

***UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA***



***“ESTUDIO DEL AHORRO DE ENERGIA TERMICA EN UNA  
LINEA DE LAVADO DE LANA Y PELO DE ALPACA”***

***INFORME DE INGENIERIA  
PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE :  
INGENIERO MECANICO***

***EDGAR BENJAMIN REYNOSO PAREDES  
PROMOCION 81 - I***

***LIMA - PERU  
1998***

# **A N E X O S**

## **ANEXO N° 1**

### **BALANCE DE ENERGIA TOTAL EN LA ZONA DE LAVADO DE MICHELL Y CIA S.A.**

- I. Balance de energía de la línea de lavado N° 1
- II. Balance de energía de la línea de lavado N° 2
- III. Balance total en el área de lavado

## I.- BALANCE EN LA LÍNEA DE LAVADO N° 1

Las características de ésta línea son las siguientes:

- Cantidad de lana lavada = 2 817 Kg / día
- Flujo del agua de reposición = 40 - 45 lts / min

Los requerimientos de energía de ésta lavadora son:

|   |   |                    |                 |
|---|---|--------------------|-----------------|
| - Por las paredes de las tinas              | : | 1'175435.3         | KJ / día        |
| - Por la superficie libre del agua          | : | 4'701741.1         | KJ / día        |
| - Para calentar la lana                     | : | 137751.3           | KJ / día        |
| - Para calentar el agua de reposición       | : | 12'206376.0        | KJ / día        |
| - Para poner en operación la zona de lavado | : | 444340.4           | KJ / día        |
| - Otras pérdidas (5% del total anterior )   | : | 933282.2           | KJ / día        |
| <b>TOTAL</b>                                |   | <b>19'598926.3</b> | <b>KJ / día</b> |

Los requerimientos de energía por parte de la secadora N° 1 son las siguientes:

|                       |   |                           |   |                             |
|-----------------------|---|---------------------------|---|-----------------------------|
| - Consumo del día     | : | 81093.91 Kcal/hr x 12 hr  | = | 973126.92                   |
| - Consumo de la noche | : | 81093.91x1.5 Kcal/hrx12hr | = | 1459690.38                  |
|                       |   | <b>TOTAL</b>              | = | <b>2'432817.30</b> Kcal/día |
|                       |   |                           |   | (10'183773.22) KJ / día)    |

El total consumido por la línea 1 es de = 29'782699.52 KJ / día

(7'114835.05 Kcal / día )

En porcentaje tendríamos que la energía se reparte de la siguiente manera :

En la lavadora :

|  |   |             |          |
|--|---|-------------|----------|
| - <b>Por las paredes de las tinas</b>              | : | <b>6.0</b>  | <b>%</b> |
| - <b>Por la superficie libre del agua</b>          | : | <b>23.9</b> | <b>%</b> |
| - <b>Para calentar la lana</b>                     | : | <b>0.7</b>  | <b>%</b> |
| - <b>Para calentar el agua de reposición</b>       | : | <b>62.3</b> | <b>%</b> |
| - <b>Para poner en operación la zona de lavado</b> | : | <b>2.3</b>  | <b>%</b> |
| - <b>Otras pérdidas</b>                            | : | <b>4.8</b>  | <b>%</b> |

En total :

|                   |   |           |          |
|-------------------|---|-----------|----------|
| - <b>Lavadora</b> | : | <b>66</b> | <b>%</b> |
| - <b>Secadora</b> | : | <b>34</b> | <b>%</b> |

Gráfico 4

**DISTRIBUCION EN PORCENTAJE DEL CONSUMO DE ENERGIA EN LA LINEA DE LAVADO NRO. 1**

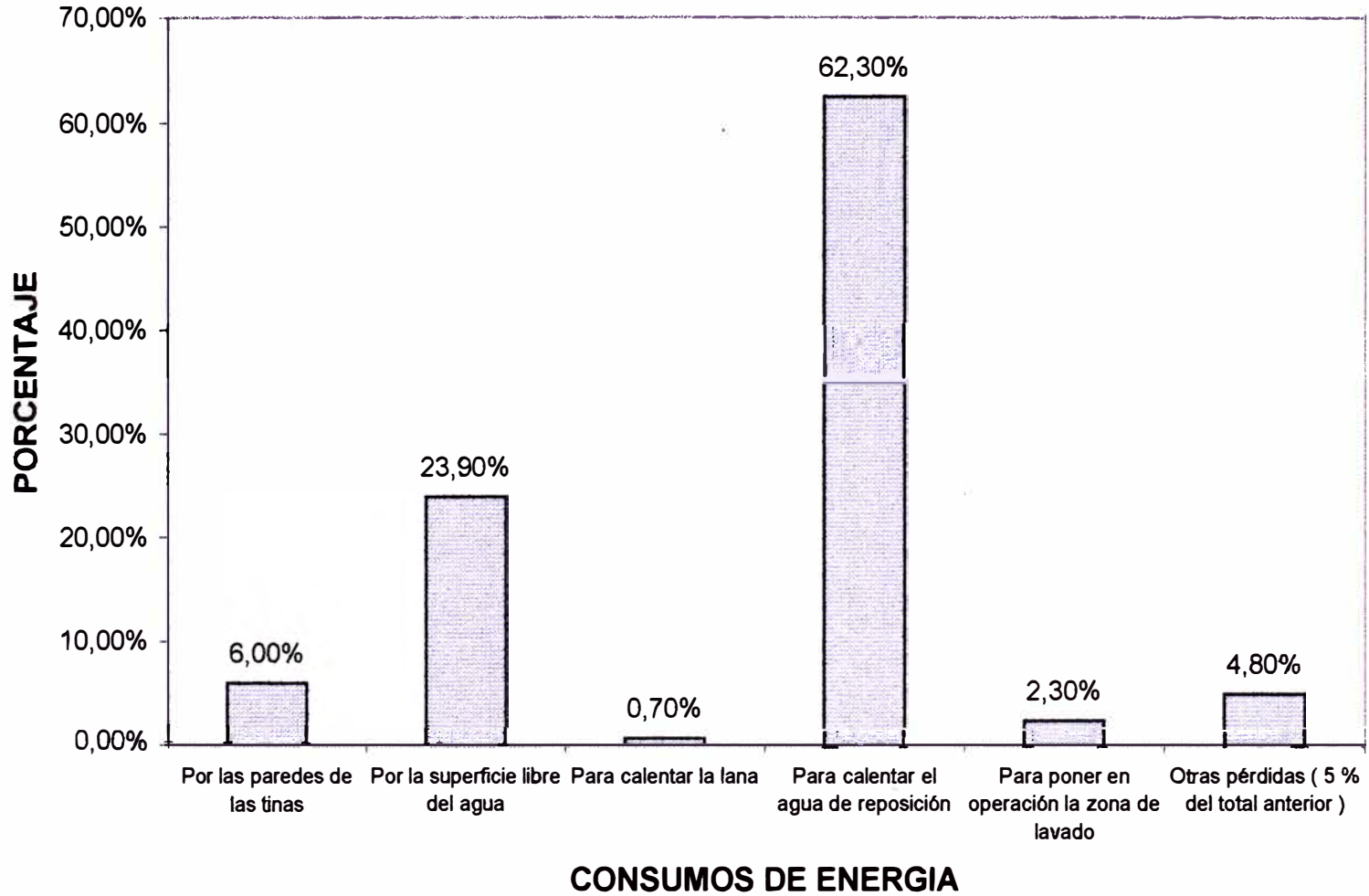
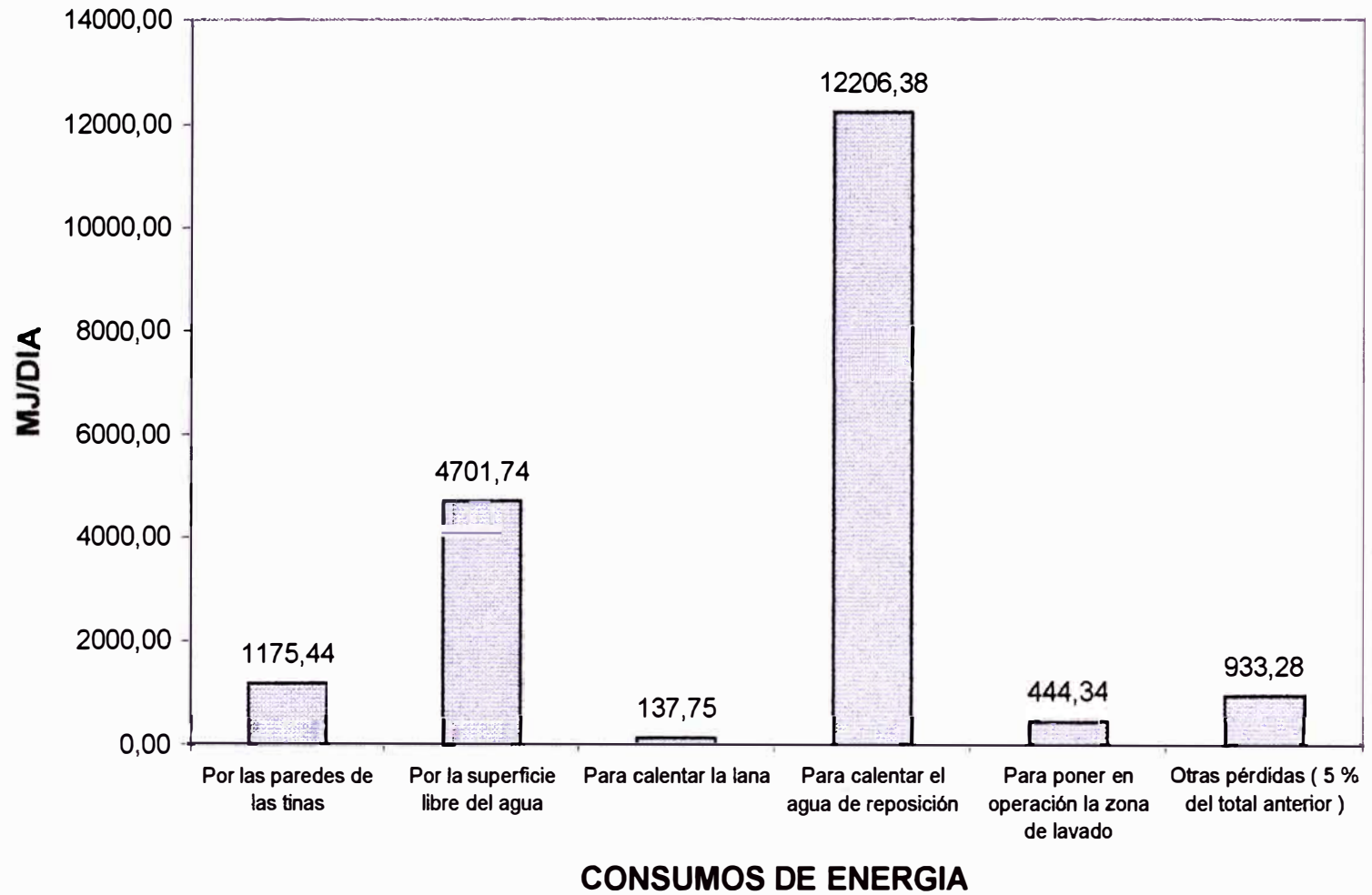


Gráfico 3

### DISTRIBUCION DE CONSUMO DE ENERGIA EN LA LINEA DE LAVADO NRO. 1



## II.- BALANCE EN LA LINEA DE LAVADO N° 2

Las características de ésta línea de lavado son las siguientes :

- Cantidad de la lana lavada = 4061 Kg / día
- Flujo de agua de reposición = 40 - 45 Lts / min

Los requerimientos de energía en esta lavadora son:

|   |   |                     |                |
|---|---|---------------------|----------------|
| - Por las paredes de las tinas              | : | 1'158254.64         | KJ /día        |
| - Por la superficie libre del agua          | : | 4'633018.56         | KJ /día        |
| - Para calentar la lana                     | : | 165485.75           | KJ /día        |
| - Para calentar el agua de reposición       | : | 13'562640.00        | KJ /día        |
| - Para poner en operación la zona de lavado | : | 546161.40           | KJ /día        |
| - Otras pérdidas (5% del total anterior)    | : | 1'003278.02         | KJ /día        |
| <b>Total</b>                                |   | <b>21'068838.37</b> | <b>KJ /día</b> |

Los requerimientos de energía por parte de la secador N° 2 son las siguientes:

|                    |   |                           |   |                                   |
|--------------------|---|---------------------------|---|-----------------------------------|
| - Consumo del día  | : | 85155.78 Kcal/hr x 12 hr  | = | 1'021869.36                       |
| - Consumo de noche | : | 85155.78x1.5 Kcal/hrx12hr | = | 1'532804.04                       |
| <b>TOTAL</b>       |   |                           |   | <b>= 2'554673.40 Kcal/día</b>     |
|                    |   |                           |   | <b>= (10'693862.85 KJ / día )</b> |



El total consumido por la línea 2 es de = 31'762701.22 KJ / día

(7'587840.71 Kcal / día)

En porcentaje tendríamos que la energía se reparte de la siguiente manera en la línea:

En la lavadora:

- **Por las paredes de las tinas** : **5.5 %**
- **Por la superficie libre del agua** : **21.9 %**
- **Para calentar la lana** : **0.8 %**
- **Para calentar el agua de reposición** : **64.4 %**
- **Para poner en operación la zona de lavado** : **2.6 %**
- **Otras pérdidas** : **4.8 %**

En total:

- **Lavadora** : **66.3 %**
- **Secadora** : **33.7 %**

Gráfico 5

### DISTRIBUCION DEL CONSUMO DE ENERGIA EN LA LINEA DE LAVADO NRO. 2

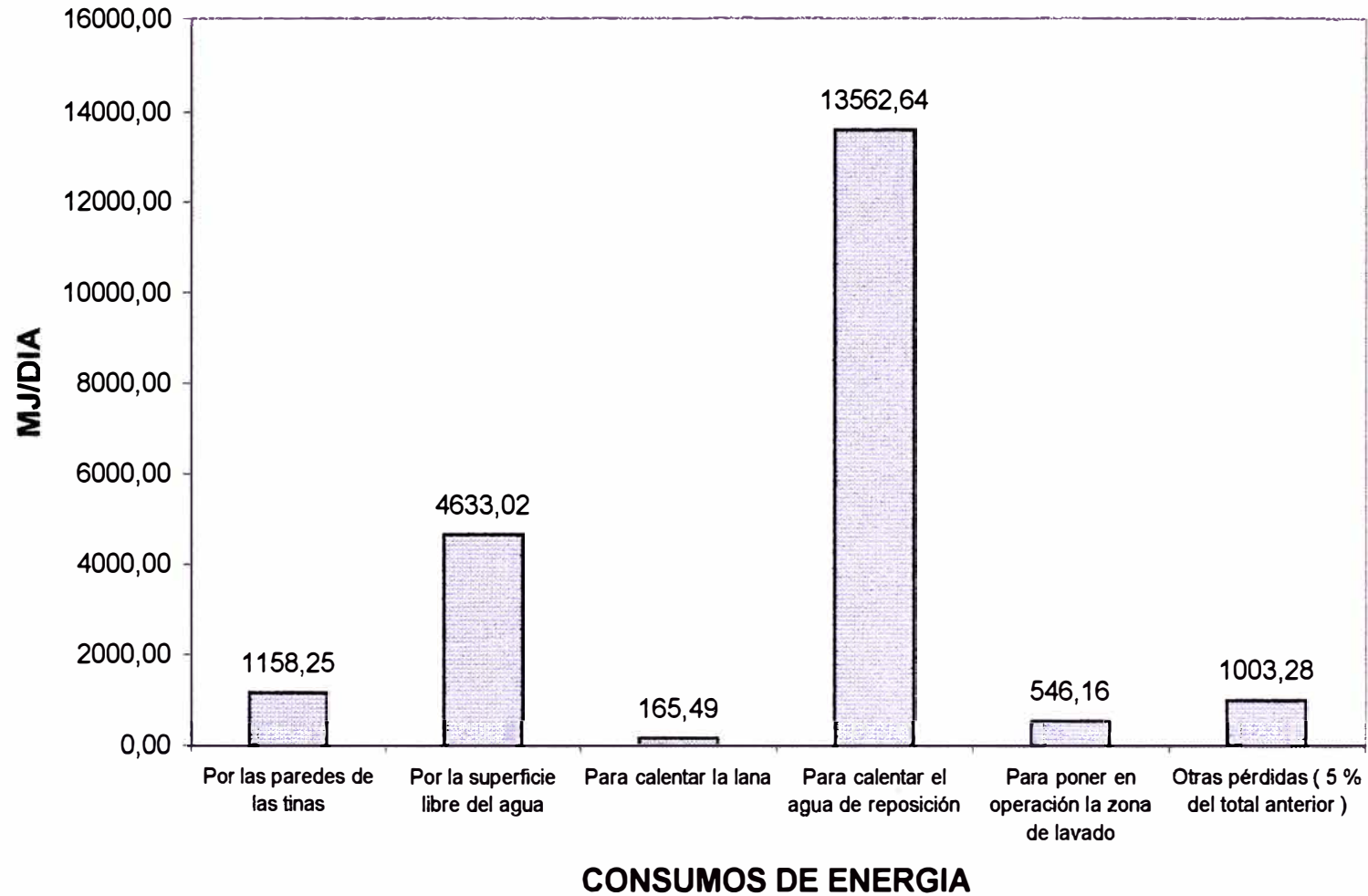
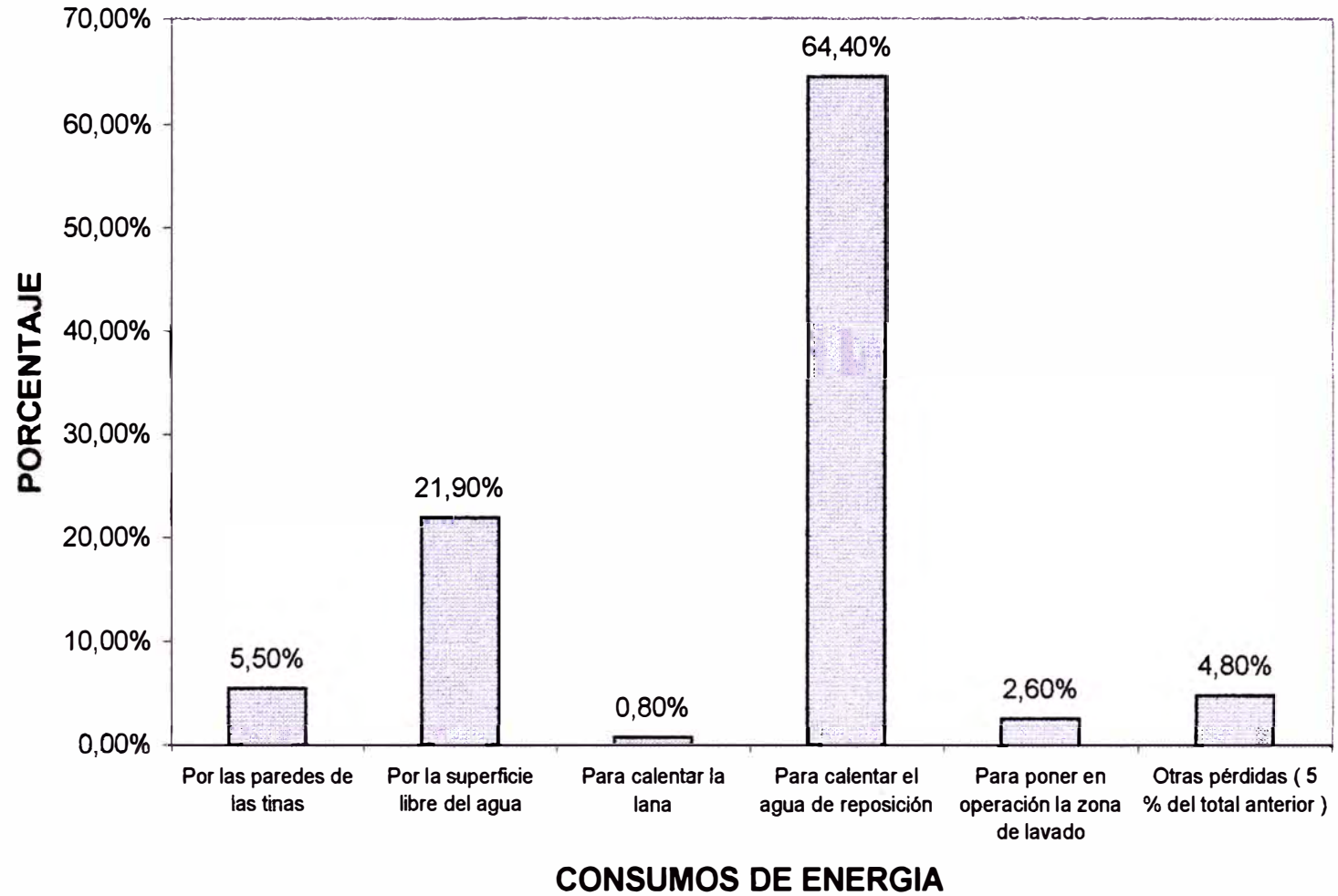


Gráfico 6

**DISTRIBUCION EN PORCENTAJE DEL CONSUMO DE ENERGIA EN LA LINEA DE LAVADO NRO. 2**



## **CALOR NECESARIO PARA CALENTAR EL AGUA DE ALIMENTACION A LOS CALDEROS.**

La temperatura de entrada del agua a los calderos es de 40°-45°C, éste calentamiento se realiza por contacto directo en los tanques de alimentación , como estos tanque no están revestidos, se ha tomado un 10% de pérdidas de calor hacia el exterior.

La cantidad de energía necesaria para calentar el agua de alimentación se calcula de la siguiente manera:

$$Q_a = 1700 \frac{lbs}{hr} \times 1 \frac{kg}{lt} \times 4.186 \frac{kJ}{kg^\circ K} (45 - 10)^\circ K \times 1.1$$

$$Q_a = 273\,973.7 \text{ KJ / hr}$$

$$Q_a = 6\,575\,368.80 \text{ KJ / día} \quad (1\,570\,800 \text{ Kcal / día})$$

### **III.- BALANCE TOTAL EN EL ÁREA DE LAVADO**

Este balance lo obtenemos adicionando todos los consumos obtenidos a la fecha y comparando este resultado con el total proporcionado por los calderos (ver el anexo N° 2)

El total de las tres líneas de lavado se puede apreciar en la tabla adjunta:

| <b>LINEA</b> | <b>LAVADO<br/>(KJ/día)</b> | <b>SECADO<br/>(KJ/día)</b> | <b>TOTAL<br/>(KJ/día)</b> |
|--------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|
| 1            | 19'598926.3                | 10183773.22                | 29'782699.52              |
| 2            | 21068838.37                | 10693862.85                | 31'762701.22              |
| 3            | 18389412.38                | 11280149.41                | 29669561.79               |
| <b>TOTAL</b> | <b>59'057177.05</b>        | <b>32'157785.48</b>        | <b>91'214962.53</b>       |
| Kcal / día   | 14'108260.16               | 7'682223.00                | 21790483.17               |

Agregando a este total, la energía necesaria para calentar el agua de alimentación a los calderos , tendríamos:

$$\text{TOTAL CONSUMIDO} = 91'214962.53 + 6'575368.80 \text{ KJ / día}$$

$$\text{TOTAL CONSUMIDO} = 97'790331.33 \text{ KJ / día}$$

$$(23'361283.17 \text{ Kcal/día})$$

El total proporcionado por el caldero, como puede verse en el **anexo N° 2** es de:

$$102'815653 \text{ KJ / día } ( 24'561790 \text{ Kcal / día } )$$

La diferencia que hay entre el total consumido y el total proporcionado por los calderos, sería de

$$5'025321.67 \text{ KJ / día } ( 1'200506.85 \text{ Kcal / día } )$$

De esta diferencia parte se usa para el precalentamiento de petróleo, tanto en los tanques de almacenamiento como en los tanque diarios de consumo de éste, otra parte se utiliza en el calentamiento del enzimaje (mezcla de líquido antiestático y suavizante), que se hecha al pelo de alpaca antes de ser procesado este por la carda , y lo restante se debe a pérdidas por tuberías y eficiencias de transmisión.

## **ANEXO N° 2**

### **CALCULO DE LAS EFICIENCIAS DE LOS CALDEROS**

- I. RENDIMIENTO Y EFICIENCIA DEL CALDERO N° 1
- II. RENDIMIENTO Y EFICIENCIA DEL CALDERO N° 2
- III. CONSUMO PROMEDIO DIARIO DE PETROLEO
- IV. CANTIDAD DE ENERGIA APROVECHADA DEL COMBUSTIBLE

## **ANEXO N° 2**

### **CALCULO DE LAS EFICIENCIAS DE LOS CALDEROS**

El cálculo de las eficiencias de los calderos se realizó para un consumo de petróleo y agua medidos para el tiempo de una hora. Se debe tener en cuenta que el flujo de petróleo hallado para cada caldero no puede tomarse como promedio, ya que varía en forma apreciable durante la noche.

Hay que resaltar que se realizó el lavado químico a los calderos, por lo que es de esperarse que las eficiencias a calcularse van a representar las condiciones más óptimas de trabajo de ambos calderos .

#### **I.- RENDIMIENTO Y EFICIENCIA DEL CALDERO N° 1**

Las características de placa de éste caldero son las siguientes:

- Marca = PREFERRED
- Presión Máxima = 125 psi
- Consumo de combustible = 55 Gls/hr
- BHP = 215



Las condiciones de trabajo son las siguientes:

- Presión de trabajo = 70 - 90 psi
- Temperatura de salida de los gases = 180 °C
- Temperatura del agua de alimentación = 40 °C
- Potencia BHP = 250

Los consumos de agua y petróleo obtenidos durante el ensayo fueron los siguientes:

- Consumo de Agua ( $m_a$ ) = 0.95801 m<sup>3</sup> / hr
- Consumo de petróleo ( $m_c$ ) = 0.09072 m<sup>3</sup> / hr ( 23.96 gls / hr )

#### METODO DEL CALCULO DEL RENDIMIENTO Y EFICIENCIA DEL CALDERO

La producción de vapor nominal obtenible de una caldera se halla por medio de la fórmula:

$$W = \frac{HP \times 15.68 \text{ Kg / hr} - HP \times h_{fg}}{h_g - h_f}$$

Donde: W = Producción de vapor en Kg/hr

HP = Potencia de la caldera

$h_{fg}$  = Entalpía de evaporación a 100°C = 2260 KJ / kg

$h_g$  = Entalpía de vapor a la presión de evaporación

$h_f$  = Entalpía del agua saturada a la temperatura de alimentación

De tablas de vapor obtenemos, para una presión de 94.7 psia.

$$h_{fg} = 2085.9 \text{ KJ / Kg}$$

$$h_g = 2768.5 \text{ KJ / Kg}$$

$$h_f = 682.6 \text{ KJ / Kg}$$

$$h_f(40^\circ\text{C}) = 167.6 \text{ KJ/Kg}$$

Reemplazando tendríamos:

$$W = \frac{215 \times 15.68 \times 2260}{2768.5 - 167.6} = 2929.3 \text{ Kgs / hr}$$

El rendimiento se obtiene de la siguiente relación:

$$r = \frac{m_a}{w} = \frac{0.95801 \text{ m}^3 / \text{hr} \times 1000 \text{ Kg} / \text{m}^3}{2929.3 \text{ KJ} / \text{hr}} = 0.327 (32.7\%)$$

El cálculo de la eficiencia se evalúa por la siguiente relación:

$$n = \frac{m_a H}{m_c PC}$$

Donde:

$n$  = Eficiencia del caldero

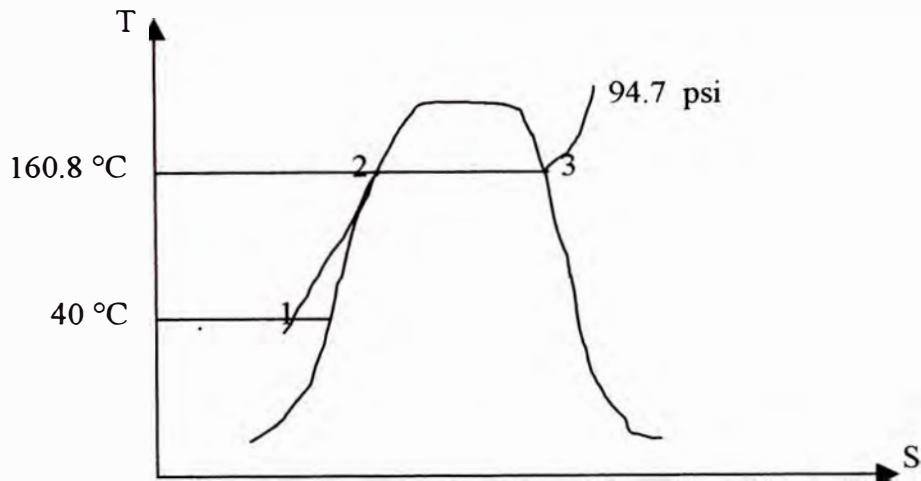
$m_a$  = Producción de vapor en Kg / hr

$m_c$  = Consumo de petróleo

$PC$  = Poder calorífico del petróleo N°6 = 42 836 KJ / Kg

$H$  = Entalpía total necesaria para producir vapor

DIAGRAMA T - S



La entalpía total estaría dada por :

$$H = h_{fg} + (h_f - h_f(40\text{ °C}))$$

$$H = 2085.9 + (682.6 - 167.6) = 2600.9 \text{ KJ / Kg}$$

$$n = \frac{0.95801 \text{ m}^3 / \text{hr} \times 1000 \text{ kg} / \text{m}^3 \times 2600.9 \text{ KJ} / \text{Kg}}{23.96 \text{ gls} / \text{hr} \times 3.64 \text{ Kg} / \text{gl} \times 42836 \text{ KJ} / \text{Kg}} = 0.667$$

$$n = 66.7 \%$$

## II.- RENDIMIENTO Y EFICIENCIA DEL CALDERO N° 2

Las características de placa de este caldero son las siguientes:

- Marca : ECLIPSE
- Presión máxima de trabajo = 125 psi
- Consumo de combustible = 70 gal / hr
- Potencia BHP = 230

Las condiciones de trabajo son las siguientes :

- Presión de trabajo = 70 –90 psi
- Temperatura de salida de los gases = 110°C
- Temperatura de agua de alimentación = 40°C

Los consumos de agua y petróleo obtenidos durante el ensayo fueron los siguientes:

- Consumo de agua ( $m_a$ ) = 0.92815 m<sup>3</sup>/ hr
- Consumo de petróleo ( $m_c$ ) = 0.08050 m<sup>3</sup>/ hr (21.27 gls/hr)

La producción nominal del vapor sería :

$$W = \frac{230 \times 15.68 \times 2260}{2768.5 - 167.6} = 3133.7 \text{ kg / hr}$$

El rendimiento del caldero estaría dado por:

$$r = \frac{0.92815 \text{ m}^3 / \text{hr} \times 1000 \text{ Kg} / \text{m}^3}{3133.7 \text{ Kg} / \text{hr}} = 0.296$$

$$r = 29.6\%$$

La eficiencia del caldero sería:

$$n = \frac{0.92815 \text{ m}^3 / \text{hr} \times 1000 \text{ Kg} / \text{m}^3 \times 2600.9 \text{ KJ} / \text{Kg}}{21.27 \text{ gls} / \text{hr} \times 3.64 \text{ Kg} / \text{gl} \times 42836 \text{ KJ} / \text{Kg}} = 0.728$$

$$n = 72.8\%$$

La eficiencia promedio para ambos calderos la podríamos tomar como el promedio de la de los dos calderos.

$$n_t = \frac{72.8 + 66.7}{2} = 69.75\% (70\%)$$

$$n_t = 70\%$$

**III.- CONSUMO PROMEDIO DIARIO DE PETROLEO**

| <b>MES</b>   | <b>CONSUMO<br/>( gls )</b> | <b>COSTO<br/>( US\$ )</b> |
|--------------|----------------------------|---------------------------|
| 1            | 21126                      | 23872.38                  |
| 2            | 22349                      | 25254.37                  |
| 3            | 25169                      | 28440.97                  |
| 4            | 22341                      | 25245.33                  |
| 5            | 23947                      | 27060.11                  |
| 6            | 22420                      | 25334.60                  |
| 7            | 25154                      | 28424.02                  |
| 8            | 25135                      | 28402.55                  |
| 9            | 19609                      | 22158.17                  |
| 10           | 25222                      | 28500.86                  |
| 11           | 19918                      | 22507.34                  |
| 12           | 29694                      | 33554.22                  |
| <b>TOTAL</b> | <b>282,084</b>             | <b>318754.92</b>          |

El total de días trabajados durante este período es de 299.47 días, por lo que nos daría un promedio diario de consumo de combustible de:

$$m_c = \frac{282084}{299.47} = 942 \text{ gls / día}$$

**IV.- CANTIDAD DE ENERGIA APROVECHADA DEL COMBUSTIBLE  
( BUNKER ).**

Esta energía viene expresada de la siguiente manera:

$$E_c = M_c \times PC \times n$$

Donde:

$E_c$  = Energía aprovechada del combustible

$M_c$  = Consumo de combustible diario = 942 Gls/día

$PC$  = Poder calorífico del combustible = 42 836 KJ/Kg

$n$  = Eficiencia de los calderos = 70%

Reemplazando tendríamos:

$$E_c = 942 \text{ gls /día} \times 3.64 \text{ Kg /gls} \times 42 \text{ 836 KJ/Kg} \times 0.7$$

$$E_c = 102'815 \text{ 653 Kj/día} \text{ (24'561 790 Kcal/día)}$$

Lo que equivale a un flujo de vapor de:

$$m_v = \frac{102'815 \text{ 653 KJ/día}}{2600.9 \text{ KJ/Kg}} = 39530.8 \text{ Kg/día} \text{ (1647.12 Kg / hr)}$$

## **ANEXO N° 3**

I .- BALANCES DE ENERGIA DE LAS SECADORAS

II .- PERDIDAS DE CALOR POR LAS PAREDES DE LAS TINAS

- PERDIDAS DE CALOR POR LAS SUPERFICIES VERTICALES
- PERDIDAS DE CALOR POR LAS SUPERFICIES INCLINADAS
- PERDIDAS DE CALOR POR LAS SUPERFICIES HORIZONTALES

III .- COEFICIENTES DE CONVECCION USADOS PARA EVALUAR LAS PERDIDAS  
POR LA SUPERFICIE LIBRE DEL AGUA.

IV .- PROGRAMAS EN LENGUAJE BASIC UTILIZADOS PARA EL CALCULO DEL  
BALANCE DE ENERGIA



## **I.- BALANCES DE ENERGIA DE LAS SECADORAS**

**BALANCE DE MATERIA Y ENERGIA EN EL SECADOR NRO 3 - AREQUIPA****CONDICIONES DE OPERACIÓN****■ MATERIA A SECAR**

|   |        |
|---|--------|
| % Humedad al Ingreso                              | 39.23  |
| % Humedad a la Salida                             | 15.34  |
| Cantidad, Kgrs / Hr                               | 194.30 |
| Temperatura en °C del Termómetro Seco (Ingreso)   | 23.00  |
| Temperatura en °C del Termómetro Seco (Salida)    | 75.15  |
| Temperatura en °C del Termómetro Húmedo (Ingreso) | 14.50  |
| Temperatura en °C del Termómetro Húmedo (Salida)  | 34.42  |
| Temperatura en °C de Pared                        | 29.00  |
| Presión Barométrica en Pulgadas de Hg             | 22.83  |

**BALANCE DE MATERIA EN EL SECADOR EN KGRS / HR**

|                        |                 |
|------------------------|-----------------|
| Materia de Ingreso     | 194.3           |
| Aire húmedo de Ingreso | 3757.713        |
| <b>TOTAL INGRESO</b>   | <b>3952.013</b> |

|                     |                 |
|---------------------|-----------------|
| Materia de Salida   | 139.471         |
| Aire de Salida      | 3812.542        |
| <b>TOTAL SALIDA</b> | <b>3952.013</b> |

**HUMEDAD RELATIVA ( %)**

|                 |          |
|-----------------|----------|
| Aire de Ingreso | 38.35011 |
| Aire de Salida  | 7.200569 |

**HUMEDAD ESPECIFICA**

|                                 |              |
|---------------------------------|--------------|
| Humedad específica a la Entrada | 8.620024E-03 |
| Humedad específica a la Salida  | 2.333687E-02 |

**BALANCE DE ENERGIA EN KCAL / HR, LA TEMPERATURA BASE ES 25 °C**

|   |          |
|---|----------|
| Calor absorbido por el aire seco                      | 46067.87 |
| Calor absorbido por la humedad del aire seco          | 680.171  |
| Calor absorbido por el agua evaporada                 | 32127.81 |
| Calor absorbido por la humedad remanente del material | 1216.626 |
| Calor absorbido por el material seco                  | 1847.301 |
| Calor para calentar los dispositivos de transporte    | 4777.831 |
| Perdidas de calor                                     | 3106.803 |

|  |                 |
|--|-----------------|
| <b>CALOR REQUERIDO POR LA SECADORA</b> | <b>89824.41</b> |
|--|-----------------|

**BALANCES DE MATERIA Y ENERGIA EN EL SECADOR NRO 2 - AREQUIPA****CONDICIONES DE OPERACIÓN****■ MATERIA A SECAR**

|   |       |
|---|-------|
| % Humedad al Ingreso                              | 40    |
| % Humedad a la Salida                             | 12    |
| Cantidad, Kgrs / Hr                               | 148   |
| Temperatura en °C del Termómetro Seco (Ingreso)   | 22.8  |
| Temperatura en °C del Termómetro Seco (Salida)    | 76    |
| Temperatura en °C del Termómetro Húmedo (Ingreso) | 14.5  |
| Temperatura en °C del Termómetro Húmedo (Salida)  | 34    |
| Temperatura en °C de Pared                        | 29    |
| Presión Barométrica en Pulgadas de Hg             | 22.83 |

**BALANCE DE MATERIA EN EL SECADOR EN KGRS / HR**

|                        |                 |
|------------------------|-----------------|
| Materia de Ingreso     | 148             |
| Aire húmedo de Ingreso | 3720.661        |
| <b>TOTAL INGRESO</b>   | <b>3868.661</b> |

|                     |                 |
|---------------------|-----------------|
| Materia de Salida   | 100.9091        |
| Aire de Salida      | 3767.751        |
| <b>TOTAL SALIDA</b> | <b>3868.661</b> |

**HUMEDAD RELATIVA (%)**

|                 |          |
|-----------------|----------|
| Aire de Ingreso | 39.29866 |
| Aire de Salida  | 6.4168   |

**HUMEDAD ESPECIFICA**

|                                 |              |
|---------------------------------|--------------|
| Humedad específica a la Entrada | 8.732441E-03 |
| Humedad específica a la Salida  | 2.149956E-02 |

**BALANCE DE ENERGIA EN KCAL / HR, LA TEMPERATURA BASE ES 25 °C**

|   |          |
|---|----------|
| Calor absorbido por el aire seco                      | 46529.54 |
| Calor absorbido por la humedad del aire seco          | 696.0212 |
| Calor absorbido por el agua evaporada                 | 27595.67 |
| Calor absorbido por la humedad remanente del material | 740.2696 |
| Calor absorbido por el material seco                  | 1417.248 |
| Calor para calentar los dispositivos de transporte    | 4777.831 |
| Perdidas de calor                                     | 3399.193 |

|  |                 |
|--|-----------------|
| <b>CALOR REQUERIDO POR LA SECADORA</b> | <b>85155.78</b> |
|--|-----------------|

**BALANCES DE MATERIA Y ENERGIA EN EL SECADOR NRO 1- AREQUIPA****CONDICIONES DE OPERACIÓN****■ MATERIA A SECAR**

|   |       |
|---|-------|
| % Humedad al Ingreso                              | 40    |
| % Humedad a la Salida                             | 10    |
| Cantidad, Kgrs / Hr                               | 103   |
| Temperatura en °C del Termómetro Seco (Ingreso)   | 23.5  |
| Temperatura en °C del Termómetro Seco (Salida)    | 88    |
| Temperatura en °C del Termómetro Húmedo (Ingreso) | 14.7  |
| Temperatura en °C del Termómetro Húmedo (Salida)  | 35.5  |
| Temperatura en °C de Pared                        | 45    |
| Presión Barométrica en Pulgadas de Hg             | 22.83 |

**BALANCE DE MATERIA EN EL SECADOR EN KGRS / HR**

|                        |                 |
|------------------------|-----------------|
| Materia de Ingreso     | 103             |
| Aire húmedo de Ingreso | 3081.159        |
| <b>TOTAL INGRESO</b>   | <b>3184.159</b> |

|                     |                 |
|---------------------|-----------------|
| Materia de Salida   | 68.66666        |
| Aire de Salida      | 3115.492        |
| <b>TOTAL SALIDA</b> | <b>3184.159</b> |

**HUMEDAD RELATIVA (%)**

|                 |          |
|-----------------|----------|
| Aire de Ingreso | 37.27472 |
| Aire de Salida  | 3.672426 |

**HUMEDAD ESPECIFICA**

|                                 |              |
|---------------------------------|--------------|
| Humedad específica a la Entrada | 8.638951E-03 |
| Humedad específica a la Salida  | 1.987821E-02 |

**BALANCE DE ENERGIA EN KCAL / HR, LA TEMPERATURA BASE ES 25 °C**

|   |          |
|---|----------|
| Calor absorbido por el aire seco                      | 46741.23 |
| Calor absorbido por la humedad del aire seco          | 692.5083 |
| Calor absorbido por el agua evaporada                 | 20141.88 |
| Calor absorbido por la humedad remanente del material | 488.9066 |
| Calor absorbido por el material seco                  | 1195.83  |
| Calor para calentar los dispositivos de transporte    | 4777.831 |
| Perdidas de calor                                     | 7055.737 |

|  |                 |
|--|-----------------|
| <b>CALOR REQUERIDO POR LA SECADORA</b> | <b>81093.91</b> |
|--|-----------------|

## **II.- PERDIDAS DE CALOR POR LAS PAREDES DE LAS TINAS**

**PERDIDAS DE CALOR POR LAS SUPERFICIES VERTICALES**

**PERDIDAS DE CALOR POR LAS SUPERFICIES INCLINADAS**

**PERDIDAS DE CALOR POR LAS SUPERFICIES HORIZONTALES**

**CONDICIONES DE TRANSFERENCIA EN LA TINA NRO. 1/ LAV. NRO. 3**

Temperatura de pared asumida para el cálculo 48 °C

**CONDICIONES DE TRANSFERENCIA PARA EL AGUA**

|   |              |
|---|--------------|
| Temperatura del agua en la tina, TA, ( °C)                | 50           |
| Temperatura de película, TFA, ( °C)                       | 49.48662     |
| Número de Grashof , GR                                    | 3.202439E+09 |
| Número de Prandlt, PR                                     | 3.621277     |
| Producto, GR*PR   | 1.159692E+10 |
| Coefficiente de convección, HC(1), (W/ m <sup>2</sup> °K) | 306.7284     |

**CONDICIONES DE TRANSFERENCIA PARA EL AIRE**

|   |              |
|---|--------------|
| Temperatura del aire, TTO, ( °C)                          | 15           |
| Temperatura de película, TFO, ( °C)                       | 31.98662     |
| Número de Grashof , GR                                    | 1.024822E+09 |
| Número de Prandlt, PR                                     | 0.721434     |
| Producto, GR*PR   | 7.393412E+08 |
| Coefficiente de convección, HC(2), (W/ m <sup>2</sup> °K) | 4.108597     |
| Coefficiente de radiación, HR2, (W/ m <sup>2</sup> °K)    | 5.165132     |
| Coefficiente Total, HT2, (W.m <sup>2</sup> °K)            | 9.273728     |

**CONDICIONES TOTALES DE TRANSFERENCIA**

|  |          |
|--|----------|
| Coseno del ángulo de inclinación, CO                         | 0        |
| Longitud equivalente de la placa, (mts)                      | 0.62     |
| Temperatura de pared calculada, ( °C)                        | 48.97323 |
| Coefficiente global de transferencia, (W/ m <sup>2</sup> °K) | 8.982414 |
| Calor por unidad de área, (W/ m <sup>2</sup> )               | 314.3845 |
| Area Total de transferencia, (m <sup>2</sup> )               | 6.24     |

|                                     |                 |
|-------------------------------------|-----------------|
| <b>CALOR TOTAL TRANSFERIDO, (W)</b> | <b>1961.759</b> |
|-------------------------------------|-----------------|

**CONDICIONES DE TRANSFERENCIA EN LA TINA NRO. 1/ LAV. NRO. 3**

Temperatura de pared asumida para el cálculo 48 °C

**CONDICIONES DE TRANSFERENCIA PARA EL AGUA**

|   |              |
|---|--------------|
| Temperatura del agua en la tina, TA, ( °C)                | 50           |
| Temperatura de película, TFA, ( °C)                       | 49.39041     |
| Número de Grashof , GR                                    | 3.795824E+09 |
| Número de Prandlt, PR                                     | 3.628222     |
| Producto, GR*PR   | 4.977235E+09 |
| Coefficiente de convección, HC(1), (W/ m <sup>2</sup> °K) | 231.3194     |

**CONDICIONES DE TRANSFERENCIA PARA EL AIRE**

|   |              |
|---|--------------|
| Temperatura del aire, TTO, ( °C)                          | 15           |
| Temperatura de película, TFO, ( °C)                       | 31.89041     |
| Número de Grashof , GR                                    | 1.020451E+09 |
| Número de Prandlt, PR                                     | 0.7214289    |
| Producto, GR*PR   | 2.660564E+08 |
| Coefficiente de convección, HC(2), (W/ m <sup>2</sup> °K) | 3.181462     |
| Coefficiente de radiación, HR2, (W/ m <sup>2</sup> °K)    | 5.160076     |
| Coefficiente Total, HT2, (W. m <sup>2</sup> °K)           | 8.341538     |

**CONDICIONES TOTALES DE TRANSFERENCIA**

|  |          |
|--|----------|
| Coseno del ángulo de inclinación, CO                         | 0.3614   |
| Longitud equivalente de la placa, (mts)                      | 0.62     |
| Temperatura de pared calculada, ( °C)                        | 48.78081 |
| Coefficiente global de transferencia, (W/ m <sup>2</sup> °K) | 8.035876 |
| Calor por unidad de area, (W/ m <sup>2</sup> )               | 281.2557 |
| Area Total de transferencia, (m <sup>2</sup> )               | 0.76     |

|                                     |                 |
|-------------------------------------|-----------------|
| <b>CALOR TOTAL TRANSFERIDO, (W)</b> | <b>213.7543</b> |
|-------------------------------------|-----------------|

**CONDICIONES DE TRANSFERENCIA EN LA TINA NRO. 1/ LAV. NRO. 3**

Temperatura de pared asumida para el cálculo 48 °C

**CONDICIONES DE TRANSFERENCIA PARA EL AGUA**

|   |             |
|---|-------------|
| Temperatura del agua en la tina, TA, ( °C)                | 50          |
| Temperatura de película, TFA, ( °C)                       | 49.21424    |
| Número de Grashof , GR                                    | 6.0961E+08  |
| Número de Prandlt, PR                                     | 3.640943    |
| Producto, GR*PR   | 4.49238E+08 |
| Coefficiente de convección, HC(1), (W/ m <sup>2</sup> °K) | 178.9677    |

**CONDICIONES DE TRANSFERENCIA PARA EL AIRE**

|   |              |
|---|--------------|
| Temperatura del aire, TTO, ( °C)                          | 15           |
| Temperatura de película, TFO, ( °C)                       | 31.71424     |
| Número de Grashof , GR                                    | 1.265512E+08 |
| Número de Prandlt, PR                                     | 0.7214195    |
| Producto, GR*PR   | 1.847842E+07 |
| Coefficiente de convección, HC(2), (W/ m <sup>2</sup> °K) | 3.265114     |
| Coefficiente de radiación, HR2, (W/ m <sup>2</sup> °K)    | 5.150822     |
| Coefficiente Total, HT2, (W. m <sup>2</sup> °K)           | 8.415936     |

**CONDICIONES TOTALES DE TRANSFERENCIA**

|  |          |
|--|----------|
| Coseno del ángulo de inclinación, CO                         | 0.2024   |
| Longitud equivalente de la placa, (mts)                      | 0.31     |
| Temperatura de pared calculada, ( °C)                        | 48.42848 |
| Coefficiente global de transferencia, (W/ m <sup>2</sup> °K) | 8.022674 |
| Calor por unidad de área, (W/ m <sup>2</sup> )               | 280.7936 |
| Area Total de transferencia, (m <sup>2</sup> )               | 0.76     |

|                                     |                 |
|-------------------------------------|-----------------|
| <b>CALOR TOTAL TRANSFERIDO, (W)</b> | <b>213.4031</b> |
|-------------------------------------|-----------------|



**CONDICIONES DE TRANSFERENCIA EN LA TINA NRO. 1/ LAV. NRO. 3**

Temperatura de pared asumida para el cálculo 48 °C

**CONDICIONES DE TRANSFERENCIA PARA EL AGUA**

|   |              |
|---|--------------|
| Temperatura del agua en la tina, TA, ( °C)                | 50           |
| Temperatura de película, TFA, ( °C)                       | 49.38753     |
| Número de Grashof, GR                                     | 3.813531E+09 |
| Número de Prandtl, PR                                     | 3.628429     |
| Producto, GR*PR   | 4.866518E+09 |
| Coefficiente de convección, HC(1), (W/ m <sup>2</sup> °K) | 229.5897     |

**CONDICIONES DE TRANSFERENCIA PARA EL AIRE**

|   |              |
|---|--------------|
| Temperatura del aire, TTO, ( °C)                          | 15           |
| Temperatura de película, TFO, ( °C)                       | 31.88753     |
| Número de Grashof, GR                                     | 1.02032E+09  |
| Número de Prandtl, PR                                     | 0.7214288    |
| Producto, GR*PR   | 2.588822E+08 |
| Coefficiente de convección, HC(2), (W/ m <sup>2</sup> °K) | 3.159775     |
| Coefficiente de radiación, HR2, (W/ m <sup>2</sup> °K)    | 5.159923     |
| Coefficiente Total, HT2, (W. m <sup>2</sup> °K)           | 8.319698     |

**CONDICIONES TOTALES DE TRANSFERENCIA**

|  |          |
|--|----------|
| Coseno del ángulo de inclinación, CO                         | 0.3517   |
| Longitud equivalente de la placa, (mts)                      | 0.62     |
| Temperatura de pared calculada, ( °C)                        | 48.77506 |
| Coefficiente global de transferencia, (W/ m <sup>2</sup> °K) | 8.013513 |
| Calor por unidad de área, (W/ m <sup>2</sup> )               | 280.4729 |
| Area Total de transferencia, (m <sup>2</sup> )               | 0.76     |

|                                     |                 |
|-------------------------------------|-----------------|
| <b>CALOR TOTAL TRANSFERIDO, (W)</b> | <b>213.1594</b> |
|-------------------------------------|-----------------|

**EVALUACION PARA PLACAS HORIZONTALES****CONDICIONES DE TRANSFERENCIA EN LA TINA NRO. 1/ LAV. NRO. 3**

Temperatura de pared asumida para el cálculo 48 °C

**CONDICIONES DE TRANSFERENCIA PARA EL AGUA**

|   |              |
|---|--------------|
| Temperatura del agua en la tina, TA, ( °C)                | 50           |
| Temperatura de película, TFA, ( °C)                       | 49.0543      |
| Número de Grashof , GR                                    | 4.067521E+10 |
| Número de Prandlt, PR                                     | 3.652502     |
| Producto, GR*PR   | 1.485663E+11 |
| Coefficiente de convección, HC(1), (W/ m <sup>2</sup> °K) | 182.949      |

**CONDICIONES DE TRANSFERENCIA PARA EL AIRE**

|   |              |
|---|--------------|
| Temperatura del aire, TTO, ( °C)                          | 15           |
| Temperatura de película, TFO, ( °C)                       | 31.5543      |
| Número de Grashof , GR                                    | 6.98545E+09  |
| Número de Prandlt, PR                                     | 0.7214111    |
| Producto, GR*PR   | 5.039381E+09 |
| Coefficiente de convección, HC(2), (W/ m <sup>2</sup> °K) | 5.306067     |
| Coefficiente de radiación, HR2, (W/ m <sup>2</sup> °K)    | 5.142439     |
| Coefficiente Total, HT2, (W. m <sup>2</sup> °K)           | 10.44851     |

**CONDICIONES TOTALES DE TRANSFERENCIA**

|  |                 |
|--|-----------------|
| Longitud equivalente de la placa, (mts)                      | 1.1832          |
| Temperatura de pared calculada, ( °C)                        | 48.10859        |
| Coefficiente global de transferencia, (W/ m <sup>2</sup> °K) | 9.86092         |
| Calor por unidad de área, (W/ m <sup>2</sup> )               | 345.1322        |
| Area Total de transferencia, (m <sup>2</sup> )               | 1.4             |
| <b>CALOR TOTAL TRANSFERIDO, (W)</b>                          | <b>483.1851</b> |

**CONDICIONES DE TRANSFERENCIA EN LA TINA NRO. 2/ LAV. NRO. 3**

Temperatura de pared asumida para el cálculo 58 °C

**CONDICIONES DE TRANSFERENCIA PARA EL AGUA**

|   |              |
|---|--------------|
| Temperatura del agua en la tina, TA, ( °C)                | 60           |
| Temperatura de película, TFA, ( °C)                       | 59.41308     |
| Número de Grashof , GR                                    | 6.157184E+09 |
| Número de Prandlt, PR                                     | 3.028661     |
| Producto, GR*PR   | 1.864802E+10 |
| Coefficiente de convección, HC(1), (W/ m <sup>2</sup> °K) | 365.4739     |

**CONDICIONES DE TRANSFERENCIA PARA EL AIRE**

|   |              |
|---|--------------|
| Temperatura del aire, TTO, ( °C)                          | 15           |
| Temperatura de película, TFO, ( °C)                       | 36.91308     |
| Número de Grashof , GR                                    | 1.229905E+09 |
| Número de Prandlt, PR                                     | 0.7216922    |
| Producto, GR*PR   | 8.876128E+08 |
| Coefficiente de convección, HC(2), (W/ m <sup>2</sup> °K) | 4.350862     |
| Coefficiente de radiación, HR2, (W/ m <sup>2</sup> °K)    | 5.429748     |
| Coefficiente Total, HT2, (W. m <sup>2</sup> °K)           | 9.780609     |

**CONDICIONES TOTALES DE TRANSFERENCIA**

|  |          |
|--|----------|
| Coseno del ángulo de inclinación, CO                         | 0        |
| Longitud equivalente de la placa, (mts)                      | 0.62     |
| Temperatura de pared calculada, ( °C)                        | 58.82616 |
| Coefficiente global de transferencia, (W/ m <sup>2</sup> °K) | 9.504236 |
| Calor por unidad de área, (W/ m <sup>2</sup> )               | 427.6906 |
| Area Total de transferencia, (m <sup>2</sup> )               | 7.63     |

|                                     |                 |
|-------------------------------------|-----------------|
| <b>CALOR TOTAL TRANSFERIDO, (W)</b> | <b>3263.279</b> |
|-------------------------------------|-----------------|

**CONDICIONES DE TRANSFERENCIA EN LA TINA NRO. 2/ LAV. NRO. 3**

Temperatura de pared asumida para el cálculo 58 °C

**CONDICIONES DE TRANSFERENCIA PARA EL AGUA**

|   |              |
|---|--------------|
| Temperatura del agua en la tina, TA, ( °C)                | 60           |
| Temperatura de película, TFA, ( °C)                       | 59.25163     |
| Número de Grashof, GR                                     | 7.794809E+09 |
| Número de Prandtl, PR                                     | 3.037371     |
| Producto, GR*PR   | 5.698748E+09 |
| Coefficiente de convección, HC(1), (W/ m <sup>2</sup> °K) | 246.0995     |

**CONDICIONES DE TRANSFERENCIA PARA EL AIRE**

|   |              |
|---|--------------|
| Temperatura del aire, TTO, ( °C)                          | 15           |
| Temperatura de película, TFO, ( °C)                       | 36.75163     |
| Número de Grashof, GR                                     | 1.223747E+09 |
| Número de Prandtl, PR                                     | 0.7216838    |
| Producto, GR*PR   | 2.125762E+08 |
| Coefficiente de convección, HC(2), (W/ m <sup>2</sup> °K) | 3.042523     |
| Coefficiente de radiación, HR2, (W/ m <sup>2</sup> °K)    | 5.420897     |
| Coefficiente Total, HT2, (W. m <sup>2</sup> °K)           | 8.463419     |

**CONDICIONES TOTALES DE TRANSFERENCIA**

|  |          |
|--|----------|
| Coseno del ángulo de inclinación, CO                         | 0.2407   |
| Longitud equivalente de la placa, (mts)                      | 0.62     |
| Temperatura de pared calculada, ( °C)                        | 58.50326 |
| Coefficiente global de transferencia, (W/ m <sup>2</sup> °K) | 8.166206 |
| Calor por unidad de área, (W/ m <sup>2</sup> )               | 367.4793 |
| Area Total de transferencia, (m <sup>2</sup> )               | 0.76     |

|                                     |                 |
|-------------------------------------|-----------------|
| <b>CALOR TOTAL TRANSFERIDO, (W)</b> | <b>279.2842</b> |
|-------------------------------------|-----------------|

**CONDICIONES DE TRANSFERENCIA EN LA TINA NRO. 2/ LAV. NRO. 3**

Temperatura de pared asumida para el cálculo 58 °C

**CONDICIONES DE TRANSFERENCIA PARA EL AGUA**

|   |              |
|---|--------------|
| Temperatura del agua en la tina, TA, ( °C)                | 60           |
| Temperatura de película, TFA, ( °C)                       | 59.0709      |
| Número de Grashof, GR                                     | 1.199993E+09 |
| Número de Prandtl, PR                                     | 3.047126     |
| Producto, GR*PR   | 7.349626E+08 |
| Coefficiente de convección, HC(1), (W/ m <sup>2</sup> °K) | 205.8476     |

**CONDICIONES DE TRANSFERENCIA PARA EL AIRE**

|   |              |
|---|--------------|
| Temperatura del aire, TTO, ( °C)                          | 15           |
| Temperatura de película, TFO, ( °C)                       | 36.5709      |
| Número de Grashof, GR                                     | 1.521012E+08 |
| Número de Prandtl, PR                                     | 0.7216745    |
| Producto, GR*PR   | 2.206328E+07 |
| Coefficiente de convección, HC(2), (W/ m <sup>2</sup> °K) | 3.452382     |
| Coefficiente de radiación, HR2, (W/ m <sup>2</sup> °K)    | 5.411001     |
| Coefficiente Total, HT2, (W.m <sup>2</sup> °K)            | 8.863383     |

**CONDICIONES TOTALES DE TRANSFERENCIA**

|  |          |
|--|----------|
| Coseno del ángulo de inclinación, CO                         | 0.201    |
| Longitud equivalente de la placa, (mts)                      | 0.31     |
| Temperatura de pared calculada, ( °C)                        | 58.1418  |
| Coefficiente global de transferencia, (W/ m <sup>2</sup> °K) | 8.480423 |
| Calor por unidad de área, (W/ m <sup>2</sup> )               | 381.619  |
| Area Total de transferencia, (m <sup>2</sup> )               | 0.38     |

|                                     |                 |
|-------------------------------------|-----------------|
| <b>CALOR TOTAL TRANSFERIDO, (W)</b> | <b>145.0152</b> |
|-------------------------------------|-----------------|

**CONDICIONES DE TRANSFERENCIA EN LA TINA NRO. 2/ LAV. NRO. 3**

Temperatura de pared asumida para el cálculo 58 °C

**CONDICIONES DE TRANSFERENCIA PARA EL AGUA**

|   |              |
|---|--------------|
| Temperatura del agua en la tina, TA, ( °C)                | 60           |
| Temperatura de película, TFA, ( °C)                       | 59.03005     |
| Número de Grashof , GR                                    | 1.250484E+09 |
| Número de Prandtl, PR                                     | 3.049332     |
| Producto, GR*PR   | 5.346025E+08 |
| Coefficiente de convección, HC(1), (W/ m <sup>2</sup> °K) | 190.0881     |

**CONDICIONES DE TRANSFERENCIA PARA EL AIRE**

|   |              |
|---|--------------|
| Temperatura del aire, TTO, ( °C)                          | 15           |
| Temperatura de película, TFO, ( °C)                       | 36.53005     |
| Número de Grashof , GR                                    | 1.519044E+08 |
| Número de Prandtl, PR                                     | 0.7216724    |
| Producto, GR*PR   | 1.536945E+07 |
| Coefficiente de convección, HC(2), (W/ m <sup>2</sup> °K) | 3.153729     |
| Coefficiente de radiación, HR2, (W/ m <sup>2</sup> °K)    | 5.408767     |
| Coefficiente Total, HT2, (W. m <sup>2</sup> °K)           | 8.562496     |

**CONDICIONES TOTALES DE TRANSFERENCIA**

|  |          |
|--|----------|
| Coseno del ángulo de inclinación, CO                         | 0.1402   |
| Longitud equivalente de la placa, (mts)                      | 0.31     |
| Temperatura de pared calculada, ( °C)                        | 58.0601  |
| Coefficiente global de transferencia, (W/ m <sup>2</sup> °K) | 8.177548 |
| Calor por unidad de área, (W/ m <sup>2</sup> )               | 367.9897 |
| Area Total de transferencia, (m <sup>2</sup> )               | 0.38     |

|                                     |                 |
|-------------------------------------|-----------------|
| <b>CALOR TOTAL TRANSFERIDO, (W)</b> | <b>139.8361</b> |
|-------------------------------------|-----------------|

**CONDICIONES DE TRANSFERENCIA EN LA TINA NRO. 2/ LAV. NRO. 3**

Temperatura de pared asumida para el cálculo 58 °C

**CONDICIONES DE TRANSFERENCIA PARA EL AGUA**

|   |              |
|---|--------------|
| Temperatura del agua en la tina, TA, ( °C)                | 60           |
| Temperatura de película, TFA, ( °C)                       | 59.27011     |
| Número de Grashof , GR                                    | 7.608505E+09 |
| Número de Prandlt, PR                                     | 3.036374     |
| Producto, GR*PR   | 6.403947E+09 |
| Coefficiente de convección, HC(1), (W/ m <sup>2</sup> °K) | 255.8674     |

**CONDICIONES DE TRANSFERENCIA PARA EL AIRE**

|   |              |
|---|--------------|
| Temperatura del aire, TTO, ( °C)                          | 15           |
| Temperatura de película, TFO, ( °C)                       | 36.77011     |
| Número de Grashof , GR                                    | 1.224454E+09 |
| Número de Prandlt, PR                                     | 0.7216848    |
| Producto, GR*PR   | 2.449533E+08 |
| Coefficiente de convección, HC(2), (W/ m <sup>2</sup> °K) | 3.152427     |
| Coefficiente de radiación, HR2, (W/ m <sup>2</sup> °K)    | 5.421909     |
| Coefficiente Total, HT2, (W. m <sup>2</sup> °K)           | 8.574335     |

**CONDICIONES TOTALES DE TRANSFERENCIA**

|  |          |
|--|----------|
| Coseno del ángulo de inclinación, CO                         | 0.2772   |
| Longitud equivalente de la placa, (mts)                      | 0.62     |
| Temperatura de pared calculada, ( °C)                        | 58.54023 |
| Coefficiente global de transferencia, (W/ m <sup>2</sup> °K) | 8.280042 |
| Calor por unidad de área, (W/ m <sup>2</sup> )               | 372.6019 |
| Area Total de transferencia, (m <sup>2</sup> )               | 0.76     |

|                                     |                 |
|-------------------------------------|-----------------|
| <b>CALOR TOTAL TRANSFERIDO, (W)</b> | <b>283.1774</b> |
|-------------------------------------|-----------------|

**EVALUACION PARA PLACAS HORIZONTALES****CONDICIONES DE TRANSFERENCIA EN LA TINA NRO. 2/ LAV. NRO. 3**

Temperatura de pared asumida para el cálculo 58 °C

**CONDICIONES DE TRANSFERENCIA PARA EL AGUA**

|   |              |
|---|--------------|
| Temperatura del agua en la tina, TA, ( °C)                | 60           |
| Temperatura de película, TFA, ( °C)                       | 58.8835      |
| Número de Grashof , GR                                    | 6.952348E+10 |
| Número de Prandlt, PR                                     | 3.057248     |
| Producto, GR*PR   | 2.125505E+11 |
| Coefficiente de convección, HC(1), (W/ m <sup>2</sup> °K) | 212.8058     |

**CONDICIONES DE TRANSFERENCIA PARA EL AIRE**

|   |              |
|---|--------------|
| Temperatura del aire, TTO, ( °C)                          | 15           |
| Temperatura de película, TFO, ( °C)                       | 36.3835      |
| Número de Grashof , GR                                    | 7.350271E+09 |
| Número de Prandlt, PR                                     | 0.7216648    |
| Producto, GR*PR   | 5.304432E+09 |
| Coefficiente de convección, HC(2), (W/ m <sup>2</sup> °K) | 5.709242     |
| Coefficiente de radiación, HR2, (W/ m <sup>2</sup> °K)    | 5.400761     |
| Coefficiente Total, HT2, (W. m <sup>2</sup> °K)           | 11.11        |

**CONDICIONES TOTALES DE TRANSFERENCIA**

|  |                 |
|--|-----------------|
| Longitud equivalente de la placa, (mts)                      | 1.1314          |
| Temperatura de pared calculada, ( °C)                        | 57.767          |
| Coefficiente global de transferencia, (W/ m <sup>2</sup> °K) | 10.53241        |
| Calor por unidad de área, (W/ m <sup>2</sup> )               | 473.9584        |
| Area Total de transferencia, (m <sup>2</sup> )               | 1.28            |
| <b>CALOR TOTAL TRANSFERIDO, (W)</b>                          | <b>606.6667</b> |



**CONDICIONES DE TRANSFERENCIA EN LA TINA NRO. 3 / LAV. NRO. 3**

Temperatura de pared asumida para el cálculo 58 °C

**CONDICIONES DE TRANSFERENCIA PARA EL AGUA**

|   |              |
|---|--------------|
| Temperatura del agua en la tina, TA, ( °C)                | 60           |
| Temperatura de película, TFA, ( °C)                       | 59.41308     |
| Número de Grashof , GR                                    | 6.157184E+09 |
| Número de Prandlt, PR                                     | 3.028661     |
| Producto, GR*PR   | 1.864802E+10 |
| Coefficiente de convección, HC(1), (W/ m <sup>2</sup> °K) | 365.4739     |

**CONDICIONES DE TRANSFERENCIA PARA EL AIRE**

|   |              |
|---|--------------|
| Temperatura del aire, TTO, ( °C)                          | 15           |
| Temperatura de película, TFO, ( °C)                       | 36.91308     |
| Número de Grashof , GR                                    | 1.229905E+09 |
| Número de Prandlt, PR                                     | 0.7216922    |
| Producto, GR*PR   | 8.876128E+08 |
| Coefficiente de convección, HC(2), (W/ m <sup>2</sup> °K) | 4.350862     |
| Coefficiente de radiación, HR2, (W/ m <sup>2</sup> °K)    | 5.429748     |
| Coefficiente Total, HT2, (W. m <sup>2</sup> °K)           | 9.780609     |

**CONDICIONES TOTALES DE TRANSFERENCIA**

|  |          |
|--|----------|
| Coseno del ángulo de inclinación, CO                         | 0        |
| Longitud equivalente de la placa, (mts)                      | 0.62     |
| Temperatura de pared calculada, ( °C)                        | 58.82616 |
| Coefficiente global de transferencia, (W/ m <sup>2</sup> °K) | 9.504236 |
| Calor por unidad de área, (W/ m <sup>2</sup> )               | 427.6906 |
| Area Total de transferencia, (m <sup>2</sup> )               | 5.92     |

|                                     |                 |
|-------------------------------------|-----------------|
| <b>CALOR TOTAL TRANSFERIDO, (W)</b> | <b>2531.929</b> |
|-------------------------------------|-----------------|

**CONDICIONES DE TRANSFERENCIA EN LA TINA NRO. 3/ LAV. NRO. 3**

Temperatura de pared asumida para el cálculo 58 °C

**CONDICIONES DE TRANSFERENCIA PARA EL AGUA**

|   |              |
|---|--------------|
| Temperatura del agua en la tina, TA, ( °C)                | 60           |
| Temperatura de película, TFA, ( °C)                       | 59.36592     |
| Número de Grashof , GR                                    | 6.638067E+09 |
| Número de Prandlt, PR                                     | 3.031205     |
| Producto, GR*PR   | 1.261809E+10 |
| Coefficiente de convección, HC(1), (W/ m <sup>2</sup> °K) | 320.8285     |

**CONDICIONES DE TRANSFERENCIA PARA EL AIRE**

|   |              |
|---|--------------|
| Temperatura del aire, TTO, ( °C)                          | 15           |
| Temperatura de película, TFO, ( °C)                       | 36.86591     |
| Número de Grashof , GR                                    | 1.22811E+09  |
| Número de Prandlt, PR                                     | 0.7216898    |
| Producto, GR*PR   | 5.558078E+08 |
| Coefficiente de convección, HC(2), (W/ m <sup>2</sup> °K) | 3.869926     |
| Coefficiente de radiación, HR2, (W/ m <sup>2</sup> °K)    | 5.427156     |
| Coefficiente Total, HT2, (W.m <sup>2</sup> °K)            | 9.297082     |

**CONDICIONES TOTALES DE TRANSFERENCIA**

|  |          |
|--|----------|
| Coseno del ángulo de inclinación, CO                         | 0.6271   |
| Longitud equivalente de la placa, (mts)                      | 0.62     |
| Temperatura de pared calculada, ( °C)                        | 58.73183 |
| Coefficiente global de transferencia, (W/ m <sup>2</sup> °K) | 9.015953 |
| Calor por unidad de área, (W/ m <sup>2</sup> )               | 405.7179 |
| Area Total de transferencia, (m <sup>2</sup> )               | 0.76     |

|                                     |                 |
|-------------------------------------|-----------------|
| <b>CALOR TOTAL TRANSFERIDO, (W)</b> | <b>308.3456</b> |
|-------------------------------------|-----------------|

**EVALUACION PARA PLACAS HORIZONTALES****CONDICIONES DE TRANSFERENCIA EN LA TINA NRO. 3/ LAV. NRO. 3**

Temperatura de pared asumida para el cálculo 58 °C

**CONDICIONES DE TRANSFERENCIA PARA EL AGUA**

|   |              |
|---|--------------|
| Temperatura del agua en la tina, TA, ( °C)                | 60           |
| Temperatura de película, TFA, ( °C)                       | 58.99032     |
| Número de Grashof , GR                                    | 4.317375E+11 |
| Número de Prandlt, PR                                     | 3.051478     |
| Producto, GR*PR   | 1.317437E+12 |
| Coefficiente de convección, HC(1), (W/ m <sup>2</sup> °K) | 176.9699     |

**CONDICIONES DE TRANSFERENCIA PARA EL AIRE**

|   |              |
|---|--------------|
| Temperatura del aire, TTO, ( °C)                          | 15           |
| Temperatura de película, TFO, ( °C)                       | 36.49032     |
| Número de Grashof , GR                                    | 5.040732E+10 |
| Número de Prandlt, PR                                     | 0.7216703    |
| Producto, GR*PR   | 3.637746E+10 |
| Coefficiente de convección, HC(2), (W/ m <sup>2</sup> °K) | 2.906556     |
| Coefficiente de radiación, HR2, (W/ m <sup>2</sup> °K)    | 5.406598     |
| Coefficiente Total, HT2, (W. m <sup>2</sup> °K)           | 8.313155     |

**CONDICIONES TOTALES DE TRANSFERENCIA**

|  |                 |
|--|-----------------|
| Longitud equivalente de la placa, (mts)                      | 2.1471          |
| Temperatura de pared calculada, ( °C)                        | 57.98064        |
| Coefficiente global de transferencia, (W/ m <sup>2</sup> °K) | 7.925255        |
| Calor por unidad de área, (W/ m <sup>2</sup> )               | 356.6365        |
| Area Total de transferencia, (m <sup>2</sup> )               | 4.61            |
| <b>CALOR TOTAL TRANSFERIDO, (W)</b>                          | <b>1644.094</b> |

**CONDICIONES DE TRANSFERENCIA EN LA TINA NRO. 4 /LAV. NRO. 3**

Temperatura de pared asumida para el cálculo 54 °C

**CONDICIONES DE TRANSFERENCIA PARA EL AGUA**

|   |              |
|---|--------------|
| Temperatura del agua en la tina, TA, ( °C)              | 55           |
| Temperatura de película, TFA, ( °C)                     | 54.43724     |
| Número de Grashof , GR                                  | 1.918728E+09 |
| Número de Prandlt, PR                                   | 3.303809     |
| Producto, GR*PR   | 6.339112E+09 |
| Coficiente de convección, HC(1), (W/ m <sup>2</sup> °K) | 340.7226     |

**CONDICIONES DE TRANSFERENCIA PARA EL AIRE**

|   |              |
|---|--------------|
| Temperatura del aire, TTO, ( °C)                        | 15           |
| Temperatura de película, TFO, ( °C)                     | 34.43723     |
| Número de Grashof , GR                                  | 4.620561E+08 |
| Número de Prandlt, PR                                   | 0.7215632    |
| Producto, GR*PR   | 3.334026E+08 |
| Coficiente de convección, HC(2), (W/ m <sup>2</sup> °K) | 4.564273     |
| Coficiente de radiación, HR2, (W/ m <sup>2</sup> °K)    | 5.295362     |
| Coficiente Total, HT2, (W.m <sup>2</sup> °K)            | 9.859634     |

**CONDICIONES TOTALES DE TRANSFERENCIA**

|  |          |
|--|----------|
| Coseno del ángulo de inclinación, CO                       | 0        |
| Longitud equivalente de la placa, (mts)                    | 0.46     |
| Temperatura de pared calculada, ( °C)                      | 53.87446 |
| Coficiente global de transferencia, (W/ m <sup>2</sup> °K) | 9.560639 |
| Calor por unidad de área, (W/ m <sup>2</sup> )             | 382.4256 |
| Area Total de transferencia, (m <sup>2</sup> )             | 2.5      |

|                                     |                 |
|-------------------------------------|-----------------|
| <b>CALOR TOTAL TRANSFERIDO, (W)</b> | <b>956.0639</b> |
|-------------------------------------|-----------------|

**CONDICIONES DE TRANSFERENCIA EN LA TINA NRO. 4/ LAV. NRO. 3**

Temperatura de pared asumida para el cálculo 53 °C

**CONDICIONES DE TRANSFERENCIA PARA EL AGUA**

|   |              |
|---|--------------|
| Temperatura del agua en la tina, TA, ( °C)              | 55           |
| Temperatura de película, TFA, ( °C)                     | 54.40675     |
| Número de Grashof , GR                                  | 2.018797E+09 |
| Número de Prandlt, PR                                   | 3.305724     |
| Producto, GR*PR   | 4.822331E+09 |
| Coficiente de convección, HC(1), (W/ m <sup>2</sup> °K) | 311.0214     |

**CONDICIONES DE TRANSFERENCIA PARA EL AIRE**

|   |              |
|---|--------------|
| Temperatura del aire, TTO, ( °C)                        | 15           |
| Temperatura de película, TFO, ( °C)                     | 34.40675     |
| Número de Grashof , GR                                  | 4.615376E+08 |
| Número de Prandlt, PR                                   | 0.7215617    |
| Producto, GR*PR   | 2.406459E+08 |
| Coficiente de convección, HC(2), (W/ m <sup>2</sup> °K) | 4.206712     |
| Coficiente de radiación, HR2, (W/ m <sup>2</sup> °K)    | 5.293723     |
| Coficiente Total, HT2, (W. m <sup>2</sup> °K)           | 9.500434     |

**CONDICIONES TOTALES DE TRANSFERENCIA**

|  |          |
|--|----------|
| Coseno del ángulo de inclinación, CO                       | 0.7226   |
| Longitud equivalente de la placa, (mts)                    | 0.46     |
| Temperatura de pared calculada, ( °C)                      | 53.81349 |
| Coficiente global de transferencia, (W/ m <sup>2</sup> °K) | 9.198743 |
| Calor por unidad de área, (W/ m <sup>2</sup> )             | 367.9497 |
| Area Total de transferencia, (m <sup>2</sup> )             | 0.55     |

|                                     |                 |
|-------------------------------------|-----------------|
| <b>CALOR TOTAL TRANSFERIDO, (W)</b> | <b>202.3724</b> |
|-------------------------------------|-----------------|

**CONDICIONES DE TRANSFERENCIA EN LA TINA NRO. 4 /LAV. NRO. 3**

Temperatura de pared asumida para el cálculo 54 °C

**CONDICIONES DE TRANSFERENCIA PARA EL AGUA**

|   |              |
|---|--------------|
| Temperatura del agua en la tina, TA, ( °C)                | 55           |
| Temperatura de película, TFA, ( °C)                       | 54.42766     |
| Número de Grashof , GR                                    | 3.5186E+09   |
| Número de Prandlt, PR                                     | 3.304411     |
| Producto, GR*PR   | 9.481735E+09 |
| Coefficiente de convección, HC(1), (W/ m <sup>2</sup> °K) | 320.0741     |

**CONDICIONES DE TRANSFERENCIA PARA EL AIRE**

|   |              |
|---|--------------|
| Temperatura del aire, TTO, ( °C)                          | 15           |
| Temperatura de película, TFO, ( °C)                       | 34.42766     |
| Número de Grashof , GR                                    | 8.333593E+08 |
| Número de Prandlt, PR                                     | 0.7215627    |
| Producto, GR*PR   | 4.903772E+08 |
| Coefficiente de convección, HC(2), (W/ m <sup>2</sup> °K) | 4.12878      |
| Coefficiente de radiación, HR2, (W/ m <sup>2</sup> °K)    | 5.29485      |
| Coefficiente Total, HT2, (W.m <sup>2</sup> °K)            | 9.42363      |

**CONDICIONES TOTALES DE TRANSFERENCIA**

|  |          |
|--|----------|
| Coseno del ángulo de inclinación, CO                         | 0.8155   |
| Longitud equivalente de la placa, (mts)                      | 0.56     |
| Temperatura de pared calculada, ( °C)                        | 53.85531 |
| Coefficiente global de transferencia, (W/ m <sup>2</sup> °K) | 9.134302 |
| Calor por unidad de área, (W/ m <sup>2</sup> )               | 365.3721 |
| Area Total de transferencia, (m <sup>2</sup> )               | 1.64     |

|                                     |                 |
|-------------------------------------|-----------------|
| <b>CALOR TOTAL TRANSFERIDO, (W)</b> | <b>599.2102</b> |
|-------------------------------------|-----------------|

**CONDICIONES DE TRANSFERENCIA EN LA TINA NRO. 4 /LAV. NRO. 3**

Temperatura de pared asumida para el cálculo 54 °C

**CONDICIONES DE TRANSFERENCIA PARA EL AGUA**

|   |              |
|---|--------------|
| Temperatura del agua en la tina, TA, ( °C)                | 55           |
| Temperatura de película, TFA, ( °C)                       | 54.39337     |
| Número de Grashof , GR                                    | 2.062575E+09 |
| Número de Prandlt, PR                                     | 3.306564     |
| Producto, GR*PR   | 4.282982E+09 |
| Coefficiente de convección, HC(1), (W/ m <sup>2</sup> °K) | 298.9586     |

**CONDICIONES DE TRANSFERENCIA PARA EL AIRE**

|   |              |
|---|--------------|
| Temperatura del aire, TTO, ( °C)                          | 15           |
| Temperatura de película, TFO, ( °C)                       | 34.39337     |
| Número de Grashof , GR                                    | 4.613101E+08 |
| Número de Prandlt, PR                                     | 0.7215609    |
| Producto, GR*PR   | 2.090382E+08 |
| Coefficiente de convección, HC(2), (W/ m <sup>2</sup> °K) | 4.061073     |
| Coefficiente de radiación, HR2, (W/ m <sup>2</sup> °K)    | 5.293009     |
| Coefficiente Total, HT2, (W.m <sup>2</sup> °K)            | 9.354082     |

**CONDICIONES TOTALES DE TRANSFERENCIA**

|  |          |
|--|----------|
| Coseno del ángulo de inclinación, CO                         | 0.628    |
| Longitud equivalente de la placa, (mts)                      | 0.46     |
| Temperatura de pared calculada, ( °C)                        | 53.78675 |
| Coefficiente global de transferencia, (W/ m <sup>2</sup> °K) | 9.050831 |
| Calor por unidad de área, (W/ m <sup>2</sup> )               | 362.0332 |
| Area Total de transferencia, (m <sup>2</sup> )               | 0.55     |

|                                     |                 |
|-------------------------------------|-----------------|
| <b>CALOR TOTAL TRANSFERIDO, (W)</b> | <b>199.1183</b> |
|-------------------------------------|-----------------|

**CONDICIONES DE TRANSFERENCIA EN LA TINA NRO. 4 /LAV. NRO. 3**

Temperatura de pared asumida para el cálculo 54 °C

**CONDICIONES DE TRANSFERENCIA PARA EL AGUA**

|   |              |
|---|--------------|
| Temperatura del agua en la tina, TA, ( °C)                | 55           |
| Temperatura de película, TFA, ( °C)                       | 54.42253     |
| Número de Grashof , GR                                    | 3.548963E+09 |
| Número de Prandlt, PR                                     | 3.304732     |
| Producto, GR*PR   | 9.062515E+09 |
| Coefficiente de convección, HC(1), (W/ m <sup>2</sup> °K) | 315.2834     |

**CONDICIONES DE TRANSFERENCIA PARA EL AIRE**

|   |              |
|---|--------------|
| Temperatura del aire, TTO, ( °C)                          | 15           |
| Temperatura de película, TFO, ( °C)                       | 34.42253     |
| Número de Grashof , GR                                    | 8.332019E+08 |
| Número de Prandlt, PR                                     | 0.7215625    |
| Producto, GR*PR   | 4.645528E+08 |
| Coefficiente de convección, HC(2), (W/ m <sup>2</sup> °K) | 4.073265     |
| Coefficiente de radiación, HR2, (W/ m <sup>2</sup> °K)    | 5.294574     |
| Coefficiente Total, HT2, (W.m <sup>2</sup> °K)            | 9.367838     |

**CONDICIONES TOTALES DE TRANSFERENCIA**

|  |          |
|--|----------|
| Coseno del ángulo de inclinación, CO                         | 0.7727   |
| Longitud equivalente de la placa, (mts)                      | 0.56     |
| Temperatura de pared calculada, ( °C)                        | 53.84506 |
| Coefficiente global de transferencia, (W/ m <sup>2</sup> °K) | 9.07796  |
| Calor por unidad de área, (W/ m <sup>2</sup> )               | 363.1184 |
| Area Total de transferencia, (m <sup>2</sup> )               | 1.6      |

|                                     |                 |
|-------------------------------------|-----------------|
| <b>CALOR TOTAL TRANSFERIDO, (W)</b> | <b>580.9895</b> |
|-------------------------------------|-----------------|



**EVALUACION PARA PLACAS HORIZONTALES****CONDICIONES DE TRANSFERENCIA EN LA TINA NRO. 4/ LAV. NRO. 3**

Temperatura de pared asumida para el cálculo 54 °C

**CONDICIONES DE TRANSFERENCIA PARA EL AGUA**

|   |              |
|---|--------------|
| Temperatura del agua en la tina, TA, ( °C)                | 55           |
| Temperatura de película, TFA, ( °C)                       | 54.42807     |
| Número de Grashof , GR                                    | 1.452868E+09 |
| Número de Prandtl, PR                                     | 3.304385     |
| Producto, GR*PR   | 4.800835E+09 |
| Coefficiente de convección, HC(1), (W/ m <sup>2</sup> °K) | 368.8584     |

**CONDICIONES DE TRANSFERENCIA PARA EL AIRE**

|   |              |
|---|--------------|
| Temperatura del aire, TTO, ( °C)                          | 15           |
| Temperatura de película, TFO, ( °C)                       | 34.42807     |
| Número de Grashof , GR                                    | 3.443462E+08 |
| Número de Prandtl, PR                                     | 0.7215627    |
| Producto, GR*PR   | 2.484674E+08 |
| Coefficiente de convección, HC(2), (W/ m <sup>2</sup> °K) | 5.556951     |
| Coefficiente de radiación, HR2, (W/ m <sup>2</sup> °K)    | 5.294873     |
| Coefficiente Total, HT2, (W. m <sup>2</sup> °K)           | 10.85182     |

**CONDICIONES TOTALES DE TRANSFERENCIA**

|  |                 |
|--|-----------------|
| Longitud equivalente de la placa, (mts)                      | 0.4171          |
| Temperatura de pared calculada, ( °C)                        | 53.85614        |
| Coefficiente global de transferencia, (W/ m <sup>2</sup> °K) | 10.51542        |
| Calor por unidad de área, (W/ m <sup>2</sup> )               | 420.6168        |
| Area Total de transferencia, (m <sup>2</sup> )               | 0.174           |
| <b>CALOR TOTAL TRANSFERIDO, (W)</b>                          | <b>73.18733</b> |

**CONDICIONES DE TRANSFERENCIA EN LA TINA NRO. 5 /LAV. NRO. 3**

Temperatura de pared asumida para el cálculo 44 °C

**CONDICIONES DE TRANSFERENCIA PARA EL AGUA**

|   |              |
|---|--------------|
| Temperatura del agua en la tina, TA, ( °C)                | 45           |
| Temperatura de película, TFA, ( °C)                       | 44.53608     |
| Número de Grashof, GR                                     | 1.059191E+09 |
| Número de Prandtl, PR                                     | 3.984097     |
| Producto, GR*PR   | 4.219921E+09 |
| Coefficiente de convección, HC(1), (W/ m <sup>2</sup> °K) | 291.9842     |

**CONDICIONES DE TRANSFERENCIA PARA EL AIRE**

|   |              |
|---|--------------|
| Temperatura del aire, TTO, ( °C)                          | 15           |
| Temperatura de película, TFO, ( °C)                       | 29.53608     |
| Número de Grashof, GR                                     | 3.712058E+08 |
| Número de Prandtl, PR                                     | 0.7213033    |
| Producto, GR*PR   | 2.677519E+08 |
| Coefficiente de convección, HC(2), (W/ m <sup>2</sup> °K) | 4.270926     |
| Coefficiente de radiación, HR2, (W/ m <sup>2</sup> °K)    | 5.037635     |
| Coefficiente Total, HT2, (W.m <sup>2</sup> °K)            | 9.308561     |

**CONDICIONES TOTALES DE TRANSFERENCIA**

|  |          |
|--|----------|
| Coseno del ángulo de inclinación, CO                         | 0        |
| Longitud equivalente de la placa, (mts)                      | 0.46     |
| Temperatura de pared calculada, ( °C)                        | 44.07215 |
| Coefficiente global de transferencia, (W/ m <sup>2</sup> °K) | 9.001727 |
| Calor por unidad de área, (W/ m <sup>2</sup> )               | 270.0518 |
| Area Total de transferencia, (m <sup>2</sup> )               | 2.5      |

|                                     |                 |
|-------------------------------------|-----------------|
| <b>CALOR TOTAL TRANSFERIDO, (W)</b> | <b>675.1295</b> |
|-------------------------------------|-----------------|

**CONDICIONES DE TRANSFERENCIA EN LA TINA NRO. 5 /LAV. NRO. 3**

Temperatura de pared asumida para el cálculo 43 °C

**CONDICIONES DE TRANSFERENCIA PARA EL AGUA**

|   |              |
|---|--------------|
| Temperatura del agua en la tina, TA, ( °C)                | 45           |
| Temperatura de película, TFA, ( °C)                       | 44.5115      |
| Número de Grashof , GR                                    | 1.113531E+09 |
| Número de Prandlt, PR                                     | 3.986008     |
| Producto, GR*PR   | 3.20729E+09  |
| Coefficiente de convección, HC(1), (W/ m <sup>2</sup> °K) | 266.449      |

**CONDICIONES DE TRANSFERENCIA PARA EL AIRE**

|   |              |
|---|--------------|
| Temperatura del aire, TTO, ( °C)                          | 15           |
| Temperatura de película, TFO, ( °C)                       | 29.5115      |
| Número de Grashof , GR                                    | 3.707108E+08 |
| Número de Prandlt, PR                                     | 0.721302     |
| Producto, GR*PR   | 1.932192E+08 |
| Coefficiente de convección, HC(2), (W/ m <sup>2</sup> °K) | 3.936191     |
| Coefficiente de radiación, HR2, (W/ m <sup>2</sup> °K)    | 5.036373     |
| Coefficiente Total, HT2, (W.m <sup>2</sup> °K)            | 8.972564     |

**CONDICIONES TOTALES DE TRANSFERENCIA**

|  |          |
|--|----------|
| Coseno del ángulo de inclinación, CO                         | 0.7226   |
| Longitud equivalente de la placa, (mts)                      | 0.46     |
| Temperatura de pared calculada, ( °C)                        | 44.023   |
| Coefficiente global de transferencia, (W/ m <sup>2</sup> °K) | 8.662443 |
| Calor por unidad de área, (W/ m <sup>2</sup> )               | 259.8733 |
| Area Total de transferencia, (m <sup>2</sup> )               | 0.55     |

|                                     |                 |
|-------------------------------------|-----------------|
| <b>CALOR TOTAL TRANSFERIDO, (W)</b> | <b>142.9303</b> |
|-------------------------------------|-----------------|

**CONDICIONES DE TRANSFERENCIA EN LA TINA NRO. 5 /LAV. NRO. 3**

Temperatura de pared asumida para el cálculo 44 °C

**CONDICIONES DE TRANSFERENCIA PARA EL AGUA**

|   |              |
|---|--------------|
| Temperatura del agua en la tina, TA, ( °C)              | 45           |
| Temperatura de película, TFA, ( °C)                     | 44.52818     |
| Número de Grashof , GR                                  | 1.942567E+09 |
| Número de Prandlt, PR                                   | 3.984711     |
| Producto, GR*PR   | 6.312434E+09 |
| Coficiente de convección, HC(1), (W/ m <sup>2</sup> °K) | 274.2959     |

**CONDICIONES DE TRANSFERENCIA PARA EL AIRE**

|   |              |
|---|--------------|
| Temperatura del aire, TTO, ( °C)                        | 15           |
| Temperatura de película, TFO, ( °C)                     | 29.52818     |
| Número de Grashof , GR                                  | 6.694513E+08 |
| Número de Prandlt, PR                                   | 0.721303     |
| Producto, GR*PR   | 3.937864E+08 |
| Coficiente de convección, HC(2), (W/ m <sup>2</sup> °K) | 3.863365     |
| Coficiente de radiación, HR2, (W/ m <sup>2</sup> °K)    | 5.037227     |
| Coficiente Total, HT2, (W.m <sup>2</sup> °K)            | 8.900592     |

**CONDICIONES TOTALES DE TRANSFERENCIA**

|  |          |
|--|----------|
| Coseno del ángulo de inclinación, CO                       | 0.8155   |
| Longitud equivalente de la placa, (mts)                    | 0.56     |
| Temperatura de pared calculada, ( °C)                      | 44.05635 |
| Coficiente global de transferencia, (W/ m <sup>2</sup> °K) | 8.603281 |
| Calor por unidad de área, (W/ m <sup>2</sup> )             | 258.0984 |
| Area Total de transferencia, (m <sup>2</sup> )             | 1.64     |

|                                     |                 |
|-------------------------------------|-----------------|
| <b>CALOR TOTAL TRANSFERIDO, (W)</b> | <b>423.2814</b> |
|-------------------------------------|-----------------|

**CONDICIONES DE TRANSFERENCIA EN LA TINA NRO. 5 /LAV. NRO. 3**

Temperatura de pared asumida para el cálculo 44 °C

**CONDICIONES DE TRANSFERENCIA PARA EL AGUA**

|   |              |
|---|--------------|
| Temperatura del agua en la tina, TA, ( °C)                | 45           |
| Temperatura de película, TFA, ( °C)                       | 44.5         |
| Número de Grashof , GR                                    | 1.138891E+09 |
| Número de Prandlt, PR                                     | 3.986901     |
| Producto, GR*PR   | 2.851524E+09 |
| Coefficiente de convección, HC(1), (W/ m <sup>2</sup> °K) | 256.202      |

**CONDICIONES DE TRANSFERENCIA PARA EL AIRE**

|   |              |
|---|--------------|
| Temperatura del aire, TTO, ( °C)                          | 15           |
| Temperatura de película, TFO, ( °C)                       | 29.5         |
| Número de Grashof , GR                                    | 3.704791E+08 |
| Número de Prandlt, PR                                     | 0.7213014    |
| Producto, GR*PR   | 1.678186E+08 |
| Coefficiente de convección, HC(2), (W/ m <sup>2</sup> °K) | 3.799806     |
| Coefficiente de radiación, HR2, (W/ m <sup>2</sup> °K)    | 5.035779     |
| Coefficiente Total, HT2, (W.m <sup>2</sup> °K)            | 8.835586     |

**CONDICIONES TOTALES DE TRANSFERENCIA**

|  |          |
|--|----------|
| Coseno del ángulo de inclinación, CO                         | 0.628    |
| Longitud equivalente de la placa, (mts)                      | 0.46     |
| Temperatura de pared calculada, ( °C)                        | 44       |
| Coefficiente global de transferencia, (W/ m <sup>2</sup> °K) | 8.523782 |
| Calor por unidad de área, (W/ m <sup>2</sup> )               | 255.7135 |
| Area Total de transferencia, (m <sup>2</sup> )               | 0.55     |

|                                     |                 |
|-------------------------------------|-----------------|
| <b>CALOR TOTAL TRANSFERIDO, (W)</b> | <b>140.6424</b> |
|-------------------------------------|-----------------|

**CONDICIONES DE TRANSFERENCIA EN LA TINA NRO. 5 /LAV. NRO. 3**

Temperatura de pared asumida para el cálculo 43 °C

**CONDICIONES DE TRANSFERENCIA PARA EL AGUA**

|   |              |
|---|--------------|
| Temperatura del agua en la tina, TA, ( °C)                | 45           |
| Temperatura de película, TFA, ( °C)                       | 44.52438     |
| Número de Grashof, GR                                     | 1.957728E+09 |
| Número de Prandtl, PR                                     | 3.985006     |
| Producto, GR*PR   | 6.028264E+09 |
| Coefficiente de convección, HC(1), (W/ m <sup>2</sup> °K) | 270.114      |

**CONDICIONES DE TRANSFERENCIA PARA EL AIRE**

|   |              |
|---|--------------|
| Temperatura del aire, TTO, ( °C)                          | 15           |
| Temperatura de película, TFO, ( °C)                       | 29.52438     |
| Número de Grashof, GR                                     | 6.693135E+08 |
| Número de Prandtl, PR                                     | 0.7213028    |
| Producto, GR*PR   | 3.730423E+08 |
| Coefficiente de convección, HC(2), (W/ m <sup>2</sup> °K) | 3.811413     |
| Coefficiente de radiación, HR2, (W/ m <sup>2</sup> °K)    | 5.037037     |
| Coefficiente Total, HT2, (W.m <sup>2</sup> °K)            | 8.84845      |

**CONDICIONES TOTALES DE TRANSFERENCIA**

|  |          |
|--|----------|
| Coseno del ángulo de inclinación, CO                         | 0.7727   |
| Longitud equivalente de la placa, (mts)                      | 0.56     |
| Temperatura de pared calculada, ( °C)                        | 44.04875 |
| Coefficiente global de transferencia, (W/ m <sup>2</sup> °K) | 8.550426 |
| Calor por unidad de área, (W/ m <sup>2</sup> )               | 256.5128 |
| Area Total de transferencia, (m <sup>2</sup> )               | 1.6      |

|                                     |                 |
|-------------------------------------|-----------------|
| <b>CALOR TOTAL TRANSFERIDO, (W)</b> | <b>410.4205</b> |
|-------------------------------------|-----------------|

**EVALUACION PARA PLACAS HORIZONTALES****CONDICIONES DE TRANSFERENCIA EN LA TINA NRO. 5 /LAV. NRO. 3**

Temperatura de pared asumida para el cálculo 43 °C

**CONDICIONES DE TRANSFERENCIA PARA EL AGUA**

|   |              |
|---|--------------|
| Temperatura del agua en la tina, TA, ( °C)                | 45           |
| Temperatura de película, TFA, ( °C)                       | 44.53254     |
| Número de Grashof , GR                                    | 7.954658E+08 |
| Número de Prandtl, PR                                     | 3.984372     |
| Producto, GR*PR   | 3.169432E+09 |
| Coefficiente de convección, HC(1), (W/ m <sup>2</sup> °K) | 315.2224     |

**CONDICIONES DE TRANSFERENCIA PARA EL AIRE**

|   |              |
|---|--------------|
| Temperatura del aire, TTO, ( °C)                          | 15           |
| Temperatura de película, TFO, ( °C)                       | 29.53254     |
| Número de Grashof , GR                                    | 2.766804E+08 |
| Número de Prandtl, PR                                     | 0.7213032    |
| Producto, GR*PR   | 1.995704E+08 |
| Coefficiente de convección, HC(2), (W/ m <sup>2</sup> °K) | 5.105963     |
| Coefficiente de radiación, HR2, (W/ m <sup>2</sup> °K)    | 5.037451     |
| Coefficiente Total, HT2, (W.m <sup>2</sup> °K)            | 10.14341     |

**CONDICIONES TOTALES DE TRANSFERENCIA**

|  |                 |
|--|-----------------|
| Longitud equivalente de la placa, (mts)                      | 0.4171          |
| Temperatura de pared calculada, ( °C)                        | 44.06508        |
| Coefficiente global de transferencia, (W/ m <sup>2</sup> °K) | 9.804359        |
| Calor por unidad de área, (W/ m <sup>2</sup> )               | 294.1308        |
| Area Total de transferencia, (m <sup>2</sup> )               | 0.174           |
| <b>CALOR TOTAL TRANSFERIDO, (W)</b>                          | <b>51.17876</b> |

**III .- COEFICIENTES DE CONVECCION USADOS PARA  
EVALUAR LAS PERDIDAS POR LA SUPERFICIE  
LIBRE DEL AGUA**



**PERDIDAS DE CALOR POR LAS SUPERFICIES LIBRES DEL AGUA****CONDICIONES DE TRANSFERENCIA EN LA TINA NRO. 1 /LAV. NRO. 3****CONDICIONES DE TRANSFERENCIA PARA EL AIRE**

|   |              |
|---|--------------|
| Longitud equivalente de la placa, (mts)                   | 3.001        |
| Temperatura del agua en la tina, TA, ( °C)                | 50           |
| Temperatura del aire, TTO, ( °C)                          | 15           |
| Temperatura de película, TFO, ( °C)                       | 32.5         |
| Número de Grashof , GR                                    | 1.188346E+11 |
| Número de Prandlt, PR                                     | 0.7214612    |
| Producto, GR*PR   | 8.573453E+10 |
| Coefficiente de convección, HC(2), (W/ m <sup>2</sup> °K) | 5.392586     |

**PERDIDAS DE CALOR POR LAS SUPERFICIES LIBRES DEL AGUA****CONDICIONES DE TRANSFERENCIA EN LA TINA NRO. 2 /LAV. NRO. 3****CONDICIONES DE TRANSFERENCIA PARA EL AIRE**

|   |              |
|---|--------------|
| Longitud equivalente de la placa, (mts)                   | 3.39         |
| Temperatura del agua en la tina, TA, ( °C)                | 60           |
| Temperatura del aire, TTO, ( °C)                          | 15           |
| Temperatura de película, TFO, ( °C)                       | 37.5         |
| Número de Grashof , GR                                    | 2.046551E+11 |
| Número de Prandlt, PR                                     | 0.7217226    |
| Producto, GR*PR   | 1.477042E+11 |
| Coefficiente de convección, HC(2), (W/ m <sup>2</sup> °K) | 5.790486     |

**PERDIDAS DE CALOR POR LAS SUPERFICIES LIBRES DEL AGUA****CONDICIONES DE TRANSFERENCIA EN LA TINA NRO. 3 /LAV. NRO. 3****CONDICIONES DE TRANSFERENCIA PARA EL AIRE**

|   |              |
|---|--------------|
| Longitud equivalente de la placa, (mts)                   | 2.36         |
| Temperatura del agua en la tina, TA, ( °C)                | 60           |
| Temperatura del aire, TTO, ( °C)                          | 15           |
| Temperatura de película, TFO, ( °C)                       | 37.5         |
| Número de Grashof , GR                                    | 6.904934E+10 |
| Número de Prandlt, PR                                     | 0.7217226    |
| Producto, GR*PR   | 4.983447E+10 |
| Coefficiente de convección, HC(2), (W/ m <sup>2</sup> °K) | 5.790479     |

**PERDIDAS DE CALOR POR LAS SUPERFICIES LIBRES DEL AGUA****CONDICIONES DE TRANSFERENCIA EN LA TINA NRO. 4 /LAV. NRO. 3****CONDICIONES DE TRANSFERENCIA PARA EL AIRE**

|   |              |
|---|--------------|
| Longitud equivalente de la placa, (mts)                   | 1.97         |
| Temperatura del agua en la tina, TA, ( °C)                | 55           |
| Temperatura del aire, TTO, ( °C)                          | 15           |
| Temperatura de película, TFO, ( °C)                       | 35           |
| Número de Grashof , GR                                    | 3.703654E+10 |
| Número de Prandlt, PR                                     | 0.7215926    |
| Producto, GR*PR   | 2.67253E+10  |
| Coefficiente de convección, HC(2), (W/ m <sup>2</sup> °K) | 5.602895     |

**PERDIDAS DE CALOR POR LAS SUPERFICIES LIBRES DEL AGUA****CONDICIONES DE TRANSFERENCIA EN LA TINA NRO. 5 /LAV. NRO. 3****CONDICIONES DE TRANSFERENCIA PARA EL AIRE**

|   |              |
|---|--------------|
| Longitud equivalente de la placa, (mts)                   | 1.97         |
| Temperatura del agua en la tina, TA, ( °C)                | 45           |
| Temperatura del aire, TTO, ( °C)                          | 15           |
| Temperatura de película, TFO, ( °C)                       | 30           |
| Número de Grashof , GR                                    | 2.988465E+10 |
| Número de Prandlt, PR                                     | 0.7213281    |
| Producto, GR*PR   | 2.155664E+10 |
| Coefficiente de convección, HC(2), (W/ m <sup>2</sup> °K) | 5.154222     |

#### **IV .- PROGRAMAS EN LENGUAJE BASIC UTILIZADOS PARA EL CALCULO DEL BALANCE DE ENERGIA**



```

390 LPRINT "TOTAL                                     ";(M+A+BB):LPRINT
      INGRESO.....
400 LPRINT "Materia de                               ";MS
      Salida.....
410 LPRINT "Aire de                                   ";(A+BB+A1-A2)
      Salida.....
420 LPRINT "TOTAL                                     ";(MS+A+BB"+A1-A2):LPRINT
      SALIDA.....
430 LPRINT "HUMEDAD RELATIVA (%)"
440 LPRINT "Aire de                                   ";HR(1)
      Ingreso.....
450 LPRINT "Aire de                                   ";HR(2):LPRINT
      Salida.....
460 GOTO 630
470 REM ESTA SUBROUTINA CALCULA LA PRESION DE VAPOR DE AGUA
480 X1=1:X2=400
490 PVP=(X1+X2)/2
500 YN= -LOG(PVP)+55.336-6869.5/TW-(5.115*LOG(TW))+(1.05*PVP/TW^2)
510 YN=(INT (YN*1000) / 1000)
520 IF YN>.001 THEN X1=PVP:GOTO 490
530 IF YN=.001 THEN PW=PVP*.3937:GOTO 550
540 X2=PVP:GOTO 490
550 RETURN
560 REM ESTA SUBROUTINA CALCULA LA PRESION PARCIAL DE VAPOR DE
      AGUA
570 P=PW-((B-PW)*(TD-TW) / (1532.44 - 1.3*TW))
580 RETURN
590 REM ESTA SUBROUTINA CALCULA LA HUMEDAD
600 H=.621*P/(B-P)
610 RETURN
620 DATA 41.20, 13.50, 193.94,23, 75.15,14.5, 34.42, 22.83, 74.84, 36.06, 63.94, 29
630 TDI=TDI+273.16:TDS=TDS+273.16:TP=TP+273.16
640 REM ESTA PARTE DEL PROGRAMA CALCULA EL BALANCE DE ENERGIA
650 REM CALOR GANADO POR EL AIRE SECO (CAS)
660 CAS=(A/28.97)*(6.765+(.001016*(TDS-TDI) /2)+(8000/ (TDS*TDI)))*(TDS-TDI)
670 REM CALOR GANADO POR LA HUMEDAD DEL AIRE SECO (CHAS)
680 CHAS=(BB/18.01)*(7.17+(.00256*(TDS-TDI) /2)+(8000/(TDS*TDI)))*(TDS-TDI)
690 REM CALOR GANADO POR EL AGUA EVAPORADA (CAE)
700 CAE=((A1-A2)/18.01)*(10507.7+((.00256*(TDS+298)/2)+(8000/(TDS+298)))*(TDS-
      298))
710 REM CALOR GANADO POR LA HUMEDAD REMANENTE (CHR)
720 CHR=A2*(TDS-298)-A1*(TDI-298)
730 REM CALOR GANADO POR EL MATERIAL SECO (CMS)
740 CMS=.3*S*(TDS-TDI)
750 REM CALCULO DE LAS PERDIDAS DE CALOR (PCA)
760 K1=(.0131*PAH+.0113*PAV)*((TP-TDI) ^ (1/3))
770 K2=4.925*.9*(((TP)/100)^4-((TDI)/100^4)/(TP-TDI)
780 PCA=AREA*(K1+K2)*(TP-TDI)
790 REM CALCULO DEL CALOR PARA CALENTAR LOS DISPOSITIVOS DE
      TRANSPORTE
800 MTR=600

```

```

810 CPTR=.5*(10^3):TTS=90:TTI=15
820 CTR=MTR*CPTR*(TTS-TTI)*.8600096/3600
830 REM EL REQUERIMIENTO DE CALOR VIENE DADO POR (RCA)
840 RCA=CAS+CHAS+CAE+CHR+CMS+PCA+CTR
850 LPRINT "BALANCE DE ENERGIA EN KCAL / HR, LA TEMPERATURA BASE
      ES 25 °C"
860 LPRINT "Calor absorbido por el aire                ";CAS
      seco.....
870 LPRINT "Calor absorbido por la humedad del aire    ";CHAS
      seco.....
880 LPRINT "Calor absorbido por el agua                ";CAE
      evaporada.....
890 LPRINT "Calor absorbido por la humedad remanente del ";CHR
      material..
900 LPRINT "Calor absorbido por el material            ";CMS
      seco.....
910 LPRINT "Calor para calentar los dispositivos de    ";PCA
      transporte.....
920 LPRINT "Perdidas de calor.....";CTR
930 LPRINT
940 LPRINT CALOR REQUERIDO POR LA                      ";RCA
      SECADORA.....
950 LPRINT CHR$(12):STOP

```

```

10  REM PROGRAMA PARA EVALUAR LOS COEFICIENTES PELICULARES Y
    GLOBALES EN:
20  REM PLACAS VERTICALES E INCLINADAS SIN REVESTIMIENTO
30  INPUT "Pon el número de la tina a evaluar";NT$
40  LPRINT " CONDICIONES DE TRANSFERENCIA EN LA TINA
    NRO";NT$:LPRINT:LPRINT
50  OPTION BASE 1
60  G=9.810001:E=.8:CB=5.6721/(10↑ 8)
70  DIM P(8,6),M(3,6),XX(2),HC(2),GR(2),PR(2)
80  FOR I=1 TO 8:FOR L=1 TO 6:READ P(I,L):NEXT L:NEXT I
90  FOR I=1 TO 3:FOR L=1 TO 6:READ M(I,L):NEXT L:NEXT I
100 READ EE,KW
110 INPUT "Pon V=Vertical o I=Inclinada";A$
120 IF A$="V" THEN 140
130 INPUT "Coseno del ángulo de inclinación de la placa=";CO
140 INPUT "T.aire=";TTO
150 INPUT "T.agua=";TA
160 INPUT "Altura de la placa=";LL
170 INPUT "T.Pared inicial asumida=";TS
180 LPRINT "Temperatura de pared asumida para el calculo ... ";TS;"C":LPRINT
190 AI=1
200 ON AI GOTO 210,230
210 TFA=(TS+TA) /2:GOSUB 680
220 DT=TA-TS:GOTO 250
230 TFO=(TS+TTO)/2:GOSUB 800
240 DT=TS-TTO
250 GR(AI)=((LL↑3)*(D↑2)*G*B*DT)/(U↑2)
260 PR(AI)=(CP*U)/K
270 XX(AI)=GR(AI)*PR(AI):X=XX(AI)
280 IF A$="V" THEN 300
290 XX(AI)=XX(AI)*CO:X=XX(AI)
300 IF (10↑9)<X AND X<(10↑12) THEN 320
310 NU=.59*(X↑.25):HC(AI)=(NU*K)/LL:GOTO 330
320 NU=.13*(X↑(1/3)):HC(AI)=(NU*K)/LL
330 AI=AI+1:IF AI<=2 THEN 200
340 HR2=CB*E*(((TS+273)↑4)-((TTO+273)↑4))/(TS-TTO)
350 HT2=HC(2)+HR2
360 TTS=(HC(1)*TA*HT2*TTO)/(HT2+HC(1))
370 IF ABS(TTS-TS)<.001 THEN 390
380 TS=TTS:GOTO 190
390 U=1/((1/HC(1))+(1/HT2)+(EE/KW))
400 QA=U*(TA-TTO)
410 LPRINT "CONDICIONES DE TRANSFERENCIA PARA EL AGUA":LPRINT
420 LPRINT "Temperatura del agua en la tina, TA, (          ";TA
    °C).....
430 LPRINT "Temperatura de película, TFA, ( °C)..... ";TFA
440 LPRINT "Número de Grashof ,          ";GR(1)
    GR.....
450 LPRINT "Número de Prandlt, PR..... ";PR(1)
460 LPRINT "Producto, GR*PR..... ";XX(1)
470 LPRINT "Coeficiente de convección, HC(1), (W/ m2          ";HC(1):LPRINT:LPRINT

```

```

°K)....
480 LPRINT"CONDICIONES DE TRANSFERENCIA PARA EL AIRE":LPRINT
490 LPRINT "Temperatura del aire, TTO, ( °C)..... ";TTO
500 LPRINT "Temperatura de película, TFO, ( °C)..... ";TFO
510 LPRINT "Número de Grashof ,                      ";GR(2)
      GR.....
520 LPRINT "Número de Prandlt, PR..... ";PR(2)
530 LPRINT "Producto, GR*PR..... ";XX(2)
540 LPRINT "Coeficiente de convección, HC(2), (W/ m2 °K).... ";HC(2)
550 LPRINT "Coeficiente de radiación, HR2, (W/ m2 °K)..... ";HR2
560 LPRINT "Coeficiente Total, HT2, (W. m2 °K)..... ";HT2:LPRINT:LPRINT
570 LPRINT "CONDICIONES TOTALES DE TRANSFERENCIA ":LPRINT
580 LPRINT "Coseno del ángulo de inclinación,          ";CO
      CO.....
590 LPRINT "Longitud equivalente de la placa,          ";LL
      (mts).....
600 LPRINT "Temperatura de pared calculada, ( °C)..... ";TS
610 LPRINT "Coeficiente global de transferencia, (W/ m2 °K).... ";U
620 LPRINT "Calor por unidad de area, (W/ m2 °K).... ";QA
      ).....
630 LPRINT "Pon el area total de transferencia, (m2)..... ";AR
640 LPRINT "Area Total de transferencia,              ";AR:LPRINT:LPRINT
      (m2).....
650 LPRINT "CALOR TOTAL TRANSFERIDO, (W)..... ";(QA*AR)
660 LPRINT CHR$(12)
670 STOP
680 N=1
690 IF P(N,1)<=TFA AND TFA<=P(N+1,1) THEN 710
700 IF N<=7 THEN N=N+1:GOTO 690
710 IF TFA=P(N,1) THEN D=P(N,2):CP=P(N,3):K=P(N,4):U=P(N,5):B=P(N,6):GOTO
790
720 IF TFA=P(N+1,1) THEN
      D=P(N+1,2):CP=P(N+1,3):K=P(N+1,4):U=P(N+1,5):B=P(N+1,6):GOTO 790
730 CC=(TFA-P(N,1))/(P(N+1,1)-P(N,1))
740 D=CC*P(N+1,2)-(P(N,2))+P(N,2)
750 CP=CC*P(N+1,3)-(P(N,3))+P(N,3)
760 K=CC*P(N+1,4)-(P(N,4))+P(N,4)
770 U=CC*P(N+1,5)-(P(N,5))+P(N,5)
780 B=CC*P(N+1,6)-(P(N,6))+P(N,6)
790 RETURN
800 L=1
810 IF M(L,1)<=TFO AND TFO<=M(L+1,1) THEN 830
820 IF L<3 THEN L=L+1:GOTO 810
830 IF TFO=M(L,1) THEN
      D=M(L,2):CP=M(L,3):K=M(L,4):U=M(L,5):B=M(L,6):GOTO 910
840 IF TFO=M(L+1,1) THEN
      D=M(L+1,2):CP=M(L+1,3):K=M(L+1,4):U=M(L+1,5):B=M(L+1,6):GOTO 910
850 C=(TFO-M(L,1))/(M(L+1,1)-M(L,1))

```



```
860 D=C*(M(L+1,2)-M(L,2))+M(L,2)
870 CP=C*(M(L+1,3)-M(L,3))+M(L,3)
880 K=C*(M(L+1,4)-M(L,4))+M(L,4)
890 U=C*(M(L+1,5)-M(L,5))+M(L,5)
900 B=C*(M(L+1,6)-M(L,6))+M(L,6)
910 RETURN
911 DATA 20, 998.2, 4182, .597, .000993414, .00021
912 DATA 30, 995.7, 4176, .615, .000792377, .0003
920 DATA 35, 994.1, 4175, .624, .000719808, .000345,40, 992.2, 4175, .633, .000658026
930 DATA .00039, 45, 990.2, 4176, .64, .000605070, .00046, 50, 988.1, 4178, .647
940 DATA .000555056, .000425, 55, 985.7, 4179, .652, .000509946, .000495
950 DATA 60, 983.2, 4181, .658, .000471670, .00053
960 DATA 0,1.299, 1002.55, .0242, .00001737, .00365, 50, 1.107, 1002.55, .0273,
    .00001967
970 DATA .00312, 100, .946, 1006.73, .0304, .00002177, .00269
980 DATA .0127, 53.6
```

```

10  REM PROGRAMA PARA EVALUAR LOS COEFICIENTES PELICULARES Y
    GLOBALES EN:
20  PLACAS HORIZONTALES CON LA SUPERFICIE CALIENTE HACIA ARRIBA Y
    LA SUPERFICIE FRIA HACIA ABAJO
30  INPUT "Pon el número de la tina a evaluar";NT$
40  LPRINT "PERDIDAS DE CALOR POR LAS SUPERFICIES LIBRES DEL AGUA"
50  LPRINT "CONDICIONES DE TRANSFERENCIA EN LA TINA
    NRO";NT$:LPRINT:LPRINT
60  OPTION BASE 1
70  G=9.810001
80  DIM P(8,6),M(3,6),XX(2),HC(2),GR(2),PR(2)
90  FOR I=1 TO 8:FOR L=1 TO 6:READ P(I,L):NEXT L:NEXT I
100 FOR I=1 TO 3:FOR L=1 TO 6:READ M(I,L):NEXT L:NEXT I
110 INPUT "T.aire=";TTO
120 INPUT "T.agua=";TA
130 INPUT "Longitud equivalente de la placa";LL
140 TS=TA
150 AI=2
160 ON AI GOTO 390, 170
170 TFO=(TS+TTO)/2:GOSUB 470
180 DT=TS-TTO
190 GR(AI)=((LL↑3)*(D↑2)*G*B*DT)/(U↑2)
200 PR(AI)=CP*U / K
210 XX(AI)=GR(AI)*PR(AI):X=XX(AI)
220 IF (2*(10↑7)<X AND X<=(3*(10↑10)) THEN 240
230 NU=.54*(X↑.25):HC(AI)=(NU*K)/LL:GOTO 250
240 NU=.14*(X↑.(1/3)):HC(AI)=(NU*K)/LL
250 LPRINT "CONDICIONES DE TRANSFERENCIA PARA EL AIRE":LPRINT
260 LPRINT "Longitud equivalente de la placa,           ";LL
    (mts).....
270 LPRINT "Temperatura del agua en la tina, TA, (           ";TA
    °C).....
280 LPRINT "Temperatura del aire, TTO, (           ";TTO
    °C).....
290 LPRINT "Temperatura de película, TFO, ( °C)..... ";TFO
300 LPRINT "Número de Grashof,           ";GR(2)
    GR.....
310 LPRINT "Número de Prandtl,           ";PR(2)
    PR.....
320 LPRINT "Producto,           ";XX(2)
    GR*PR.....
330 LPRINT "Coeficiente de convección, HC(2), (W/ m²           ";HC(2)
    °K).....
340 STOP
350 N=1
360 IF P(N,1)<=TFA AND TFA<=P(N+1,1) THEN 380
370 IF N<=7 THEN N=N+1:GOTO 360
380 IF TFA=P(N,1) THEN D=P(N,2):CP=P(N,3):K=P(N,4):U=P(N,5):B=P(N,6):GOTO
    460
390 IF TFA=P(N+1,1) THEN
    D=P(N+1,2):CP=P(N+1,3):K=P(N+1,4):U=P(N+1,5):B=P(N+1,6):GOTO 460

```

```

400 CC=(TFA-P(N,1))/(P(N+1,1)-P(N,1))
410 D=CC*P(N+1,2)-(P(N,2))+P(N,2)
420 CP=CC*P(N+1,3)-(P(N,3))+P(N,3)
430 K=CC*P(N+1,4)-(P(N,4))+P(N,4)
440 U=CC*P(N+1,5)-(P(N,5))+P(N,5)
450 B=CC*P(N+1,6)-(P(N,6))+P(N,6)
460 RETURN
470 L=1
480 IF M(L,1)<=TFO AND TFO<=M(L+1,1) THEN 500
490 IF L<3 THEN L=L+1:GOTO 480
500 IF TFO=M(L,1) THEN
      D=M(L,2):CP=M(L,3):K=M(L,4):U=M(L,5):B=M(L,6):GOTO 580
510 IF TFO=M(L+1,1) THEN
      D=M(L+1,2):CP=M(L+1,3):K=M(L+1,4):U=M(L+1,5):B=M(L+1,6):GOTO 580
520 C=(TFO-M(L,1))/(M(L+1,1)-M(L,1))
530 D=C*(M(L+1,2)-M(L,2))+M(L,2)
540 CP=C*(M(L+1,3)-M(L,3))+M(L,3)
550 K=C*(M(L+1,4)-M(L,4))+M(L,4)
560 U=C*(M(L+1,5)-M(L,5))+M(L,5)
570 B=C*(M(L+1,6)-M(L,6))+M(L,6)
580 RETURN
590 DATA 20, 998.2, 4182, .597, .000993414, .00021
600 DATA 30, 995.7, 4176, .615, .000792377, .0003
610 DATA 35, 994.1, 4175, .624, .000719808, .000345, 40, 992.2, 4175, .633, .000658026
620 DATA .00039, 45, 990.2, 4176, .64, .000605070, .00046, 50, 988.1, 4178, .647
630 DATA .000555056, .000425, 55, 985.7, 4179, .652, .000509946, .000495
640 DATA 60, 983.2, 4181, .658, .000471670, .00053
650 DATA 0, 1.299, 1002.55, .0242, .00001737, .00365, 50, 1.107, 1002.55, .0273,
      .00001967
660 DATA .00312, 100, .946, 1006.73, .0304, .00002177, .00269

```