.85	34.00	32.43	31.08	29.88
45.4	19.1	39.7	759.1	45.11	0.29	0.29	391.30	57.04	52.37	45.33	41.22	38.30	36.04	34.19	32.62	31.27	30.07
45.7	17.4	55.8	971.7	44.15	1.50	1.50	398.55	57.22	52.55	45.52	41.41	38.49	36.22	34.37	32.81	31.46	30.26
45.7	17.6	42.3	743.9	44.25	1.40	1.40	405.80	57.39	52.74	45.70	41.59	38.67	36.41	34.56	32.99	31.64	30.44
46.0	18.1	54.9	991.9	44.52	1.46	1.46	413.04	57.56	52.92	45.88	41.77	38.85	36.59	34.74	33.17	31.82	30.62
46.1	17.4	54.6	951.4	44.17	1.93	1.93	420.29	57.73	53.09	46.06	41.95	39.03	36.76	34.91	33.35	31.99	30.80
46.3	18.7	54.2	1012.1	44.87	1.43	1.43	427.54	57.89	53.27	46.23	42.12	39.20	36.94	35.09	33.52	32.17	30.97
46.4	17.8	53.9	961.5	44.39	2.01	2.01	434.78	58.05	53.44	46.40	42.29	39.37	37.11	35.26	33.69	32.34	31.14
46.5	19.9	38.7	771.8	45.52	0.96	0.96	442.03	58.21	53.60	46.57	42.46	39.54	37.27	35.42	33.86	32.51	31.31
46.8	19.0	36.1	688.3	45.06	1.74	1.74	449.28	58.37	53.77	46.74	42.62	39.70	37.44	35.59	34.03	32.67	31.48
46.8	18.7	34.2	637.7	44.85	1.95	1.95	456.52	58.52	53.93	46.90	42.78	39.87	37.60	35.75	34.19	32.83	31.64



47.2	21.4	35.9	769.2	46.26	0.94	0.94	463.77	58.67	54.09	47.06	42.94	40.03	37.76	35.91	34.35	32.99	31.80
47.3	18.1	39.7	718.6	44.56	2.74	2.74	471.01	58.82	54.25	47.22	43.10	40.18	37.92	36.07	34.51	33.15	31.96
47.3	22.7	35.2	799.6	46.85	0.45	0.45	478.26	58.97	54.40	47.37	43.26	40.34	38.07	36.22	34.66	33.31	32.11
47.5	33.3	27.8	926.1	50.72	-3.22	3.22	485.51	59.11	54.56	47.52	43.41	40.49	38.23	36.38	34.81	33.46	32.26
47.9	29.0	30.4	880.6	49.31	-1.41	1.41	492.75	59.26	54.71	47.67	43.56	40.64	38.38	36.53	34.96	33.61	32.41
48.0	24.0	21.5	516.2	47.42	0.58	0.58	500.00	59.40	54.85	47.82	43.71	40.79	38.53	36.68	35.11	33.76	32.56
48.6	21.6	37.1	799.6	46.32	2.28	2.28	507.25	59.53	55.00	47.97	43.85	40.94	38.67	36.82	35.26	33.90	32.71
48.7	25.6	30.5	779.4	48.05	0.65	0.65	514.49	59.67	55.14	48.11	44.00	41.08	38.81	36.97	35.40	34.05	32.85
49.0	18.7	39.4	738.9	44.89	4.11	4.11	521.74	59.80	55.29	48.25	44.14	41.22	38.96	37.11	35.54	34.19	32.99
49.6	26.3	31.7	835.0	48.35	1.25	1.25	528.99	59.94	55.43	48.39	44.28	41.36	39.10	37.25	35.68	34.33	33.13
49.7	23.3	32.6	759.1	47.10	2.60	2.60	536.23	60.07	55.56	48.53	44.42	41.50	39.23	37.38	35.82	34.47	33.27
49.9	32.6	26.7	870.4	50.51	-0.61	0.61	543.48	60.20	55.70	48.67	44.55	41.64	39.37	37.52	35.96	34.60	33.41
50.0	25.0	32.3	809.7	47.84	2.16	2.16	550.72	60.32	55.83	48.80	44.69	41.77	39.51	37.66	36.09	34.74	33.54
50.0	23.9	34.7	830.0	47.38	2.62	2.62	557.97	60.45	55.97	48.93	44.82	41.90	39.64	37.79	36.22	34.87	33.67
50.2	27.4	32.5	890.7	48.74	1.46	1.46	565.22	60.57	56.10	49.07	44.95	42.03	39.77	37.92	36.36	35.00	33.81
50.4	39.7	24.5	971.7	52.52	-2.12	2.12	572.46	60.70	56.23	49.19	45.08	42.16	39.90	38.05	36.48	35.13	33.93
50.4	28.5	19.2	546.6	49.16	1.24	1.24	579.71	60.82	56.36	49.32	45.21	42.29	40.03	38.18	36.61	35.26	34.06
50.5	44.5	21.2	941.3	53.66	-3.16	3.16	586.96	60.94	56.48	49.45	45.33	42.42	40.15	38.30	36.74	35.38	34.19
50.8	30.2	28.3	852.7	49.73	1.02	1.02	594.20	61.05	56.61	49.57	45.46	42.54	40.28	38.43	36.86	35.51	34.31
51.8	28.6	32.9	941.3	49.18	2.62	2.62	601.45	61.17	56.73	49.70	45.58	42.66	40.40	38.55	36.99	35.63	34.44
51.9	35.0	24.9	870.4	51.22	0.68	0.68	608.70	61.29	56.85	49.82	45.70	42.78	40.52	38.67	37.11	35.75	34.56
52.2	29.5	26.8	789.5	49.50	2.70	2.70	615.94	61.40	56.97	49.94	45.82	42.90	40.64	38.79	37.23	35.87	34.68
52.3	29.0	30.7	890.7	49.34	2.96	2.96	623.19	61.51	57.09	50.06	45.94	43.02	40.76	38.91	37.35	35.99	34.80
52.4	29.6	29.1	860.3	49.52	2.88	2.88	630.43	61.62	57.21	50.17	46.06	43.14	40.88	39.03	37.46	36.11	34.91
52.4	38.7	23.0	890.7	52.26	0.14	0.14	637.68	61.73	57.32	50.29	46.18	43.26	40.99	39.14	37.58	36.22	35.03
52.6	22.4	42.9	961.5	46.72	5.88	5.88	644.93	61.84	57.44	50.40	46.29	43.37	41.11	39.26	37.69	36.34	35.14
52.8	26.3	36.2	951.4	48.33	4.47	4.47	652.17	61.95	57.55	50.52	46.40	43.48	41.22	39.37	37.81	36.45	35.26
53.1	52.1	18.1	941.3	55.27	-2.17	2.17	659.42	62.05	57.66	50.63	46.52	43.60	41.33	39.48	37.92	36.56	35.37
53.1	35.1	23.1	809.7	51.27	1.83	1.83	666.67	62.16	57.77	50.74	46.63	43.71	41.44	39.59	38.03	36.68	35.48
53.3	76.0	12.9	981.8	59.11	-5.81	5.81	673.91	62.26	57.88	50.85	46.74	43.82	41.55	39.70	38.14	36.78	35.59
53.4	66.4	15.3	1012.1	57.73	-4.33	4.33	681.16	62.37	57.99	50.96	46.84	43.93	41.66	39.81	38.25	36.89	35.70
53.5	24.3	39.5	961.5	47.55	5.95	5.95	688.41	62.47	58.10	51.07	46.95	44.03	41.77	39.92	38.36	37.00	35.81
53.6	35.1	17.3	607.3	51.28	2.32	2.32	695.65	62.57	58.21	51.17	47.06	44.14	41.88	40.03	38.46	37.11	35.91
53.7	46.3	15.9	738.9	54.08	-0.38	0.38	702.90	62.67	58.31	51.28	47.16	44.24	41.98	40.13	38.57	37.21	36.02
53.7	34.5	26.7	921.1	51.08	2.62	2.62	710.14	62.77	58.41	51.38	47.27	44.35	42.08	40.24	38.67	37.32	36.12
53.7	30.9	29.8	921.1	49.98	3.72	3.72	717.39	62.86	58.52	51.48	47.37	44.45	42.19	40.34	38.77	37.42	36.22
53.8	83.9	11.3	951.4	60.11	-6.31	6.31	724.64	62.96	58.62	51.59	47.47	44.55	42.29	40.44	38.88	37.52	36.33
54.1	34.3	25.6	880.6	51.04	3.06	3.06	731.88	63.06	58.72	51.69	47.57	44.65	42.39	40.54	38.98	37.62	36.43
54.2	44.9	15.6	698.4	53.75	0.45	0.45	739.13	63.15	58.82	51.79	47.67	44.75	42.49	40.64	39.08	37.72	36.53
54.2	48.8	19.3	941.3	54.61	-0.41	0.41	746.38	63.24	58.92	51.89	47.77	44.85	42.59	40.74	39.18	37.82	36.63



ANEXO 4

MODELO ESTADÍSTICO Tsere (S) datos de la tarde

Número de datos	144	Indice de correlación Tsere-Tsere(S)	0.88	R <sup>2</sup>	0.78	Desviación estándar (°C)	5.56	Intervalo confianza (°C)	0.9	Ángulo de incidencia solar modelo estadístico							
Temperatura superficial medida	Nueva variable S=G/θ	Angulo incidencia solar calculado	Radiación solar medida	Modelo estadístico y Tsere estimada	Residuos	Valor absoluto residuos	Radiación solar del modelo estadístico										
Tsere	S	θ	G	T <sub>sere</sub> (S) = 5.944Ln(S) + 32.699	r	ABS r	G modelo	5°	10°	θ=20°	θ=30°	θ=40°	θ=50°	θ=60°	θ=70°	θ=80°	θ=90°
30.5	0.4	85.2	30.4	26.56	3.92	3.92	6.94	34.65	30.53	26.41	24.00	22.29	20.97	19.88	18.97	18.17	17.47
31.1	0.9	82.0	70.9	31.83	-0.76	0.76	13.89	38.77	34.65	30.53	28.12	26.41	25.09	24.00	23.09	22.29	21.59
32.3	1.3	78.7	101.2	34.20	-1.95	1.95	20.83	41.18	37.06	32.94	30.53	28.82	27.50	26.41	25.50	24.70	24.00
34.6	1.7	75.4	131.6	36.01	-1.41	1.41	27.78	42.89	38.77	34.65	32.24	30.53	29.21	28.12	27.21	26.41	25.71
35.0	1.2	75.9	91.1	33.78	1.22	1.22	34.72	44.22	40.10	35.98	33.57	31.86	30.53	29.45	28.53	27.74	27.04
35.0	0.8	74.3	60.7	31.50	3.50	3.50	41.67	45.30	41.18	37.06	34.65	32.94	31.62	30.53	29.62	28.82	28.12
36.0	2.5	72.1	179.7	38.13	-2.15	2.15	48.61	46.22	42.10	37.98	35.57	33.86	32.53	31.45	30.53	29.74	29.04
36.1	7.2	88.4	637.7	44.44	-8.34	8.34	55.56	47.01	42.89	38.77	36.36	34.65	33.33	32.24	31.33	30.53	29.83
36.6	2.1	71.0	146.8	37.01	-0.41	0.41	62.50	47.71	43.59	39.47	37.06	35.35	34.03	32.94	32.03	31.23	30.53
37.4	3.3	68.8	227.7	39.82	-2.47	2.47	69.44	48.34	44.22	40.10	37.69	35.98	34.65	33.57	32.65	31.86	31.16
37.5	7.6	84.9	647.8	44.78	-7.28	7.28	76.39	48.90	44.78	40.66	38.25	36.54	35.22	34.13	33.22	32.42	31.72
38.0	2.4	72.4	172.1	37.85	0.15	0.15	83.33	49.42	45.30	41.18	38.77	37.06	35.74	34.65	33.74	32.94	32.24
38.2	3.4	69.2	232.8	39.91	-1.71	1.71	90.28	49.90	45.78	41.66	39.25	37.54	36.21	35.13	34.21	33.42	32.72
39.0	3.4	68.9	232.8	39.94	-0.94	0.94	97.22	50.34	46.22	42.10	39.69	37.98	36.65	35.57	34.65	33.86	33.16
39.1	4.2	67.4	283.4	41.24	-2.14	2.14	104.17	50.75	46.63	42.51	40.10	38.39	37.06	35.98	35.06	34.27	33.57
40.0	5.1	65.6	334.0	42.37	-2.37	2.37	111.11	51.13	47.01	42.89	40.48	38.77	37.45	36.36	35.45	34.65	33.95
40.1	4.9	65.5	323.9	42.20	-2.10	2.10	118.06	51.49	47.37	43.25	40.84	39.13	37.81	36.72	35.81	35.01	34.31
41.1	3.7	78.9	293.5	40.51	0.59	0.59	125.00	51.83	47.71	43.59	41.18	39.47	38.15	37.06	36.15	35.35	34.65
41.9	6.5	64.0	415.0	43.81	-1.91	1.91	131.94	52.15	48.03	43.91	41.50	39.79	38.47	37.38	36.47	35.67	34.97
42.2	7.6	62.4	475.7	44.78	-2.58	2.58	138.89	52.46	48.34	44.22	41.81	40.10	38.77	37.69	36.77	35.98	35.28
42.2	6.4	62.1	394.7	43.69	-1.49	1.49	145.83	52.75	48.63	44.51	42.10	40.39	39.06	37.98	37.06	36.27	35.57
42.4	4.6	75.5	344.1	41.72	0.68	0.68	152.78	53.02	48.90	44.78	42.37	40.66	39.34	38.25	37.34	36.54	35.84
42.4	6.1	66.4	404.9	43.44	-1.04	1.04	159.72	53.29	49.17	45.05	42.64	40.93	39.60	38.52	37.60	36.81	36.11
42.5	12.0	70.8	850.2	47.48	-4.98	4.98	166.67	53.54	49.42	45.30	42.89	41.18	39.86	38.77	37.86	37.06	36.36
42.7	6.6	64.7	430.2	43.96	-1.26	1.26	173.61	53.78	49.66	45.54	43.13	41.42	40.10	39.01	38.10	37.30	36.60

43.1	9.0	60.8	546.6	45.75	-2.65	2.65	180.56	54.02	49.90	45.78	43.37	41.66	40.33	39.25	38.33	37.54	36.84
43.2	7.8	58.4	455.5	44.91	-1.71	1.71	187.50	54.24	50.12	46.00	43.59	41.88	40.56	39.47	38.56	37.76	37.06
43.3	16.0	59.0	946.4	49.20	-5.95	5.95	194.44	54.46	50.34	46.22	43.81	42.10	40.77	39.69	38.77	37.98	37.28
43.3	7.1	61.2	435.2	44.36	-1.06	1.06	201.39	54.67	50.55	46.43	44.02	42.31	40.98	39.90	38.98	38.19	37.49
44.0	18.6	52.7	981.8	50.09	-6.09	6.09	208.33	54.87	50.75	46.63	44.22	42.51	41.18	40.10	39.18	38.39	37.69
44.1	13.2	67.2	890.7	48.06	-3.96	3.96	215.28	55.06	50.94	46.82	44.41	42.70	41.38	40.29	39.38	38.58	37.88
44.7	5.5	72.1	394.7	42.81	1.89	1.89	222.22	55.25	51.13	47.01	44.60	42.89	41.57	40.48	39.57	38.77	38.07
44.9	10.9	59.4	647.8	46.90	-2.00	2.00	229.17	55.43	51.31	47.19	44.78	43.07	41.75	40.66	39.75	38.95	38.25
44.9	14.3	63.7	910.9	48.51	-3.61	3.61	236.11	55.61	51.49	47.37	44.96	43.25	41.93	40.84	39.93	39.13	38.43
45.0	12.6	57.7	728.7	47.77	-2.77	2.77	243.06	55.78	51.66	47.54	45.13	43.42	42.10	41.01	40.10	39.30	38.60
45.1	16.6	57.7	959.0	49.41	-4.33	4.33	250.00	55.95	51.83	47.71	45.30	43.59	42.27	41.18	40.27	39.47	38.77
45.1	7.2	63.1	455.5	44.44	0.66	0.66	256.94	56.11	51.99	47.87	45.46	43.75	42.43	41.34	40.43	39.63	38.93
45.1	9.1	54.7	496.0	45.80	-0.70	0.70	263.89	56.27	52.15	48.03	45.62	43.91	42.59	41.50	40.59	39.79	39.09
45.4	10.0	57.5	576.9	46.40	-1.00	1.00	270.83	56.43	52.31	48.19	45.78	44.07	42.74	41.66	40.74	39.95	39.25
45.4	12.3	56.9	698.4	47.60	-2.20	2.20	277.78	56.58	52.46	48.34	45.93	44.22	42.89	41.81	40.89	40.10	39.40
45.4	11.1	58.1	647.8	47.03	-1.63	1.63	284.72	56.73	52.61	48.48	46.07	44.36	43.04	41.95	41.04	40.24	39.54
45.4	13.9	56.6	789.5	48.36	-2.96	2.96	291.67	56.87	52.75	48.63	46.22	44.51	43.18	42.10	41.18	40.39	39.69
45.8	14.4	55.7	799.6	48.54	-2.74	2.74	298.61	57.01	52.89	48.77	46.36	44.65	43.32	42.24	41.32	40.53	39.83
45.8	8.9	61.6	551.6	45.73	0.07	0.07	305.56	57.14	53.02	48.90	46.49	44.78	43.46	42.37	41.46	40.66	39.96
46.0	17.1	56.5	965.3	49.57	-3.58	3.58	312.50	57.28	53.16	49.04	46.63	44.92	43.59	42.51	41.59	40.80	40.10
46.0	4.3	65.3	283.4	41.42	4.58	4.58	319.44	57.41	53.29	49.17	46.76	45.05	43.72	42.64	41.72	40.93	40.23
46.0	15.1	54.9	830.0	48.85	-2.85	2.85	326.39	57.54	53.42	49.30	46.89	45.18	43.85	42.77	41.85	41.06	40.36
46.2	18.7	53.1	991.9	50.10	-3.90	3.90	333.33	57.66	53.54	49.42	47.01	45.30	43.98	42.89	41.98	41.18	40.48
46.3	13.6	55.8	759.1	48.21	-1.91	1.91	340.28	57.78	53.66	49.54	47.13	45.42	44.10	43.01	42.10	41.30	40.60
46.3	18.0	53.5	961.5	49.87	-3.57	3.57	347.22	57.90	53.78	49.66	47.25	45.54	44.22	43.13	42.22	41.42	40.72
46.3	10.2	51.0	521.3	46.51	-0.21	0.21	354.17	58.02	53.90	49.78	47.37	45.66	44.34	43.25	42.34	41.54	40.84
46.4	15.9	54.2	860.3	49.13	-2.73	2.73	361.11	58.14	54.02	49.90	47.49	45.78	44.45	43.37	42.45	41.66	40.96
46.4	17.5	55.5	968.5	49.70	-3.25	3.25	368.06	58.25	54.13	50.01	47.60	45.89	44.56	43.48	42.56	41.77	41.07
46.5	11.7	58.9	688.3	47.31	-0.81	0.81	375.00	58.36	54.24	50.12	47.71	46.00	44.68	43.59	42.68	41.88	41.18
46.7	17.8	54.6	970.1	49.80	-3.13	3.13	381.94	58.47	54.35	50.23	47.82	46.11	44.78	43.70	42.78	41.99	41.29
46.7	14.1	50.2	708.5	48.43	-1.73	1.73	388.89	58.58	54.46	50.34	47.93	46.22	44.89	43.81	42.89	42.10	41.40
46.9	18.1	53.8	971.7	49.90	-3.00	3.00	395.83	58.68	54.56	50.44	48.03	46.32	45.00	43.91	43.00	42.20	41.50
46.9	17.9	53.2	951.4	49.84	-2.94	2.94	402.78	58.79	54.67	50.55	48.14	46.43	45.10	44.02	43.10	42.31	41.61
47.0	4.9	61.8	303.6	42.16	4.84	4.84	409.72	58.89	54.77	50.65	48.24	46.53	45.20	44.12	43.20	42.41	41.71
47.0	15.5	60.2	931.2	48.98	-1.98	1.98	416.67	58.99	54.87	50.75	48.34	46.63	45.30	44.22	43.30	42.51	41.81
47.1	16.9	53.3	900.8	49.50	-2.40	2.40	423.61	59.09	54.97	50.85	48.44	46.73	45.40	44.32	43.40	42.61	41.91
47.2	16.4	53.7	880.6	49.33	-2.13	2.13	430.56	59.18	55.06	50.94	48.53	46.82	45.50	44.41	43.50	42.70	42.00
47.2	10.8	60.2	647.8	46.82	0.38	0.38	437.50	59.28	55.16	51.04	48.63	46.92	45.59	44.51	43.59	42.80	42.10
47.3	18.4	53.2	976.7	50.00	-2.75	2.75	444.44	59.37	55.25	51.13	48.72	47.01	45.69	44.60	43.69	42.89	42.19
47.3	6.8	68.7	465.6	44.07	3.23	3.23	451.39	59.46	55.34	51.22	48.81	47.10	45.78	44.69	43.78	42.98	42.28
47.3	15.7	54.0	850.2	49.08	-1.78	1.78	458.33	59.55	55.43	51.31	48.90	47.19	45.87	44.78	43.87	43.07	42.37
47.4	19.9	52.8	1052.6	50.48	-3.08	3.08	465.28	59.64	55.52	51.40	48.99	47.28	45.96	44.87	43.96	43.16	42.46

47.5	13.5	53.9	728.7	48.18	-0.68	0.68	472.22	59.73	55.61	51.49	49.08	47.37	46.05	44.96	44.05	43.25	42.55
47.6	18.6	52.7	981.8	50.08	-2.48	2.48	479.17	59.82	55.70	51.58	49.17	47.46	46.13	45.05	44.13	43.34	42.64
47.6	15.7	54.9	860.3	49.06	-1.46	1.46	486.11	59.90	55.78	51.66	49.25	47.54	46.22	45.13	44.22	43.42	42.72
47.7	18.6	52.4	976.7	50.08	-2.43	2.43	493.06	59.99	55.87	51.75	49.34	47.63	46.30	45.22	44.30	43.51	42.81
47.7	18.6	52.3	971.7	50.07	-2.37	2.37	500.00	60.07	55.95	51.83	49.42	47.71	46.39	45.30	44.39	43.59	42.89
47.8	17.8	52.3	931.2	49.81	-2.01	2.01	506.94	60.15	56.03	51.91	49.50	47.79	46.47	45.38	44.47	43.67	42.97
47.8	17.7	53.1	941.3	49.79	-1.99	1.99	513.89	60.23	56.11	51.99	49.58	47.87	46.55	45.46	44.55	43.75	43.05
47.8	16.6	56.7	941.3	49.40	-1.60	1.60	520.83	60.31	56.19	52.07	49.66	47.95	46.63	45.54	44.63	43.83	43.13
47.9	17.0	52.5	890.7	49.53	-1.63	1.63	527.78	60.39	56.27	52.15	49.74	48.03	46.71	45.62	44.71	43.91	43.21
47.9	7.9	19.2	151.8	44.99	2.91	2.91	534.72	60.47	56.35	52.23	49.82	48.11	46.78	45.70	44.78	43.99	43.29
48.0	16.3	53.4	870.4	49.29	-1.29	1.29	541.67	60.55	56.43	52.31	49.90	48.19	46.86	45.78	44.86	44.07	43.37
48.1	16.1	46.6	749.0	49.21	-1.11	1.11	548.61	60.62	56.50	52.38	49.97	48.26	46.94	45.85	44.94	44.14	43.44
48.5	16.5	52.9	870.4	49.35	-0.85	0.85	555.56	60.70	56.58	52.46	50.05	48.34	47.01	45.93	45.01	44.22	43.52
48.7	17.5	53.1	931.2	49.72	-1.02	1.02	562.50	60.77	56.65	52.53	50.12	48.41	47.09	46.00	45.09	44.29	43.59
49.3	7.9	65.4	516.2	44.98	4.32	4.32	569.44	60.85	56.73	52.61	50.19	48.48	47.16	46.07	45.16	44.36	43.66
49.3	11.5	47.3	546.6	47.24	2.06	2.06	576.39	60.92	56.80	52.68	50.27	48.56	47.23	46.15	45.23	44.44	43.74
49.4	17.9	53.2	951.4	49.84	-0.44	0.44	583.33	60.99	56.87	52.75	50.34	48.63	47.30	46.22	45.30	44.51	43.81
50.0	13.8	47.6	657.9	48.31	1.69	1.69	590.28	61.06	56.94	52.82	50.41	48.70	47.37	46.29	45.37	44.58	43.88
50.2	19.3	49.7	961.5	50.30	-0.10	0.10	597.22	61.13	57.01	52.89	50.48	48.77	47.44	46.36	45.44	44.65	43.95
50.4	9.1	62.0	566.8	45.85	4.55	4.55	604.17	61.20	57.08	52.96	50.55	48.84	47.51	46.43	45.51	44.72	44.02
50.8	17.9	43.0	769.2	49.85	0.95	0.95	611.11	61.26	57.14	53.02	50.61	48.90	47.58	46.49	45.58	44.78	44.08
50.9	23.5	35.8	840.1	51.46	-0.56	0.56	618.06	61.33	57.21	53.09	50.68	48.97	47.65	46.56	45.65	44.85	44.15
51.0	18.2	40.5	738.9	49.96	1.04	1.04	625.00	61.40	57.28	53.16	50.75	49.04	47.71	46.63	45.71	44.92	44.22
51.0	16.1	44.0	708.5	49.21	1.79	1.79	631.94	61.46	57.34	53.22	50.81	49.10	47.78	46.69	45.78	44.98	44.28
51.0	12.5	51.2	637.7	47.70	3.30	3.30	638.89	61.53	57.41	53.29	50.88	49.17	47.84	46.76	45.84	45.05	44.35
51.0	15.3	43.6	668.0	48.92	2.08	2.08	645.83	61.59	57.47	53.35	50.94	49.23	47.91	46.82	45.91	45.11	44.41
51.7	27.9	32.3	900.8	52.49	-0.79	0.79	652.78	61.66	57.54	53.42	51.01	49.30	47.97	46.89	45.97	45.18	44.48
51.8	20.8	46.3	961.5	50.73	1.07	1.07	659.72	61.72	57.60	53.48	51.07	49.36	48.03	46.95	46.03	45.24	44.54
51.9	10.5	58.8	617.4	46.68	5.22	5.22	666.67	61.78	57.66	53.54	51.13	49.42	48.10	47.01	46.10	45.30	44.60
52.0	22.5	36.9	830.0	51.20	0.80	0.80	673.61	61.84	57.72	53.60	51.19	49.48	48.16	47.07	46.16	45.36	44.66
52.0	10.4	54.7	566.8	46.60	5.40	5.40	680.56	61.90	57.78	53.66	51.25	49.54	48.22	47.13	46.22	45.42	44.72
52.1	21.3	39.4	840.1	50.89	1.21	1.21	687.50	61.97	57.84	53.72	51.31	49.60	48.28	47.19	46.28	45.48	44.78
52.3	34.1	28.8	981.8	53.68	-1.38	1.38	694.44	62.02	57.90	53.78	51.37	49.66	48.34	47.25	46.34	45.54	44.84
52.3	17.7	39.9	708.5	49.80	2.50	2.50	701.39	62.08	57.96	53.84	51.43	49.72	48.40	47.31	46.40	45.60	44.90
53.0	8.0	58.3	465.6	45.05	7.95	7.95	708.33	62.14	58.02	53.90	51.49	49.78	48.46	47.37	46.46	45.66	44.96
53.1	24.9	33.4	830.0	51.80	1.30	1.30	715.28	62.20	58.08	53.96	51.55	49.84	48.51	47.43	46.51	45.72	45.02
53.1	12.2	55.5	678.1	47.57	5.53	5.53	722.22	62.26	58.14	54.02	51.61	49.90	48.57	47.49	46.57	45.78	45.08
53.1	13.9	47.4	657.9	48.33	4.77	4.77	729.17	62.31	58.19	54.07	51.66	49.95	48.63	47.54	46.63	45.83	45.13
53.4	34.0	16.4	556.7	53.66	-0.31	0.31	736.11	62.37	58.25	54.13	51.72	50.01	48.68	47.60	46.68	45.89	45.19
53.4	64.0	16.0	1022.3	57.42	-4.02	4.02	743.06	62.43	58.31	54.19	51.78	50.07	48.74	47.66	46.74	45.95	45.25
53.4	27.5	29.8	819.8	52.39	1.01	1.01	750.00	62.48	58.36	54.24	51.83	50.12	48.80	47.71	46.80	46.00	45.30
53.4	20.7	36.2	749.0	50.70	2.70	2.70	756.94	62.54	58.42	54.30	51.89	50.18	48.85	47.77	46.85	46.06	45.36



ANEXO 4

**MODELO ESTADÍSTICO Tsebe(S) datos de la mañana**

Número de datos	96	Indice de correlación Tsebe-Tsebe(S)	0.88	R <sup>2</sup>	0.77	Desviación estándar (°C)	2.98	Intervalo confianza (°C)	0.6	Ángulo de incidencia solar modelo estadístico							
Temperatura superficial medida	Nueva variable S=G/θ	Angulo incidencia solar calculado	Radiación solar medida	Modelo estadístico y Tsebe estimada	Residuos	Valor absoluto residuos	Radiación solar del modelo estadístico										
Tsebe	S	θ	G	T <sub>tsebe(S)</sub> = 3.7114Ln(S) + 23.678	r	ABS r	G modelo	0° > θ < 10°	θ=20°	θ=30°	θ=40°	θ=50°	θ=60°	θ=70°	θ=80°	θ=90°	
26.4	4.8	61.0	293.5	29.51	-3.11	3.11	10.42	23.83	21.26	19.75	18.68	17.86	17.18	16.61	16.11	15.67	
27.00	1.6	64.33	101.21	25.36	1.64	1.64	20.83	26.40	23.83	22.32	21.26	20.43	19.75	19.18	18.68	18.25	
27.00	1.7	60.79	101.21	25.57	1.43	1.43	31.25	27.91	25.33	23.83	22.76	21.93	21.26	20.68	20.19	19.75	
27.00	1.8	57.24	101.21	25.79	1.21	1.21	41.67	28.97	26.40	24.90	23.83	23.00	22.32	21.75	21.26	20.82	
27.00	1.9	53.69	101.21	26.03	0.97	0.97	52.08	29.80	27.23	25.73	24.66	23.83	23.15	22.58	22.09	21.65	
28.9	5.5	76.7	425.1	30.03	-1.13	1.13	62.50	30.48	27.91	26.40	25.33	24.51	23.83	23.26	22.76	22.32	
29.00	12.3	28.77	354.25	33.00	-4.00	4.00	72.92	31.05	28.48	26.97	25.91	25.08	24.40	23.83	23.33	22.90	
29.3	6.2	74.8	465.6	30.47	-1.17	1.17	83.33	31.55	28.97	27.47	26.40	25.57	24.90	24.33	23.83	23.39	
29.3	10.1	53.9	546.6	32.28	-2.98	2.98	93.75	31.98	29.41	27.91	26.84	26.01	25.33	24.76	24.27	23.83	
29.40	5.3	72.57	384.62	29.87	-0.47	0.47	104.17	32.38	29.80	28.30	27.23	26.40	25.73	25.15	24.66	24.22	
29.5	7.2	72.9	526.3	31.02	-1.52	1.52	114.58	32.73	30.16	28.65	27.58	26.76	26.08	25.51	25.01	24.57	
29.8	11.2	65.1	728.7	32.64	-2.84	2.84	125.00	33.05	30.48	28.97	27.91	27.08	26.40	25.83	25.33	24.90	
30.00	1.8	50.14	91.09	25.89	4.11	4.11	135.42	33.35	30.78	29.27	28.20	27.38	26.70	26.13	25.63	25.19	
30.00	9.7	46.58	454.00	32.13	-2.13	2.13	145.83	33.62	31.05	29.55	28.48	27.65	26.97	26.40	25.91	25.47	
30.20	8.7	70.69	617.41	31.72	-1.52	1.52	156.25	33.88	31.31	29.80	28.74	27.91	27.23	26.66	26.16	25.73	
30.4	8.4	71.0	597.2	31.58	-1.18	1.18	166.67	34.12	31.55	30.04	28.97	28.15	27.47	26.90	26.40	25.96	
30.9	7.8	53.2	415.0	31.31	-0.41	0.41	177.08	34.34	31.77	30.27	29.20	28.37	27.69	27.12	26.63	26.19	

30.9	12.3	50.3	617.4	32.98	-2.08	2.08	187.50	34.56	31.98	30.48	29.41	28.58	27.91	27.33	26.84	26.40
31.00	13.2	32.31	425.10	33.24	-2.24	2.24	197.92	34.76	32.18	30.68	29.61	28.78	28.11	27.54	27.04	26.60
31.10	9.5	68.86	652.83	32.03	-0.93	0.93	208.33	34.95	32.38	30.87	29.80	28.97	28.30	27.73	27.23	26.79
31.1	15.2	45.3	688.3	33.78	-2.68	2.68	218.75	35.13	32.56	31.05	29.98	29.16	28.48	27.91	27.41	26.97
31.3	9.2	69.2	637.7	31.92	-0.62	0.62	229.17	35.30	32.73	31.22	30.16	29.33	28.65	28.08	27.58	27.15
31.5	10.1	67.4	678.1	32.25	-0.75	0.75	239.58	35.47	32.89	31.39	30.32	29.49	28.82	28.24	27.75	27.31
31.5	12.0	64.0	769.2	32.90	-1.40	1.40	250.00	35.62	33.05	31.55	30.48	29.65	28.97	28.40	27.91	27.47
31.6	13.0	63.4	824.9	33.20	-1.60	1.60	260.42	35.78	33.20	31.70	30.63	29.80	29.13	28.55	28.06	27.62
31.7	10.0	65.7	657.9	32.23	-0.53	0.53	270.83	35.92	33.35	31.84	30.78	29.95	29.27	28.70	28.20	27.77
31.80	10.3	67.09	688.26	32.32	-0.52	0.52	281.25	36.06	33.49	31.98	30.92	30.09	29.41	28.84	28.34	27.91
31.8	14.1	61.8	873.0	33.50	-1.70	1.70	291.67	36.20	33.62	32.12	31.05	30.22	29.55	28.97	28.48	28.04
31.8	15.3	60.4	921.1	33.79	-1.99	1.99	302.08	36.33	33.75	32.25	31.18	30.35	29.68	29.10	28.61	28.17
31.9	13.0	62.5	809.7	33.19	-1.29	1.29	312.50	36.45	33.88	32.38	31.31	30.48	29.80	29.23	28.74	28.30
32.2	13.7	49.5	678.1	33.39	-1.19	1.19	322.92	36.57	34.00	32.50	31.43	30.60	29.92	29.35	28.86	28.42
32.2	14.5	46.8	678.1	33.60	-1.40	1.40	333.33	36.69	34.12	32.61	31.55	30.72	30.04	29.47	28.97	28.54
32.20	9.4	65.37	617.41	32.01	0.19	0.19	343.75	36.81	34.23	32.73	31.66	30.83	30.16	29.58	29.09	28.65
32.4	17.4	42.4	738.9	34.28	-1.88	1.88	354.17	36.92	34.34	32.84	31.77	30.94	30.27	29.70	29.20	28.76
32.7	13.9	61.0	850.2	33.46	-0.76	0.76	364.58	37.02	34.45	32.95	31.88	31.05	30.37	29.80	29.31	28.87
33.00	26.1	32.38	845.14	35.78	-2.78	2.78	375.00	37.13	34.56	33.05	31.98	31.16	30.48	29.91	29.41	28.97
33.1	19.1	39.7	759.1	34.63	-1.53	1.53	385.42	37.23	34.66	33.15	32.09	31.26	30.58	30.01	29.51	29.08
33.2	15.7	43.2	678.1	33.90	-0.70	0.70	395.83	37.33	34.76	33.25	32.18	31.36	30.68	30.11	29.61	29.18
33.20	11.3	63.73	718.62	32.67	0.53	0.53	406.25	37.43	34.85	33.35	32.28	31.45	30.78	30.20	29.71	29.27
33.6	13.4	59.6	799.6	33.31	0.29	0.29	416.67	37.52	34.95	33.44	32.38	31.55	30.87	30.30	29.80	29.37
33.80	13.5	62.16	840.08	33.34	0.46	0.46	427.08	37.61	35.04	33.53	32.47	31.64	30.96	30.39	29.89	29.46
34.0	18.1	39.7	718.6	34.43	-0.43	0.43	437.50	37.70	35.13	33.62	32.56	31.73	31.05	30.48	29.98	29.55
34.00	22.5	35.92	809.72	35.24	-1.24	1.24	447.92	37.79	35.22	33.71	32.64	31.82	31.14	30.57	30.07	29.63
34.00	30.5	28.84	880.57	36.37	-2.37	2.37	458.33	37.87	35.30	33.80	32.73	31.90	31.22	30.65	30.16	29.72
34.1	21.6	37.1	799.6	35.08	-0.98	0.98	468.75	37.96	35.39	33.88	32.81	31.98	31.31	30.74	30.24	29.80
34.2	16.0	59.0	946.4	33.98	0.17	0.17	479.17	38.04	35.47	33.96	32.89	32.07	31.39	30.82	30.32	29.88
34.3	19.0	36.1	688.3	34.62	-0.32	0.32	489.58	38.12	35.55	34.04	32.97	32.15	31.47	30.90	30.40	29.96
34.40	13.8	60.69	840.08	33.43	0.97	0.97	500.00	38.20	35.62	34.12	33.05	32.22	31.55	30.98	30.48	30.04
34.6	23.3	32.6	759.1	35.36	-0.76	0.76	510.42	38.27	35.70	34.20	33.13	32.30	31.62	31.05	30.56	30.12



34.6	14.4	58.4	840.1	33.57	1.03	1.03	520.83	38.35	35.78	34.27	33.20	32.38	31.70	31.13	30.63	30.19
34.8	23.9	34.7	830.0	35.46	-0.66	0.66	531.25	38.42	35.85	34.34	33.28	32.45	31.77	31.20	30.70	30.27
35.00	36.8	25.32	931.17	37.06	-2.06	2.06	541.67	38.49	35.92	34.42	33.35	32.52	31.84	31.27	30.78	30.34
35.00	19.3	53.57	1032.39	34.66	0.34	0.34	552.08	38.56	35.99	34.49	33.42	32.59	31.91	31.34	30.85	30.41
35.2	27.4	32.5	890.7	35.96	-0.76	0.76	562.50	38.63	36.06	34.56	33.49	32.66	31.98	31.41	30.92	30.48
35.3	16.6	57.7	959.0	34.11	1.21	1.21	572.92	38.70	36.13	34.62	33.56	32.73	32.05	31.48	30.98	30.55
35.40	14.3	59.31	850.20	33.56	1.84	1.84	583.33	38.77	36.20	34.69	33.62	32.80	32.12	31.55	31.05	30.61
35.4	15.9	57.2	910.9	33.95	1.45	1.45	593.75	38.83	36.26	34.76	33.69	32.86	32.18	31.61	31.12	30.68
35.6	29.0	30.7	890.7	36.18	-0.58	0.58	604.17	38.90	36.33	34.82	33.75	32.93	32.25	31.68	31.18	30.74
35.75	15.3	58.03	890.69	33.81	1.94	1.94	614.58	38.96	36.39	34.89	33.82	32.99	32.31	31.74	31.25	30.81
35.8	29.6	29.1	860.3	36.25	-0.45	0.45	625.00	39.03	36.45	34.95	33.88	33.05	32.38	31.80	31.31	30.87
35.9	15.0	45.9	688.3	33.73	2.17	2.17	635.42	39.09	36.51	35.01	33.94	33.11	32.44	31.86	31.37	30.93
35.9	16.6	56.2	931.2	34.10	1.80	1.80	645.83	39.15	36.57	35.07	34.00	33.17	32.50	31.92	31.43	30.99
35.9	17.1	56.5	965.3	34.21	1.70	1.70	656.25	39.21	36.63	35.13	34.06	33.23	32.56	31.98	31.49	31.05
36.10	16.4	56.87	931.17	34.05	2.05	2.05	666.67	39.26	36.69	35.19	34.12	33.29	32.61	32.04	31.55	31.11
36.2	17.6	42.3	743.9	34.32	1.88	1.88	677.08	39.32	36.75	35.24	34.18	33.35	32.67	32.10	31.60	31.17
36.2	17.5	55.5	968.5	34.29	1.91	1.91	687.50	39.38	36.81	35.30	34.23	33.41	32.73	32.16	31.66	31.22
36.4	19.9	38.7	771.8	34.78	1.57	1.57	697.92	39.43	36.86	35.36	34.29	33.46	32.78	32.21	31.72	31.28
36.35	17.4	55.84	971.66	34.28	2.07	2.07	708.33	39.49	36.92	35.41	34.34	33.52	32.84	32.27	31.77	31.34
36.4	17.8	54.6	970.1	34.36	1.99	1.99	718.75	39.54	36.97	35.47	34.40	33.57	32.89	32.32	31.83	31.39
36.4	34.3	25.6	880.6	36.80	-0.40	0.40	729.17	39.60	37.02	35.52	34.45	33.62	32.95	32.38	31.88	31.44
36.4	31.6	29.2	921.1	36.49	-0.09	0.09	739.58	39.65	37.08	35.57	34.50	33.68	33.00	32.43	31.93	31.50
36.48	18.1	54.94	991.90	34.42	2.06	2.06	750.00	39.70	37.13	35.62	34.56	33.73	33.05	32.48	31.98	31.55
36.5	22.7	35.2	799.6	35.27	1.23	1.23	760.42	39.75	37.18	35.68	34.61	33.78	33.10	32.53	32.04	31.60
36.5	18.1	53.8	971.7	34.42	2.08	2.08	770.83	39.80	37.23	35.73	34.66	33.83	33.15	32.58	32.09	31.65
36.60	18.7	54.18	1012.15	34.54	2.06	2.06	781.25	39.85	37.28	35.78	34.71	33.88	33.20	32.63	32.14	31.70
36.7	33.2	28.1	931.2	36.68	0.02	0.02	791.67	39.90	37.33	35.83	34.76	33.93	33.25	32.68	32.18	31.75
36.8	16.8	55.3	931.2	34.16	2.64	2.64	802.08	39.95	37.38	35.87	34.81	33.98	33.30	32.73	32.23	31.80
36.8	17.4	54.6	951.4	34.29	2.51	2.51	812.50	40.00	37.43	35.92	34.85	34.03	33.35	32.78	32.28	31.84
36.8	18.4	53.2	976.7	34.48	2.32	2.32	822.92	40.05	37.47	35.97	34.90	34.07	33.40	32.82	32.33	31.89
37.00	62.8	14.99	941.30	39.04	-2.04	2.04	833.33	40.09	37.52	36.02	34.95	34.12	33.44	32.87	32.38	31.94
37.2	34.4	27.4	941.3	36.80	0.40	0.40	843.75	40.14	37.57	36.06	34.99	34.17	33.49	32.92	32.42	31.98



ANEXO 4		MODELO ESTADÍSTICO Tsebe (S) datos de la tarde															
Número de datos	70	Indice de correlación Tsebe-Tsebe(S)	0.88	R <sup>2</sup>	0.78	Desviación estándar (°C)	1.82	Intervalo confianza (°C)	0.43	Ángulo de incidencia solar modelo estadístico							
Temperatura superficial medida	Nueva variable S=G/θ	Angulo incidencia solar calculado	Radiación solar medida	Modelo estadístico y Tsebe estimada	Residuos	Valor absoluto residuos	Radiación solar del modelo estadístico										
Tsebe	S	θ	G	T <sub>tsebe(S)</sub> = 2.3836Ln(S) + 29.99	r	ABS r	Gmodelo	0°> θ <10°	θ=20°	θ=30°	θ=40°	θ=50°	θ=60°	θ=70°	θ=80°	θ=90°	
31.1	0.8	74.3	60.7	29.51	1.59	1.59	14.29	30.84	29.19	28.22	27.54	27.00	26.57	26.20	25.88	25.60	
31.6	2.1	71.0	146.8	31.72	-0.17	0.17	28.57	32.49	30.84	29.87	29.19	28.66	28.22	27.85	27.54	27.26	
32.0	3.4	69.2	232.8	32.88	-0.88	0.88	42.86	33.46	31.81	30.84	30.15	29.62	29.19	28.82	28.50	28.22	
32.4	4.2	67.4	283.4	33.41	-1.06	1.06	57.14	34.14	32.49	31.53	30.84	30.31	29.87	29.51	29.19	28.91	
32.7	5.1	65.6	334.0	33.87	-1.17	1.17	71.43	34.68	33.02	32.06	31.37	30.84	30.41	30.04	29.72	29.44	
33.2	6.5	64.0	415.0	34.45	-1.25	1.25	85.71	35.11	33.46	32.49	31.81	31.27	30.84	30.47	30.15	29.87	
33.2	3.7	78.9	293.5	33.12	0.08	0.08	100.00	35.48	33.83	32.86	32.17	31.64	31.21	30.84	30.52	30.24	
33.3	7.6	62.4	475.7	34.83	-1.53	1.53	114.29	35.80	34.14	33.18	32.49	31.96	31.53	31.16	30.84	30.56	
33.5	11.1	58.1	647.8	35.74	-2.24	2.24	128.57	36.08	34.43	33.46	32.77	32.24	31.81	31.44	31.12	30.84	
33.6	4.6	75.5	344.1	33.61	-0.01	0.01	142.86	36.33	34.68	33.71	33.02	32.49	32.06	31.69	31.37	31.09	
33.8	9.0	60.8	546.6	35.22	-1.42	1.42	157.14	36.56	34.90	33.94	33.25	32.72	32.28	31.92	31.60	31.32	
34.0	12.3	56.9	698.4	35.97	-1.97	1.97	171.43	36.76	35.11	34.14	33.46	32.93	32.49	32.12	31.81	31.53	
34.1	13.6	55.8	759.1	36.21	-2.11	2.11	185.71	36.95	35.30	34.34	33.65	33.12	32.68	32.32	32.00	31.72	
34.2	10.9	59.4	647.8	35.68	-1.48	1.48	200.00	37.13	35.48	34.51	33.83	33.29	32.86	32.49	32.17	31.89	
34.4	5.5	72.1	394.7	34.04	0.36	0.36	214.29	37.30	35.64	34.68	33.99	33.46	33.02	32.66	32.34	32.06	
34.6	6.1	66.4	404.9	34.30	0.30	0.30	228.57	37.45	35.80	34.83	34.14	33.61	33.18	32.81	32.49	32.21	
34.8	15.7	54.9	860.3	36.55	-1.75	1.75	242.86	37.59	35.94	34.97	34.29	33.76	33.32	32.96	32.64	32.36	
35.0	15.7	54.0	850.2	36.56	-1.56	1.56	257.14	37.73	36.08	35.11	34.43	33.89	33.46	33.09	32.77	32.49	
35.0	11.7	58.9	688.3	35.85	-0.85	0.85	271.43	37.86	36.21	35.24	34.55	34.02	33.59	33.22	32.90	32.62	
35.1	6.6	64.7	430.2	34.50	0.60	0.60	285.71	37.98	36.33	35.36	34.68	34.14	33.71	33.34	33.02	32.74	
35.2	18.6	52.7	981.8	36.96	-1.76	1.76	300.00	38.10	36.44	35.48	34.79	34.26	33.83	33.46	33.14	32.86	
35.2	7.2	63.1	455.5	34.70	0.50	0.50	314.29	38.21	36.56	35.59	34.90	34.37	33.94	33.57	33.25	32.97	
35.2	6.8	68.7	465.6	34.55	0.65	0.65	328.57	38.31	36.66	35.70	35.01	34.48	34.04	33.68	33.36	33.08	
35.4	12.6	57.7	728.7	36.03	-0.63	0.63	342.86	38.42	36.76	35.80	35.11	34.58	34.14	33.78	33.46	33.18	
35.5	16.3	53.4	870.4	36.64	-1.14	1.14	357.14	38.51	36.86	35.89	35.21	34.68	34.24	33.87	33.56	33.28	

35.5	10.8	60.2	647.8	35.65	-0.15	0.15	371.43	38.61	36.95	35.99	35.30	34.77	34.34	33.97	33.65	33.37
35.6	16.5	52.9	870.4	36.67	-1.07	1.07	385.71	38.70	37.04	36.08	35.39	34.86	34.43	34.06	33.74	33.46
35.6	7.9	65.4	516.2	34.92	0.68	0.68	400.00	38.78	37.13	36.16	35.48	34.95	34.51	34.14	33.83	33.55
35.8	8.9	61.6	551.6	35.21	0.59	0.59	414.29	38.87	37.21	36.25	35.56	35.03	34.60	34.23	33.91	33.63
36.0	14.4	55.7	799.6	36.34	-0.34	0.34	428.57	38.95	37.30	36.33	35.64	35.11	34.68	34.31	33.99	33.71
36.1	9.1	62.0	566.8	35.26	0.84	0.84	442.86	39.03	37.37	36.41	35.72	35.19	34.75	34.39	34.07	33.79
36.2	13.9	56.6	789.5	36.27	-0.07	0.07	457.14	39.10	37.45	36.48	35.80	35.26	34.83	34.46	34.14	33.86
36.6	18.7	53.1	991.9	36.97	-0.37	0.37	471.43	39.17	37.52	36.56	35.87	35.34	34.90	34.54	34.22	33.94
36.6	12.2	55.5	678.1	35.95	0.65	0.65	485.71	39.25	37.59	36.63	35.94	35.41	34.97	34.61	34.29	34.01
36.8	7.9	19.2	151.8	34.92	1.88	1.88	500.00	39.31	37.66	36.70	36.01	35.48	35.04	34.68	34.36	34.08
36.8	17.0	52.5	890.7	36.74	0.06	0.06	514.29	39.38	37.73	36.76	36.08	35.55	35.11	34.74	34.43	34.14
36.8	15.1	54.9	830.0	36.47	0.33	0.33	528.57	39.45	37.79	36.83	36.14	35.61	35.18	34.81	34.49	34.21
36.8	13.7	52.4	718.6	36.23	0.57	0.57	542.86	39.51	37.86	36.89	36.21	35.67	35.24	34.87	34.55	34.27
36.9	17.8	52.3	931.2	36.85	0.05	0.05	557.14	39.57	37.92	36.95	36.27	35.74	35.30	34.93	34.62	34.34
36.9	10.5	58.8	617.4	35.60	1.30	1.30	571.43	39.63	37.98	37.01	36.33	35.80	35.36	34.99	34.68	34.40
37.0	18.6	52.3	971.7	36.96	0.04	0.04	585.71	39.69	38.04	37.07	36.39	35.86	35.42	35.05	34.74	34.45
37.0	15.9	54.2	860.3	36.58	0.42	0.42	600.00	39.75	38.10	37.13	36.44	35.91	35.48	35.11	34.79	34.51
37.1	18.6	52.4	976.7	36.96	0.09	0.09	614.29	39.81	38.15	37.19	36.50	35.97	35.53	35.17	34.85	34.57
37.1	18.6	52.7	981.8	36.96	0.14	0.14	628.57	39.86	38.21	37.24	36.56	36.02	35.59	35.22	34.90	34.62
37.2	15.4	49.3	759.1	36.51	0.69	0.69	642.86	39.91	38.26	37.30	36.61	36.08	35.64	35.28	34.96	34.68
37.3	19.9	52.8	1052.6	37.12	0.18	0.18	657.14	39.97	38.31	37.35	36.66	36.13	35.70	35.33	35.01	34.73
37.5	17.5	46.2	809.7	36.81	0.69	0.69	671.43	40.02	38.37	37.40	36.71	36.18	35.75	35.38	35.06	34.78
37.6	16.4	53.7	880.6	36.66	0.94	0.94	685.71	40.07	38.42	37.45	36.76	36.23	35.80	35.43	35.11	34.83
37.6	19.4	43.3	840.1	37.06	0.54	0.54	700.00	40.12	38.46	37.50	36.81	36.28	35.85	35.48	35.16	34.88
37.9	21.5	40.5	870.4	37.30	0.60	0.60	714.29	40.16	38.51	37.55	36.86	36.33	35.89	35.53	35.21	34.93
38.0	18.0	53.5	961.5	36.88	1.12	1.12	728.57	40.21	38.56	37.59	36.91	36.38	35.94	35.57	35.26	34.97
38.0	32.1	26.5	850.2	38.26	-0.26	0.26	742.86	40.26	38.61	37.64	36.95	36.42	35.99	35.62	35.30	35.02
38.0	27.3	30.0	819.8	37.88	0.12	0.12	757.14	40.30	38.65	37.69	37.00	36.47	36.03	35.67	35.35	35.07
38.0	25.7	33.5	860.3	37.73	0.27	0.27	771.43	40.35	38.70	37.73	37.04	36.51	36.08	35.71	35.39	35.11
38.0	21.3	37.1	789.5	37.28	0.72	0.72	785.71	40.39	38.74	37.77	37.09	36.56	36.12	35.75	35.44	35.15
38.1	16.9	53.3	900.8	36.73	1.37	1.37	800.00	40.43	38.78	37.82	37.13	36.60	36.16	35.80	35.48	35.20
38.1	23.8	37.9	900.8	37.54	0.56	0.56	814.29	40.48	38.83	37.86	37.17	36.64	36.21	35.84	35.52	35.24
38.2	17.9	53.2	951.4	36.86	1.34	1.34	828.57	40.52	38.87	37.90	37.21	36.68	36.25	35.88	35.56	35.28
38.3	17.7	53.1	941.3	36.84	1.46	1.46	842.86	40.56	38.91	37.94	37.26	36.72	36.29	35.92	35.60	35.32
38.4	30.5	31.2	951.4	38.13	0.27	0.27	857.14	40.60	38.95	37.98	37.30	36.76	36.33	35.96	35.64	35.36
38.4	17.5	53.1	931.2	36.82	1.58	1.58	871.43	40.64	38.99	38.02	37.33	36.80	36.37	36.00	35.68	35.40
38.5	25.4	35.4	900.8	37.70	0.80	0.80	885.71	40.68	39.03	38.06	37.37	36.84	36.41	36.04	35.72	35.44
38.6	33.9	28.4	961.5	38.39	0.21	0.21	900.00	40.72	39.06	38.10	37.41	36.88	36.44	36.08	35.76	35.48
38.6	32.5	29.6	961.5	38.29	0.31	0.31	914.29	40.75	39.10	38.13	37.45	36.92	36.48	36.12	35.80	35.52



ANEXO 4

MODELO ESTADÍSTICO Tsef(S) datos de la mañana

Número de datos	57	Coefficiente de correlación r Tsef - Tsef (S)	0.90	r <sup>2</sup>	0.80	Desviación estándar (°C)	7.47	Intervalo confianza (°C)	1.9								
Temperatura superficial medida	Nueva variable S=G/θ	Angulo incidencia solar calculado	Radiación solar medida	Modelo estadístico y Tsef estimada	Residuos	Valor absoluto residuos	Radiación solar del modelo estadístico	Ángulo de incidencia solar modelo estadístico									
Tsef	S	θ	G	T <sub>sef(S)</sub> = 6.3822Ln(S) + 26.347	r	ABS r	G <sub>model</sub>	5°	10°	θ=20°	θ=30°	θ=40°	θ=50°	θ=60°	θ=70°	θ=80°	θ=90°
29.0	1.6	64.3	101.2	29.24	-0.24	0.24	17.54	34.36	29.93	25.51	22.92	21.09	19.66	18.50	17.52	16.66	15.91
29.0	1.7	60.8	101.2	29.60	-0.60	0.60	35.09	38.78	34.36	29.93	27.35	25.51	24.09	22.92	21.94	21.09	20.34
29.0	1.8	57.2	101.2	29.98	-0.98	0.98	52.63	41.37	36.95	32.52	29.93	28.10	26.67	25.51	24.53	23.67	22.92
29.0	1.9	53.7	101.2	30.39	-1.39	1.39	70.18	43.21	38.78	34.36	31.77	29.93	28.51	27.35	26.36	25.51	24.76
30.0	1.8	50.1	91.1	30.16	-0.16	0.16	87.72	44.63	40.21	35.78	33.19	31.36	29.93	28.77	27.79	26.93	26.18
30.0	7.5	43.0	323.9	39.24	-9.24	9.24	105.26	45.79	41.37	36.95	34.36	32.52	31.10	29.93	28.95	28.10	27.35
31.0	9.7	46.6	454.0	40.88	-9.88	9.88	122.81	46.78	42.35	37.93	35.34	33.51	32.08	30.92	29.93	29.08	28.33
31.0	10.8	39.4	425.1	41.52	-10.52	10.52	140.35	47.63	43.21	38.78	36.19	34.36	32.93	31.77	30.79	29.93	29.18
33.0	4.8	61.0	293.5	36.38	-3.38	3.38	157.89	48.38	43.96	39.53	36.95	35.11	33.69	32.52	31.54	30.69	29.93
33.0	8.1	57.4	465.6	39.70	-6.70	6.70	175.44	49.05	44.63	40.21	37.62	35.78	34.36	33.19	32.21	31.36	30.61
33.0	13.8	35.9	496.0	43.11	-10.11	10.11	192.98	49.66	45.24	40.81	38.23	36.39	34.97	33.80	32.82	31.97	31.22
34.0	12.3	28.8	354.3	42.37	-8.37	8.37	210.53	50.22	45.79	41.37	38.78	36.95	35.52	34.36	33.37	32.52	31.77
36.0	13.2	32.3	425.1	42.79	-6.79	6.79	228.07	50.73	46.30	41.88	39.29	37.46	36.03	34.87	33.89	33.03	32.28
36.0	15.6	25.2	394.7	43.90	-7.90	7.90	245.61	51.20	46.78	42.35	39.77	37.93	36.51	35.34	34.36	33.51	32.75
38.0	10.1	53.9	546.6	41.14	-3.14	3.14	263.16	51.64	47.22	42.79	40.21	38.37	36.95	35.78	34.80	33.95	33.19
38.0	22.8	21.7	496.0	46.31	-8.31	8.31	280.70	52.05	47.63	43.21	40.62	38.78	37.36	36.19	35.21	34.36	33.61
39.0	12.3	50.3	617.4	42.35	-3.35	3.35	298.25	52.44	48.02	43.59	41.01	39.17	37.74	36.58	35.60	34.75	33.99
40.0	20.2	43.0	870.4	45.54	-5.54	5.54	315.79	52.81	48.38	43.96	41.37	39.53	38.11	36.95	35.96	35.11	34.36
41.0	14.5	46.8	678.1	43.42	-2.42	2.42	333.33	53.15	48.73	44.30	41.71	39.88	38.45	37.29	36.31	35.46	34.70

41.0	20.0	39.5	789.5	45.47	-4.47	4.47	350.88	53.48	49.05	44.63	42.04	40.21	38.78	37.62	36.63	35.78	35.03
41.0	26.1	32.4	845.1	47.17	-6.17	6.17	368.42	53.79	49.37	44.94	42.35	40.52	39.09	37.93	36.95	36.09	35.34
41.0	35.5	18.2	647.8	49.13	-8.13	8.13	385.96	54.09	49.66	45.24	42.65	40.81	39.39	38.23	37.24	36.39	35.64
42.0	41.0	14.8	607.3	50.05	-8.05	8.05	403.51	54.37	49.95	45.52	42.93	41.10	39.67	38.51	37.53	36.67	35.92
43.0	21.4	35.9	769.2	45.91	-2.91	2.91	421.05	54.64	50.22	45.79	43.21	41.37	39.95	38.78	37.80	36.95	36.19
44.0	15.7	43.2	678.1	43.92	0.08	0.08	438.60	54.90	50.48	46.05	43.47	41.63	40.21	39.04	38.06	37.21	36.45
44.0	18.7	39.4	738.9	45.05	-1.05	1.05	456.14	55.15	50.73	46.30	43.72	41.88	40.46	39.29	38.31	37.46	36.71
44.0	45.4	21.8	991.9	50.70	-6.70	6.70	473.68	55.39	50.97	46.55	43.96	42.12	40.70	39.53	38.55	37.70	36.95
45.0	18.1	39.7	718.6	44.84	0.16	0.16	491.23	55.63	51.20	46.78	44.19	42.35	40.93	39.77	38.78	37.93	37.18
46.0	22.5	35.9	809.7	46.23	-0.23	0.23	508.77	55.85	51.43	47.00	44.41	42.58	41.15	39.99	39.01	38.15	37.40
46.0	19.0	36.1	688.3	45.16	0.84	0.84	526.32	56.07	51.64	47.22	44.63	42.79	41.37	40.21	39.22	38.37	37.62
46.0	30.5	28.8	880.6	48.17	-2.17	2.17	543.86	56.27	51.85	47.43	44.84	43.00	41.58	40.42	39.43	38.58	37.83
47.0	23.3	32.6	759.1	46.44	0.56	0.56	561.40	56.48	52.05	47.63	45.04	43.21	41.78	40.62	39.63	38.78	38.03
48.0	25.0	32.3	809.7	46.90	1.10	1.10	578.95	56.67	52.25	47.83	45.24	43.40	41.98	40.81	39.83	38.98	38.23
48.0	36.8	25.3	931.2	49.35	-1.35	1.35	596.49	56.86	52.44	48.02	45.43	43.59	42.17	41.01	40.02	39.17	38.42
49.0	29.2	28.8	840.1	47.87	1.13	1.13	614.04	57.05	52.63	48.20	45.61	43.78	42.35	41.19	40.21	39.35	38.60
49.0	29.6	29.1	860.3	47.96	1.04	1.04	631.58	57.23	52.81	48.38	45.79	43.96	42.53	41.37	40.39	39.53	38.78
50.0	34.3	25.6	880.6	48.92	1.08	1.08	649.12	57.40	52.98	48.56	45.97	44.13	42.71	41.54	40.56	39.71	38.96
51.0	39.6	22.2	880.6	49.83	1.17	1.17	666.67	57.57	53.15	48.73	46.14	44.30	42.88	41.71	40.73	39.88	39.13
51.0	57.3	18.4	1052.6	52.18	-1.18	1.18	684.21	57.74	53.32	48.89	46.30	44.47	43.04	41.88	40.90	40.04	39.29
51.0	62.8	15.0	941.3	52.77	-1.77	1.77	701.75	57.90	53.48	49.05	46.47	44.63	43.21	42.04	41.06	40.21	39.45
51.0	82.8	11.7	971.7	54.54	-3.54	3.54	719.30	58.06	53.64	49.21	46.62	44.79	43.36	42.20	41.22	40.36	39.61
51.0	110.7	8.4	931.2	56.39	-5.39	5.39	736.84	58.21	53.79	49.37	46.78	44.94	43.52	42.35	41.37	40.52	39.77
51.0	108.6	8.8	951.4	56.27	-5.27	5.27	754.39	58.36	53.94	49.52	46.93	45.09	43.67	42.50	41.52	40.67	39.92
51.0	148.7	6.5	961.5	58.27	-7.27	7.27	771.93	58.51	54.09	49.66	47.07	45.24	43.81	42.65	41.67	40.81	40.06
52.0	35.6	25.3	900.8	49.15	2.85	2.85	789.47	58.65	54.23	49.81	47.22	45.38	43.96	42.79	41.81	40.96	40.21
52.0	41.4	21.8	900.8	50.11	1.89	1.89	807.02	58.79	54.37	49.95	47.36	45.52	44.10	42.93	41.95	41.10	40.35
52.0	49.2	18.3	900.8	51.21	0.79	0.79	824.56	58.93	54.51	50.08	47.50	45.66	44.24	43.07	42.09	41.24	40.48
52.0	60.5	14.9	900.8	52.53	-0.53	0.53	842.11	59.07	54.64	50.22	47.63	45.79	44.37	43.21	42.22	41.37	40.62
52.0	59.5	15.6	931.2	52.43	-0.43	0.43	859.65	59.20	54.77	50.35	47.76	45.93	44.50	43.34	42.35	41.50	40.75
52.0	77.6	11.6	900.8	54.12	-2.12	2.12	877.19	59.33	54.90	50.48	47.89	46.05	44.63	43.47	42.48	41.63	40.88
52.0	105.0	8.6	900.8	56.05	-4.05	4.05	894.74	59.45	55.03	50.60	48.02	46.18	44.76	43.59	42.61	41.76	41.01
52.0	180.8	5.9	1072.9	59.52	-7.52	7.52	912.28	59.58	55.15	50.73	48.14	46.30	44.88	43.72	42.73	41.88	41.13
52.0	150.9	6.2	935.0	58.36	-6.36	6.36	929.82	59.70	55.27	50.85	48.26	46.43	45.00	43.84	42.85	42.00	41.25
54.0	49.3	18.9	931.2	51.23	2.77	2.77	947.37	59.82	55.39	50.97	48.38	46.55	45.12	43.96	42.97	42.12	41.37
54.0	93.8	10.0	941.3	55.33	-1.33	1.33	964.91	59.93	55.51	51.09	48.50	46.66	45.24	44.07	43.09	42.24	41.49
55.0	74.5	12.6	941.3	53.86	1.14	1.14	982.46	60.05	55.63	51.20	48.61	46.78	45.35	44.19	43.21	42.35	41.60
56.0	115.2	8.3	951.4	56.64	-0.64	0.64	1000.00	60.16	55.74	51.31	48.73	46.89	45.47	44.30	43.32	42.47	41.71

ANEXO 4

MODELO ESTADÍSTICO Tse(S) datos de la tarde

Número de datos	37	Coefficiente de correlación Tsef-Tsef (S)	0.91	r <sup>2</sup>	0.82	Desviación estándar (°C)	4.5	Intervalo confianza (°C)	1.5	Ángulo de incidencia solar modelo estadístico								
Temperatura superficial al medida	Nueva variable S=G/θ	Angulo incidencia solar calculado	Radiación solar medida	Modelo estadístico y Tsef estimada	Residuos	Valor absoluto residuos	Radiación solar del modelo estadístico											
Tsef	S	θ	G	Tsef(S) = 3.6532Ln(S) + 35.727	r	ABS r	Gmodelo	5°	10°	θ=20°	θ=30°	θ=40°	θ=50°	θ=60°	θ=70°	θ=80°	θ=90°	
35.0	1.2	75.9	91.1	36.39	-1.39	1.39	27.03	41.89	39.36	36.83	35.35	34.29	33.48	32.81	32.25	31.76	31.33	
36.0	3.4	68.9	232.8	40.18	-4.18	4.18	54.05	44.42	41.89	39.36	37.88	36.83	36.01	35.35	34.78	34.29	33.86	
37.0	2.4	72.4	172.1	38.89	-1.89	1.89	81.08	45.90	43.37	40.84	39.36	38.31	37.49	36.83	36.26	35.78	35.35	
40.0	4.3	65.3	283.4	41.09	-1.09	1.09	108.11	46.96	44.42	41.89	40.41	39.36	38.54	37.88	37.31	36.83	36.40	
43.0	29.6	15.7	465.6	48.10	-5.10	5.10	135.14	47.77	45.24	42.71	41.23	40.17	39.36	38.69	38.13	37.64	37.21	
43.0	4.9	61.8	303.6	41.54	1.46	1.46	162.16	48.44	45.90	43.37	41.89	40.84	40.03	39.36	38.80	38.31	37.88	
44.0	24.3	19.2	465.6	47.38	-3.38	3.38	189.19	49.00	46.47	43.94	42.45	41.40	40.59	39.92	39.36	38.87	38.44	
44.0	24.6	22.7	556.7	47.42	-3.42	3.42	216.22	49.49	46.96	44.42	42.94	41.89	41.08	40.41	39.85	39.36	38.93	
46.0	22.5	36.9	830.0	47.10	-1.10	1.10	243.24	49.92	47.39	44.85	43.37	42.32	41.51	40.84	40.28	39.79	39.36	
46.0	21.3	37.1	789.5	46.90	-0.90	0.90	270.27	50.30	47.77	45.24	43.76	42.71	41.89	41.23	40.66	40.17	39.74	
46.0	10.4	54.7	566.8	44.27	1.73	1.73	297.30	50.65	48.12	45.59	44.11	43.05	42.24	41.57	41.01	40.52	40.09	
47.0	25.7	33.5	860.3	47.58	-0.58	0.58	324.32	50.97	48.44	45.90	44.42	43.37	42.56	41.89	41.33	40.84	40.41	
47.0	12.5	51.2	637.7	44.94	2.06	2.06	351.35	51.26	48.73	46.20	44.72	43.67	42.85	42.18	41.62	41.13	40.70	
48.0	27.3	30.0	819.8	47.81	0.19	0.19	378.38	51.53	49.00	46.47	44.99	43.94	43.12	42.45	41.89	41.40	40.97	
48.0	24.9	33.4	830.0	47.47	0.53	0.53	405.41	51.78	49.25	46.72	45.24	44.19	43.37	42.71	42.14	41.66	41.23	
48.0	13.8	47.6	657.9	45.32	2.68	2.68	432.43	52.02	49.49	46.96	45.47	44.42	43.61	42.94	42.38	41.89	41.46	
48.0	8.0	58.3	465.6	43.32	4.68	4.68	459.46	52.24	49.71	47.18	45.70	44.65	43.83	43.16	42.60	42.11	41.68	
49.0	38.4	22.9	880.6	49.05	-0.05	0.05	486.49	52.45	49.92	47.39	45.90	44.85	44.04	43.37	42.81	42.32	41.89	
49.0	33.1	26.3	870.4	48.51	0.49	0.49	513.51	52.65	50.12	47.58	46.10	45.05	44.24	43.57	43.01	42.52	42.09	
49.0	32.1	26.5	850.2	48.40	0.60	0.60	540.54	52.84	50.30	47.77	46.29	45.24	44.42	43.76	43.19	42.71	42.28	
49.0	27.5	29.8	819.8	47.83	1.17	1.17	567.57	53.01	50.48	47.95	46.47	45.42	44.60	43.94	43.37	42.88	42.45	
49.0	18.2	40.5	738.9	46.34	2.66	2.66	594.59	53.18	50.65	48.12	46.64	45.59	44.77	44.11	43.54	43.05	42.62	
49.0	16.1	44.0	708.5	45.88	3.12	3.12	621.62	53.35	50.81	48.28	46.80	45.75	44.93	44.27	43.70	43.22	42.79	
50.0	46.6	19.3	900.8	49.76	0.24	0.24	648.65	53.50	50.97	48.44	46.96	45.90	45.09	44.42	43.86	43.37	42.94	
51.0	98.4	9.7	951.4	52.49	-1.49	1.49	675.68	53.65	51.12	48.59	47.10	46.05	45.24	44.57	44.01	43.52	43.09	



51.0	58.6	15.9	931.2	50.60	0.40	0.40	702.70	53.79	51.26	48.73	47.25	46.20	45.38	44.72	44.15	43.67	43.23
51.0	47.3	19.5	921.1	49.81	1.19	1.19	729.73	53.93	51.40	48.87	47.39	46.34	45.52	44.85	44.29	43.80	43.37
51.0	41.3	22.8	941.3	49.32	1.68	1.68	756.76	54.06	51.53	49.00	47.52	46.47	45.65	44.99	44.42	43.94	43.51
52.0	74.5	12.6	935.0	51.47	0.53	0.53	783.78	54.19	51.66	49.13	47.65	46.60	45.78	45.11	44.55	44.06	43.63
52.0	73.8	12.8	941.3	51.44	0.56	0.56	810.81	54.32	51.78	49.25	47.77	46.72	45.90	45.24	44.68	44.19	43.76
53.0	215.7	5.1	1093.1	55.36	-2.36	2.36	837.84	54.44	51.90	49.37	47.89	46.84	46.02	45.36	44.80	44.31	43.88
53.0	177.9	5.4	961.5	54.66	-1.66	1.66	864.86	54.55	52.02	49.49	48.01	46.96	46.14	45.47	44.91	44.42	43.99
53.0	179.7	5.7	1032.4	54.69	-1.69	1.69	891.89	54.66	52.13	49.60	48.12	47.07	46.25	45.59	45.02	44.54	44.11
53.0	150.7	6.8	1022.3	54.05	-1.05	1.05	918.92	54.77	52.24	49.71	48.23	47.18	46.36	45.70	45.13	44.65	44.21
54.0	100.8	9.4	950.0	52.58	1.42	1.42	945.95	54.88	52.35	49.82	48.33	47.28	46.47	45.80	45.24	44.75	44.32
55.0	122.2	7.9	961.5	53.28	1.72	1.72	972.97	54.98	52.45	49.92	48.44	47.39	46.57	45.90	45.34	44.85	44.42
55.0	106.3	9.0	961.5	52.77	2.23	2.23	1000.00	55.08	52.55	50.02	48.54	47.49	46.67	46.00	45.44	44.95	44.52

## ANEXO 4

## MODELO ESTADÍSTICO Tsen (S) datos de la mañana

Número de datos	84	Indice de correlación Tsen - Tsen(S)	0.87	R <sup>2</sup>	0.75	Desviación estándar (°C)	8.39	Intervalo confianza (°C)	1.8									
Temperatura superficial medida	Nueva variable S=G/θ	Angulo incidencia solar calculado	Radiación solar medida	Modelo estadístico y Tsen estimada	Residuos	Valor absoluto residuos	Radiación solar del modelo estadístico	Ángulo de incidencia solar modelo estadístico										
Tsen	S	θ	G	.0615Ln(S)	r	ABS r	Gmodelo	5°	10°	θ=20°	θ=30°	θ=40°	θ=50°	θ=60°	θ=70°	θ=80°	θ=90°	
29.0	1.6	64.3	101.2	24.54	4.46	4.46	11.90	28.29	22.01	15.73	12.06	9.45	7.43	5.78	4.38	3.17	2.10	
29.0	1.7	60.8	101.2	25.05	3.95	3.95	23.81	34.57	28.29	22.01	18.34	15.73	13.71	12.06	10.66	9.45	8.38	
29.0	1.8	57.2	101.2	25.60	3.40	3.40	35.71	38.25	31.97	25.69	22.01	19.41	17.38	15.73	14.33	13.12	12.06	
29.0	1.9	53.7	101.2	26.18	2.82	2.82	47.62	40.85	34.57	28.29	24.62	22.01	19.99	18.34	16.94	15.73	14.66	
30.0	1.8	50.1	91.1	25.84	4.16	4.16	59.52	42.88	36.60	30.31	26.64	24.03	22.01	20.36	18.96	17.75	16.69	
30.0	7.5	43.0	323.9	38.73	-8.73	8.73	71.43	44.53	38.25	31.97	28.29	25.69	23.66	22.01	20.62	19.41	18.34	
31.0	9.7	46.6	454.0	41.06	-10.06	10.06	83.33	45.93	39.64	33.36	29.69	27.08	25.06	23.41	22.01	20.80	19.73	
31.0	10.8	39.4	425.1	41.98	-10.98	10.98	95.24	47.14	40.85	34.57	30.90	28.29	26.27	24.62	23.22	22.01	20.94	
35.0	13.8	35.9	496.0	44.23	-9.23	9.23	107.14	48.20	41.92	35.64	31.97	29.36	27.34	25.69	24.29	23.08	22.01	
36.0	4.8	61.0	293.5	34.67	1.33	1.33	119.05	49.16	42.88	36.60	32.92	30.31	28.29	26.64	25.24	24.03	22.97	
37.0	8.1	57.4	465.6	39.40	-2.40	2.40	130.95	50.02	43.74	37.46	33.79	31.18	29.16	27.50	26.11	24.90	23.83	
37.0	12.3	28.8	354.3	43.18	-6.18	6.18	142.86	50.81	44.53	38.25	34.57	31.97	29.94	28.29	26.90	25.69	24.62	
38.0	15.6	25.2	394.7	45.35	-7.35	7.35	154.76	51.54	45.25	38.97	35.30	32.69	30.67	29.02	27.62	26.41	25.34	
39.0	11.3	52.6	597.2	42.44	-3.44	3.44	166.67	52.21	45.93	39.64	35.97	33.36	31.34	29.69	28.29	27.08	26.02	
39.0	13.2	32.3	425.1	43.78	-4.78	4.78	178.57	52.83	46.55	40.27	36.60	33.99	31.97	30.31	28.92	27.71	26.64	
40.0	15.5	48.9	759.1	45.28	-5.28	5.28	190.48	53.42	47.14	40.85	37.18	34.57	32.55	30.90	29.50	28.29	27.23	
40.0	17.9	45.2	809.0	46.57	-6.57	6.57	202.38	53.97	47.69	41.40	37.73	35.12	33.10	31.45	30.05	28.84	27.77	
40.0	22.8	21.7	496.0	48.78	-8.78	8.78	214.29	54.48	48.20	41.92	38.25	35.64	33.62	31.97	30.57	29.36	28.29	
41.0	20.5	41.5	850.0	47.79	-6.79	6.79	226.19	54.97	48.69	42.41	38.74	36.13	34.11	32.46	31.06	29.85	28.78	
42.0	13.8	27.1	374.5	44.24	-2.24	2.24	238.10	55.44	49.16	42.88	39.20	36.60	34.57	32.92	31.52	30.31	29.25	
42.0	10.1	53.9	546.6	41.43	0.57	0.57	250.00	55.88	49.60	43.32	39.64	37.04	35.02	33.36	31.97	30.76	29.69	

42.0	20.2	43.0	870.4	47.68	-5.68	5.68	261.90	56.30	50.02	43.74	40.07	37.46	35.44	33.79	32.39	31.18	30.11
42.5	23.7	37.8	897.0	49.12	-6.62	6.62	273.81	56.71	50.42	44.14	40.47	37.86	35.84	34.19	32.79	31.58	30.51
43.0	18.4	24.2	445.3	46.84	-3.84	3.84	285.71	57.09	50.81	44.53	40.85	38.25	36.23	34.57	33.18	31.97	30.90
44.0	35.5	18.2	647.8	52.78	-8.78	8.78	297.62	57.46	51.18	44.90	41.22	38.62	36.60	34.94	33.55	32.34	31.27
45.0	12.3	50.3	617.4	43.15	1.85	1.85	309.52	57.82	51.54	45.25	41.58	38.97	36.95	35.30	33.90	32.69	31.62
46.0	20.0	39.5	789.5	47.58	-1.58	1.58	321.43	58.16	51.88	45.60	41.92	39.32	37.29	35.64	34.24	33.03	31.97
46.0	27.0	34.1	921.1	50.30	-4.30	4.30	333.33	58.49	52.21	45.93	42.25	39.64	37.62	35.97	34.57	33.36	32.30
46.0	26.1	32.4	845.1	49.99	-3.99	3.99	345.24	58.81	52.52	46.24	42.57	39.96	37.94	36.29	34.89	33.68	32.61
47.0	41.0	14.8	607.3	54.08	-7.08	7.08	357.14	59.11	52.83	46.55	42.88	40.27	38.25	36.60	35.20	33.99	32.92
47.0	45.8	11.5	526.3	55.08	-8.08	8.08	369.05	59.41	53.13	46.85	43.17	40.57	38.55	36.89	35.50	34.29	33.22
48.0	14.5	46.8	678.1	44.67	3.33	3.33	380.95	59.70	53.42	47.14	43.46	40.85	38.83	37.18	35.78	34.57	33.51
49.0	18.7	39.4	738.9	46.98	2.02	2.02	392.86	59.98	53.70	47.41	43.74	41.13	39.11	37.46	36.06	34.85	33.79
49.0	21.4	35.9	769.2	48.20	0.80	0.80	404.76	60.25	53.97	47.69	44.01	41.40	39.38	37.73	36.33	35.12	34.06
50.0	30.5	28.8	880.6	51.41	-1.41	1.41	416.67	60.51	54.23	47.95	44.27	41.67	39.64	37.99	36.60	35.39	34.32
50.0	45.4	21.8	991.9	55.02	-5.02	5.02	428.57	60.76	54.48	48.20	44.53	41.92	39.90	38.25	36.85	35.64	34.57
51.0	15.7	43.2	678.1	45.38	5.62	5.62	440.48	61.01	54.73	48.45	44.78	42.17	40.15	38.50	37.10	35.89	34.82
51.0	22.5	35.9	809.7	48.66	2.34	2.34	452.38	61.25	54.97	48.69	45.02	42.41	40.39	38.74	37.34	36.13	35.06
51.0	29.0	30.4	880.6	50.93	0.07	0.07	464.29	61.49	55.21	48.93	45.25	42.65	40.63	38.97	37.58	36.37	35.30
51.0	32.6	26.7	870.4	52.00	-1.00	1.00	476.19	61.72	55.44	49.16	45.48	42.88	40.85	39.20	37.81	36.60	35.53
52.0	24.0	21.5	516.2	49.24	2.76	2.76	488.10	61.94	55.66	49.38	45.71	43.10	41.08	39.43	38.03	36.82	35.75
52.0	18.1	39.7	718.6	46.68	5.32	5.32	500.00	62.16	55.88	49.60	45.93	43.32	41.30	39.64	38.25	37.04	35.97
52.0	19.0	36.1	688.3	47.14	4.86	4.86	511.90	62.37	56.09	49.81	46.14	43.53	41.51	39.86	38.46	37.25	36.18
52.0	36.8	25.3	931.2	53.10	-1.10	1.10	523.81	62.58	56.30	50.02	46.35	43.74	41.72	40.07	38.67	37.46	36.39
54.0	25.0	32.3	809.7	49.61	4.39	4.39	535.71	62.79	56.51	50.23	46.55	43.94	41.92	40.27	38.87	37.66	36.60
54.0	23.3	32.6	759.1	48.95	5.05	5.05	547.62	62.99	56.71	50.42	46.75	44.14	42.12	40.47	39.07	37.86	36.79
54.0	38.7	23.0	890.7	53.57	0.43	0.43	559.52	63.18	56.90	50.62	46.94	44.34	42.32	40.66	39.27	38.06	36.99
54.0	48.8	19.3	941.3	55.66	-1.66	1.66	571.43	63.37	57.09	50.81	47.14	44.53	42.51	40.85	39.46	38.25	37.18
55.0	28.5	19.2	546.6	50.80	4.20	4.20	583.33	63.56	57.28	51.00	47.32	44.72	42.69	41.04	39.64	38.43	37.37
55.0	29.2	28.8	840.1	51.00	4.00	4.00	595.24	63.74	57.46	51.18	47.51	44.90	42.88	41.22	39.83	38.62	37.55
55.0	29.6	29.1	860.3	51.12	3.88	3.88	607.14	63.92	57.64	51.36	47.69	45.08	43.06	41.40	40.01	38.80	37.73
55.0	59.8	15.6	931.2	57.50	-2.50	2.50	619.05	64.10	57.82	51.54	47.86	45.25	43.23	41.58	40.18	38.97	37.91
55.0	24.3	39.5	961.5	49.35	5.65	5.65	630.95	64.27	57.99	51.71	48.03	45.43	43.40	41.75	40.36	39.15	38.08
55.0	22.4	42.9	961.5	48.61	6.39	6.39	642.86	64.44	58.16	51.88	48.20	45.60	43.57	41.92	40.53	39.32	38.25
56.0	57.3	18.4	1052.6	57.12	-1.12	1.12	654.76	64.61	58.32	52.04	48.37	45.76	43.74	42.09	40.69	39.48	38.41
56.0	30.9	29.8	921.1	51.53	4.47	4.47	666.67	64.77	58.49	52.21	48.53	45.93	43.90	42.25	40.85	39.64	38.58
56.0	80.1	11.9	951.4	60.15	-4.15	4.15	678.57	64.93	58.65	52.37	48.69	46.09	44.06	42.41	41.02	39.81	38.74
56.0	28.6	32.9	941.3	50.81	5.19	5.19	690.48	65.09	58.81	52.52	48.85	46.24	44.22	42.57	41.17	39.96	38.90
56.0	26.3	36.2	951.4	50.05	5.95	5.95	702.38	65.24	58.96	52.68	49.01	46.40	44.38	42.72	41.33	40.12	39.05
57.0	35.1	17.3	607.3	52.68	4.32	4.32	714.29	65.39	59.11	52.83	49.16	46.55	44.53	42.88	41.48	40.27	39.20
57.0	46.3	15.9	738.9	55.19	1.81	1.81	726.19	65.54	59.26	52.98	49.31	46.70	44.68	43.03	41.63	40.42	39.35

57.0	34.5	26.7	921.1	52.51	4.49	4.49	738.10	65.69	59.41	53.13	49.45	46.85	44.83	43.17	41.78	40.57	39.50
58.0	44.9	15.6	698.4	54.90	3.10	3.10	750.00	65.84	59.55	53.27	49.60	46.99	44.97	43.32	41.92	40.71	39.64
58.0	35.6	25.3	900.8	52.81	5.19	5.19	761.90	65.98	59.70	53.42	49.74	47.14	45.11	43.46	42.06	40.85	39.79
58.0	34.3	25.6	880.6	52.48	5.52	5.52	773.81	66.12	59.84	53.56	49.88	47.28	45.25	43.60	42.21	41.00	39.93
58.0	36.5	23.9	870.4	53.03	4.97	4.97	785.71	66.26	59.98	53.70	50.02	47.41	45.39	43.74	42.34	41.13	40.07
58.0	41.4	21.8	900.8	54.16	3.84	3.84	797.62	66.39	60.11	53.83	50.16	47.55	45.53	43.88	42.48	41.27	40.20
58.0	39.6	22.2	880.6	53.77	4.23	4.23	809.52	66.53	60.25	53.97	50.29	47.69	45.66	44.01	42.61	41.40	40.34
58.0	49.2	18.3	900.8	55.74	2.26	2.26	821.43	66.66	60.38	54.10	50.42	47.82	45.80	44.14	42.75	41.54	40.47
58.0	60.5	14.9	900.8	57.60	0.40	0.40	833.33	66.79	60.51	54.23	50.55	47.95	45.93	44.27	42.88	41.67	40.60
58.0	62.8	15.0	941.3	57.95	0.05	0.05	845.24	66.92	60.64	54.36	50.68	48.08	46.05	44.40	43.01	41.80	40.73
58.0	77.6	11.6	900.8	59.86	-1.86	1.86	857.14	67.05	60.76	54.48	50.81	48.20	46.18	44.53	43.13	41.92	40.85
58.0	82.8	11.7	971.7	60.45	-2.45	2.45	869.05	67.17	60.89	54.61	50.93	48.33	46.31	44.65	43.26	42.05	40.98
58.0	105.0	8.6	900.8	62.60	-4.60	4.60	880.95	67.29	61.01	54.73	51.06	48.45	46.43	44.78	43.38	42.17	41.10
58.0	108.6	8.8	951.4	62.91	-4.91	4.91	892.86	67.42	61.13	54.85	51.18	48.57	46.55	44.90	43.50	42.29	41.22
59.0	41.0	16.0	657.9	54.09	4.91	4.91	904.76	67.54	61.25	54.97	51.30	48.69	46.67	45.02	43.62	42.41	41.34
59.0	46.7	17.1	799.6	55.27	3.73	3.73	916.67	67.65	61.37	55.09	51.42	48.81	46.79	45.14	43.74	42.53	41.46
60.0	44.4	18.9	840.1	54.80	5.20	5.20	928.57	67.77	61.49	55.21	51.54	48.93	46.91	45.25	43.86	42.65	41.58
60.0	40.5	21.2	860.3	53.98	6.02	6.02	940.48	67.89	61.61	55.32	51.65	49.04	47.02	45.37	43.97	42.76	41.70
61.0	59.5	15.6	931.2	57.46	3.54	3.54	952.38	68.00	61.72	55.44	51.76	49.16	47.14	45.48	44.09	42.88	41.81
62.0	49.3	18.9	931.2	55.76	6.24	6.24	964.29	68.11	61.83	55.55	51.88	49.27	47.25	45.60	44.20	42.99	41.92
63.0	74.5	12.6	941.3	59.49	3.51	3.51	976.19	68.22	61.94	55.66	51.99	49.38	47.36	45.71	44.31	43.10	42.03
63.0	93.8	10.0	941.3	61.58	1.42	1.42	988.10	68.33	62.05	55.77	52.10	49.49	47.47	45.82	44.42	43.21	42.14
64.0	115.2	8.3	951.4	63.44	0.56	0.56	1000.00	68.44	62.16	55.88	52.21	49.60	47.58	45.93	44.53	43.32	42.25

4.16

**ANEXO 4**

**MODELO ESTADÍSTICO Tsen(S) datos de la tarde**

Número de datos	68	Indice de correlación Tsen - S	0.84	r <sup>2</sup>	0.70	Desviación estándar (cm)	5.03	Intervalo confianza (cm)	1.1967								
Temperatura superficial medida	Nueva variable S=G/θ	Angulo incidencia solar calculado	Radiación solar medida	Modelo estadístico y Tsen estimada	Residuos	Valor absoluto residuos	Radiación solar del modelo estadístico	Ángulo de incidencia solar modelo estadístico									
Tsen	S	θ	G	1.6401Ln(S)	r	ABS r	Gmodelo	5°	10°	θ=20°	θ=30°	θ=40°	θ=50°	θ=60°	θ=70°	θ=80°	θ=90°
36.0	1.2	75.9	91.1	38.35	-2.35	2.35	14.71	42.51	39.30	36.08	34.20	32.86	31.83	30.98	30.27	29.65	29.10
39.0	3.4	68.9	232.8	43.16	-4.16	4.16	29.41	45.73	42.51	39.30	37.42	36.08	35.04	34.20	33.48	32.86	32.32
39.0	2.4	72.4	172.1	41.52	-2.52	2.52	44.12	47.61	44.40	41.18	39.30	37.96	36.93	36.08	35.36	34.75	34.20
42.0	7.2	88.4	637.7	46.68	-4.68	4.68	58.82	48.95	45.73	42.51	40.63	39.30	38.26	37.42	36.70	36.08	35.53
43.0	7.6	84.9	647.8	46.94	-3.94	3.94	73.53	49.98	46.77	43.55	41.67	40.33	39.30	38.45	37.74	37.12	36.57
43.0	4.3	65.3	283.4	44.32	-1.32	1.32	88.24	50.83	47.61	44.40	42.51	41.18	40.14	39.30	38.58	37.96	37.42
44.0	9.0	81.3	728.7	47.68	-3.68	3.68	102.94	51.54	48.33	45.11	43.23	41.89	40.86	40.01	39.30	38.68	38.13
45.0	10.0	77.8	779.4	48.20	-3.20	3.20	117.65	52.16	48.95	45.73	43.85	42.51	41.48	40.63	39.92	39.30	38.75
46.0	29.6	15.7	465.6	53.23	-7.23	7.23	132.35	52.71	49.49	46.28	44.40	43.06	42.02	41.18	40.46	39.84	39.30
46.0	13.2	67.2	890.7	49.50	-3.50	3.50	147.06	53.20	49.98	46.77	44.88	43.55	42.51	41.67	40.95	40.33	39.79
46.0	11.0	74.3	819.8	48.65	-2.65	2.65	161.76	53.64	50.42	47.21	45.33	43.99	42.96	42.11	41.39	40.77	40.23
46.0	6.6	91.9	607.3	46.27	-0.27	0.27	176.47	54.05	50.83	47.61	45.73	44.40	43.36	42.51	41.80	41.18	40.63
47.0	24.3	19.2	465.6	52.31	-5.31	5.31	191.18	54.42	51.20	47.98	46.10	44.77	43.73	42.88	42.17	41.55	41.00
47.0	24.6	22.7	556.7	52.36	-5.36	5.36	205.88	54.76	51.54	48.33	46.45	45.11	44.07	43.23	42.51	41.89	41.35
47.0	12.0	70.8	850.2	49.05	-2.05	2.05	220.59	55.08	51.86	48.65	46.77	45.43	44.40	43.55	42.83	42.21	41.67
47.0	4.9	61.8	303.6	44.89	2.11	2.11	235.29	55.38	52.16	48.95	47.07	45.73	44.69	43.85	43.13	42.51	41.97
49.0	45.8	12.4	566.8	55.26	-6.26	6.26	250.00	55.66	52.44	49.23	47.35	46.01	44.98	44.13	43.41	42.79	42.25
49.0	15.5	60.2	931.2	50.22	-1.22	1.22	264.71	55.93	52.71	49.49	47.61	46.28	45.24	44.40	43.68	43.06	42.51
49.0	14.3	63.7	910.9	49.85	-0.85	0.85	279.41	56.18	52.96	49.74	47.86	46.53	45.49	44.65	43.93	43.31	42.76
50.0	17.9	53.2	951.4	50.89	-0.89	0.89	294.12	56.42	53.20	49.98	48.10	46.77	45.73	44.88	44.17	43.55	43.00
50.0	16.6	56.7	941.3	50.54	-0.54	0.54	308.82	56.64	53.43	50.21	48.33	46.99	45.96	45.11	44.40	43.78	43.23
51.0	19.3	49.7	961.5	51.25	-0.25	0.25	323.53	56.86	53.64	50.42	48.54	47.21	46.17	45.33	44.61	43.99	43.44
51.0	21.3	37.1	789.5	51.70	-0.70	0.70	338.24	57.06	53.85	50.63	48.75	47.41	46.38	45.53	44.82	44.20	43.65
51.0	13.9	47.4	657.9	49.71	1.29	1.29	352.94	57.26	54.05	50.83	48.95	47.61	46.58	45.73	45.01	44.40	43.85
51.0	10.4	54.7	566.8	48.36	2.64	2.64	367.65	57.45	54.23	51.02	49.14	47.80	46.77	45.92	45.20	44.58	44.04
52.0	22.5	36.9	830.0	51.95	0.05	0.05	382.35	57.63	54.42	51.20	49.32	47.98	46.95	46.10	45.39	44.77	44.22
53.0	20.8	46.3	961.5	51.58	1.42	1.42	397.06	57.81	54.59	51.38	49.49	48.16	47.12	46.28	45.56	44.94	44.40

53.0	12.5	51.2	637.7	49.22	3.78	3.78	411.76	57.98	54.76	51.54	49.66	48.33	47.29	46.45	45.73	45.11	44.56
53.0	8.0	58.3	465.6	47.15	5.85	5.85	426.47	58.14	54.92	51.71	49.83	48.49	47.45	46.61	45.89	45.27	44.73
54.0	80.4	9.2	738.9	57.86	-3.86	3.86	441.18	58.30	55.08	51.86	49.98	48.65	47.61	46.77	46.05	45.43	44.88
54.0	63.6	16.1	1022.3	56.78	-2.78	2.78	455.88	58.45	55.23	52.02	50.13	48.80	47.76	46.92	46.20	45.58	45.04
54.0	27.3	30.0	819.8	52.86	1.14	1.14	470.59	58.60	55.38	52.16	50.28	48.95	47.91	47.07	46.35	45.73	45.18
54.0	24.9	33.4	830.0	52.42	1.58	1.58	485.29	58.74	55.52	52.31	50.42	49.09	48.05	47.21	46.49	45.87	45.33
54.0	25.7	33.5	860.3	52.57	1.43	1.43	500.00	58.88	55.66	52.44	50.56	49.23	48.19	47.35	46.63	46.01	45.46
54.0	18.2	40.5	738.9	50.98	3.02	3.02	514.71	59.01	55.80	52.58	50.70	49.36	48.33	47.48	46.77	46.15	45.60
54.0	16.1	44.0	708.5	50.40	3.60	3.60	529.41	59.14	55.93	52.71	50.83	49.49	48.46	47.61	46.90	46.28	45.73
54.0	13.8	47.6	657.9	49.69	4.31	4.31	544.12	59.27	56.05	52.84	50.96	49.62	48.59	47.74	47.02	46.40	45.86
55.0	91.7	10.4	951.4	58.48	-3.48	3.48	558.82	59.39	56.18	52.96	51.08	49.74	48.71	47.86	47.15	46.53	45.98
55.0	32.1	26.5	850.2	53.61	1.39	1.39	573.53	59.51	56.30	53.08	51.20	49.86	48.83	47.98	47.27	46.65	46.10
55.0	27.5	29.8	819.8	52.88	2.12	2.12	588.24	59.63	56.42	53.20	51.32	49.98	48.95	48.10	47.39	46.77	46.22
56.0	144.2	6.7	961.5	60.58	-4.58	4.58	602.94	59.75	56.53	53.31	51.43	50.10	49.06	48.22	47.50	46.88	46.33
56.0	66.8	14.1	941.3	57.01	-1.01	1.01	617.65	59.86	56.64	53.43	51.54	50.21	49.17	48.33	47.61	46.99	46.45
56.0	51.8	17.8	921.1	55.82	0.18	0.18	632.35	59.97	56.75	53.53	51.65	50.32	49.28	48.44	47.72	47.10	46.55
56.0	46.6	19.3	900.8	55.34	0.66	0.66	647.06	60.07	56.86	53.64	51.76	50.42	49.39	48.54	47.83	47.21	46.66
56.0	33.1	26.3	870.4	53.74	2.26	2.26	661.76	60.18	56.96	53.75	51.86	50.53	49.49	48.65	47.93	47.31	46.77
56.0	29.4	28.9	850.2	53.20	2.80	2.80	676.47	60.28	57.06	53.85	51.97	50.63	49.60	48.75	48.03	47.41	46.87
56.0	21.5	36.3	779.4	51.74	4.26	4.26	691.18	60.38	57.16	53.95	52.07	50.73	49.70	48.85	48.13	47.51	46.97
57.0	115.4	6.5	749.0	59.54	-2.54	2.54	705.88	60.48	57.26	54.05	52.16	50.83	49.79	48.95	48.23	47.61	47.07
57.0	98.4	9.7	951.4	58.80	-1.80	1.80	720.59	60.57	57.36	54.14	52.26	50.92	49.89	49.04	48.33	47.71	47.16
57.0	73.8	12.8	941.3	57.47	-0.47	0.47	735.29	60.67	57.45	54.23	52.35	51.02	49.98	49.14	48.42	47.80	47.25
57.0	47.3	19.5	921.1	55.40	1.60	1.60	750.00	60.76	57.54	54.33	52.44	51.11	50.07	49.23	48.51	47.89	47.35
57.0	42.4	21.5	910.9	54.89	2.11	2.11	764.71	60.85	57.63	54.42	52.53	51.20	50.16	49.32	48.60	47.98	47.44
57.0	41.3	22.8	941.3	54.77	2.23	2.23	779.41	60.94	57.72	54.50	52.62	51.29	50.25	49.41	48.69	48.07	47.53
57.0	38.4	22.9	880.6	54.43	2.57	2.57	794.12	61.03	57.81	54.59	52.71	51.38	50.34	49.49	48.78	48.16	47.61
57.0	32.9	25.2	830.0	53.72	3.28	3.28	808.82	61.11	57.89	54.68	52.80	51.46	50.42	49.58	48.86	48.24	47.70
57.0	18.5	40.0	738.9	51.04	5.96	5.96	823.53	61.19	57.98	54.76	52.88	51.54	50.51	49.66	48.95	48.33	47.78
58.0	150.7	6.8	1022.3	60.78	-2.78	2.78	838.24	61.28	58.06	54.84	52.96	51.63	50.59	49.74	49.03	48.41	47.86
58.0	74.5	12.6	935.0	57.51	0.49	0.49	852.94	61.36	58.14	54.92	53.04	51.71	50.67	49.83	49.11	48.49	47.94
58.0	58.6	15.9	931.2	56.40	1.60	1.60	867.65	61.44	58.22	55.00	53.12	51.79	50.75	49.90	49.19	48.57	48.02
58.0	25.1	32.6	819.8	52.47	5.53	5.53	882.35	61.51	58.30	55.08	53.20	51.86	50.83	49.98	49.27	48.65	48.10
58.0	16.0	43.7	698.4	50.37	7.63	7.63	897.06	61.59	58.37	55.16	53.28	51.94	50.91	50.06	49.34	48.72	48.18
58.8	177.9	5.4	961.5	61.55	-2.75	2.75	911.76	61.67	58.45	55.23	53.35	52.02	50.98	50.13	49.42	48.80	48.25
60.0	215.7	5.1	1093.1	62.45	-2.45	2.45	926.47	61.74	58.52	55.31	53.43	52.09	51.05	50.21	49.49	48.87	48.33
60.0	179.7	5.7	1032.4	61.60	-1.60	1.60	941.18	61.81	58.60	55.38	53.50	52.16	51.13	50.28	49.57	48.95	48.40
60.0	100.8	9.4	950.0	58.91	1.09	1.09	955.88	61.89	58.67	55.45	53.57	52.24	51.20	50.35	49.64	49.02	48.47
63.0	106.3	9.0	961.5	59.16	3.84	3.84	970.59	61.96	58.74	55.52	53.64	52.31	51.27	50.42	49.71	49.09	48.54
63.0	84.1	11.3	951.4	58.07	4.93	4.93	985.29	62.03	58.81	55.59	53.71	52.38	51.34	50.49	49.78	49.16	48.61
64.0	122.2	7.9	961.5	59.81	4.19	4.19	1000.00	62.09	58.88	55.66	53.78	52.44	51.41	50.56	49.85	49.23	48.68