

T
697.9
205s



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
Facultad de Ingeniería Mecánica



Presentación del
INFORME TECNICO

**"SELECCION DE UN SISTEMA DE CLIMATIZACION PARA UN
LABORATORIO FABRICANTE DE COMPRIMIDOS"**

Previo a la Obtención del Título de

INGENIERO MECANICO

Presentado por:

Luis Eduardo Rosero Cruz



Guayaquil

-

Ecuador

**Año
1991**

AGRADECIMIENTO

Al Ing. ERNESTO MARTINEZ G.
Director de éste Informe
Técnico, por su ayuda,
colaboración y abnegada
preocupación para que éste
trabajo concluya.

3

DEDICATORIA

A MIS PADRES

CARLOS Y EPIFANIA

QUE ME PROCREARON

MIS HERMANOS

AGUSTIN, TEOFILO Y DORA

EJEMPLOS DE TESON Y PERSEVERANCIA

MI ESPOSA

MIRYAM

SINONIMO DE AMOR Y COMPRENSION

MIS HIJOS

MARIUXI, CARLOS, JORGE Y DANIEL

QUE CON SU PRESENCIA ME GENERAN

NUEVAS ENSEÑANZAS

AL Sr. CESAR VALDIVIESO QUE JUNTO CON MI PADRE SON Y
SERAN EJEMPLO DE HONESTIDAD A MI PERSONA

Y ESPECIALMENTE A MI TIO Sr. HECTOR ROSERO QUIEN CON
CARINO Y ENERGIA SUPO A TIEMPO FRENAR MIS DESMANES.

DECLARACION EXPRESA

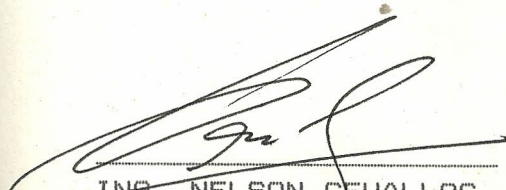
Declaro que:

" Este informe Técnico corresponde a la resolución de un problema práctico relacionado con el perfil profesional de la Ingeniería Mecánica ".

(Reglamento de Graduación mediante la elaboración de Informes Técnicos).

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Luis Eduardo Rosero Cruz', is written over a circular stamp. The signature is fluid and cursive.

LUIS EDUARDO ROSERO CRUZ



ING. NELSON CEVALLOS
Decano



ING. ERNESTO MARTINEZ
Director de Informe



ING. JORGE DUQUE R.
Miembro Tribunal

RESUMEN

En Laboratorios Indunidas se presentaba un problema de calidad en su producto terminado, el cual distribuyen por cuanto el proceso de elaboración de comprimidos se lo realizaba en condiciones ambientales desfavorables.

Al analizar el problema se estableció que las causas eran generales por cuanto no se habían tomado las consideraciones para contar con una adecuada climatización en el lugar de trabajo.

Por lo tanto se determinó los parámetros que generarían las correcciones tales como: humedad, generación de calor, transferencia de calor, por lo que se seleccionó un sistema de acondicionamiento de aire tipo "Split System" de 30.000 B.T.U/hr, formada por una unidad condensadora y una unidad evaporadora capaz de remover 1.000 p³/min de aire, a la cual se instaló una resistencia para que una vez extraído el aire del ambiente sea secado para disminuir el porcentaje de humedad del mismo.

Este informe contiene los pasos que se siguieron desde la cotización, la instalación y comprobaciones al término de la misma; en el laboratorio se pudo producir los comprimidos cumpliendo con sus requerimientos para la entrega de dicho producto.

INDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN	VI
INDICE GENERAL	VIII
SIMBOLOGIA	XI
INDICE DE FIGURAS	XV
INDICE DE TABLAS	XVII
ANTECEDENTES	XVIII

CAPITULO I

I.- DESCRIPCION DEL PROBLEMA	20
1.1 Descripción del proceso de elaboración de los comprimidos	20
1.2 Defecto que se presentó en el producto terminado	24
1.3 Inherencia del medio circundante	25

CAPITULO II

II.- ALTERNATIVAS DE SOLUCION	28
2.1 Reubicación de máquina tableteadora	28
2.2 Reconsideraciones en obra civil	30
2.3 Aislamiento de máquina tableteadora	31

2.4 Mejoramiento del acondicionamiento del medio circundante	32
---	----

CAPITULO III

III.- SOLUCION AL PROBLEMA	34
3.1 Cálculo de carga de enfriamiento	34
3.1.1 Características del local	34
3.1.2 Equipos	35
3.1.3 Luces	35
3.1.4 Personal	35
3.1.5 Condiciones locales	36
3.1.6 Cálculos de calor sensible, calor latente y carga total	37
3.2 Carta psicrométrica, capacidad requerida del equipo para acondicionamiento de aire y resistencia eléctrica para el desecado	41
3.3 Selección del sistema, análisis de costos y elaboración del presupuesto	55
3.4 Diseño de ductos de distribución del frío	

CAPITULO IV

IV.- ANALISIS DE RESULTADOS	
4.1 Comprobación de calidad en los comprimidos	
4.1.1 Físico	
4.1.1.1 Dimensiones	

4.1.1.2 Friabilidad	67
4.1.1.3 Dureza	67
4.1.1.4 Tiempo de desintegración	68
4.1.2 Químico	68
4.1.2.1 Espectrofotometría	68
4.2 Efectos sobre los programas de planificación , producción y comercialización	71
4.3 Aspectos económicos	79
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	89
APENDICE	93
BIBLIOGRAFIA	99

SIMBOLOGIA

Km	:	Kilómetro
S.A	:	Sociedad Anónima
B.T.U:		British Thermal Unit
hr	:	hora
min	:	minuto
°C	:	Grados Centigrados
°F	:	Grados Farenhate
Fig	:	Figura
%	:	Porcentaje
HR	:	Húmedad Relativa
SH	:	Húmedad Específica
mm	:	Milímetros
m ²	:	Metro cuadrado
pie ²	:	pie cuadrado
HP	:	Caballo de fuerza
W	:	Vatios
N	:	Norte
q _p	:	Ganancia de calor a travéz de paredes
A	:	Area
v	:	Coeficiente Global de transferencia de calor
T _{eq}	:	Temperatura equivalente

P.I	:	Paredes interiores
P.E	:	Paredes exteriores
q_{pi}	:	Ganancia de calor a travéz de paredes interiores
q_{pe}	:	Ganancia de calor a travéz de paredes exteriores
q_L	:	Ganancia de calor a travéz de losa
Q_L	:	Calor latente
Q_s	:	Calor sensible
Q_T	:	Calor total
q_v	:	Ganancia de calor a travéz de vidrios
SC	:	Coeficiente de vidrio
SHFG	:	Factor de ganancia solar
IDN	:	Intensidad de radiación normal
F_d	:	Factor de radiación directo
f_d	:	Factor de radiación difusa
T_e	:	Temperatura exterior
T_i	:	Temperatura interior
q_{vi}	:	Ganancia de calor a travéz de ventanas interiores
q_{ve}	:	Ganancia de calor a travéz de ventanas exteriores
q_{pv}	:	Ganancia de calor a travéz de puerta
Kg	:	Kilogramo
G	:	Caudal
Gr	:	Grano
Lb	:	Libra
Q_w	:	Húmedad
q_e	:	Ganancia de calor por equipos
q_{LU}	:	Ganancia de calor por luces
q_{per}	:	Ganancia de calor por personas

Q _{AE}	:	Ganancia de calor por aire exterior
D.B.	:	Bulbo seco
W.B	:	Bulbo húmedo
CFM	:	Pie cúbico por minuto
SHF	:	Factor de calor solar
h	:	Entalpía
Δh	:	Variación de entalpía
G _T	:	Caudal total
G _{RE}	:	Caudal retorno
T _m	:	Temperatura de la mezcla
G _e	:	Caudal exterior
Kw	:	Kilovatio
pul	:	pulgadas
220/1/60	:	220 voltios - 1 fase - 60 Herzt
mt	:	Metro
V _T	:	Volúmen total
m ³	:	Metro cúbico
N _T	:	Cambios de aire / hora
CFM _T	:	(Pie cúbico por minuto) totales
n	:	Número de muestras a tomar
p	:	Probabilidad de que aparezca la falla
b	:	Precisión
h	:	Altura
d	:	Diámetro
t	:	Tiempo
U	:	Utilidades

M	:	Cota máxima de producción
O	:	Cota mínima de producción
G _f	:	Gastos fijos
x	:	Precio Unitario de venta
C	:	Costo total
c	:	Costo Unitario variable
V	:	Ingreso por ventas
n _m	:	Cantidad mínima de unidades
i	:	Ingreso marginal
N	:	Años
A	:	Amortización
R	:	Valor Residual
a	:	Análisis Porcentual

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
1.- Flujo en elaboración de comprimidos	23
2.- Ubicación	36
3.- Disminución de temperatura de bulbo seco y relación de humedad	41
4.- Disminución de temperatura de evaporación	42
5.- Uso de recalentamiento	43
6.- Uso de registros de desviación y limitación de caudal	44
7.- Pasos del proceso para acondicionamiento de cuarto	45
8.- Pasos de figura #6 mostrados en una carta psicrométrica	46
9.- Comprimido	67
10.- Utilidades normales y adicionales	72
11.- Porcentajes de producción antes de climatización	74
12.- Porcentajes de producción después de climatización	75
13.- Areas de trabajo antes de los cambios	76

Pág.

14.- Interrelación de áreas de trabajo después de los cambios	77
15.- Construcción del diagrama de equilibrio	82
16.- Diagrama de equilibrio	86

INDICE DE TABLAS

	Pág.
I.- Cuadro descriptivo en elaboración de comprimidos	22
II.- Determinación de áreas	34
III.- Calificación de distribuidora	56
IV.- Evaluación porcentual en comprobación de calidad	69

ANTECEDENTES

Laboratorios Indunidas S.A, firma local ubicada en el Km 12 1/2 de la vía a Daule, dedicada a la producción y distribución de medicamentos, compró e instaló una máquina prensadora , para elaborar comprimidos en una área específica en el interior de sus instalaciones.

Durante el período de prueba los técnicos detectaron que la consistencia del producto terminado no reunía las condiciones para salir al mercado, pues al contacto con la mano de los operadores estos comprimidos perdían consistencia.

Se analizó diferentes factores que podían generar el problema, sin existir razón química, ya que la calidad de los elementos constitutivos del producto era excelente, ni de los porcentajes de la mezcla, ni del funcionamiento de la máquina por que ésta se encontraba funcionando correctamente, llegando a la conclusión que las condiciones ambientales no eran las adecuadas.

Ante este problema, la firma en mención no podía cumplir con las entregas a los distribuidores de las pastillas, lo que les representaría fuertes pérdidas económicas.

Con estos antecedentes y con la idea preliminar de que el factor que podía estar causando esta molestia era el medio circundante donde se desarrollaba el trabajo, razón por la cual fui contratado, para realizar un estudio que permitiera encontrar la solución mas adecuada del problema, considerando también la importancia del tiempo y los compromisos de antemano adquiridos por Laboratorios Indunidas S.A.

CAPITULO I

DESCRIPCION DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCION DEL PROCESO DE ELABORACION DE LOS COMPRIMIDOS.

Este proceso consta de varios pasos, el primero que consiste en la selección de los elementos constitutivos del producto, luego el mezclado, desecado, tamizado, prensado y es donde se logra el producto terminado, para luego empacarlo y proceder finalmente a su registro y distribución, (ver tabla #1).

El producto que se fabrica se denomina:

FENALGINA .- Es un analgésico y antipiréptico, que cumple la función de regularizador de temperatura; a la mezcla entra el principio activo que es la diproma y los excipientes que son la lactosa, talco y goma, este proceso dura 30 minutos, luego para entrar al

deseccador se le agrega previamente el engrudo, en el desecador se mantiene la temperatura a 45 °C por espacio de 6 horas, posteriormente para el proceso de tamizado se hace pasar este producto intermedio por una malla y se incorporan los lubricantes que son: estearato y ácido estearítico donde se continua con una nueva mezcla, una vez realizada esta mezcla se pasa a la prensadora que es donde la tableta toma su forma definitiva.

1.1 Una vez llegado a este punto se procede al control de calidad, para finalmente empacarlo en sobres de aluminio, registrar y poner el número de lote previo a su distribución.

TABLA I
CUADRO DESCRIPTIVO EN ELABORACION DE COMPRIMIDOS

PASOS	DESCRIPCION	TIEMPO (min)	NUMERO DE OPERADORES	TEMPERATURA (°C)
1	Selección de elementos constitutivos y mezcla	30	2	Ambiente interior local = 26
2	Adición de engrudo e ingreso al desecador	360	2	Interior del recipiente = 45
3	Incorporación de lubricantes y nueva mezcla	30	2	Ambiente interior del local = 26
4	Tamizado	30	1	Ambiente interior del local = 26
5	Prensadora	30	1	Ambiente interior del local = 26
6	Empaque	60	2	Ambiente interior del local = 26

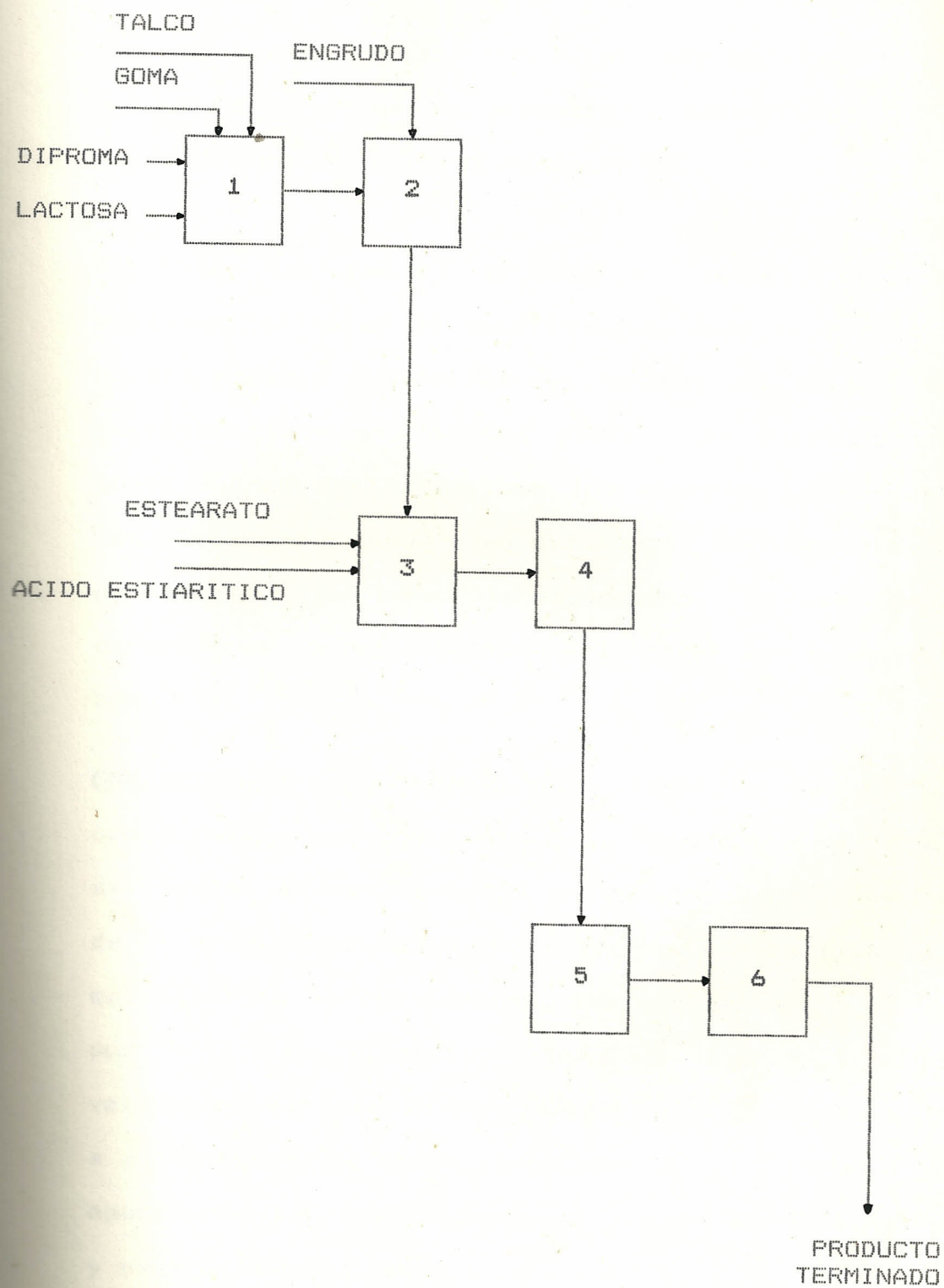


Fig. # 1.- Flujo en elaboración del comprimido

1.2 DEFECTO QUE SE PRESENTO EN EL PRODUCTO TERMINADO.

Una vez que se terminó con el proceso de elaboración de los comprimidos se procedió a tomarlos para ser colocados en los envases respectivos.

En vista de que el proceso es manual, se pudo observar fallas en su constitución, pues el producto no era estable al realizar el control de calidad, se revisaron cada uno de los pasos y se concluyó que todos fueron realizados con los cuidados adecuados; los elementos estaban bien definidos, sus porcentajes para la mezcla eran las adecuadas, lo que hacía pensar que necesariamente era otra la causa del problema.

CONDICIONES DE TRABAJO .- Respecto a éstas condiciones se constató que básicamente seguían siendo las mismas, existía un equipo acondicionador de aire de pared de 18.000 B.T.U/hr, la construcción del local no sufrió cambios, las cargas por luces ni por artículos eléctricos tampoco, habían sufrido variación, el horario de trabajo igual de 8:00 horas a 17:00 horas, la única variación fué en el número de operadores que originalmente eran 4 y pasaron a ser 6 y eventualmente hasta 8.

1.3 INHERENCIA CON EL MEDIO CIRCUNDANTE

Las condiciones de trabajo y el producto que se elaboraba en el laboratorio no podían dejar de relacionarse con la intervención del medio circundante, pues las paredes exteriores permitían transferencia de calor, existía calor generado por luces, los motores de los equipos, la presencia de operadores que incluso habían aumentado lo que generaba un incremento de la carga sensible en el ambiente.

Además un detalle importante, era el abatir constante de la puerta de ingreso al laboratorio lo que permitía ingreso de aire exterior, pues el aparato acondicionador de aire existente no garantizaba que en el cuarto existiría una presión positiva, pues dicho equipo tenía funcionando unos cuatro años y se conocía que el rendimiento no era confiable.

Con todos estos antecedentes a la disposición se concluyó que el ambiente en el cual se desarrollaba el trabajo de elaboración de tabletas no era el adecuado ya que no se tenía un control exacto de las condiciones interiores del laboratorio y además este ambiente tenía la influencia directa del aire

exterior con sus condiciones de temperatura y humedad relativa no aptas para este tipo de trabajo.

Condiciones reales que se encontraron en el lugar de trabajo:

- Temperatura: 79 °F
- Humedad relativa: 55 %
- Humedad específica : 82 $\left[\frac{\text{Granos de humedad}}{\text{por libra de aire seco}} \right]$

Condiciones requeridas por el fabricante para garantizar la calidad de los comprimidos:

- * Humedad mínimo : 40 %
- * Humedad máxima : 50 %

Ante la inestabilidad de las condiciones de temperatura y de humedad relativa el producto se vió afectado en su constitución, ya que durante el control de calidad se determinó la pérdida de consistencia, pues se desmoronaba con facilidad, y preocupó a los administradores del laboratorio pues se encontraban ante el hecho irremediable de no poder salir al mercado, ni cumplir con los compromisos adquiridos previamente.

Al comprar el equipo para la producción de las pastillas y saber que la producción debía aumentar, la empresa se comprometió a entregas que debían justificar la inversión, pero ante el inconveniente presentado surgió un doble problema: no cumplir con los compromisos nuevos ni con los anteriores, lo que representaba pérdidas económicas y en este caso particular de producción de medicamentos algo más grave aún, la pérdida de confianza en la firma y el producto.

CAPITULO II

ALTERNATIVAS DE SOLUCION

2.1 REUBICACION DE MAQUINA TABLETEADORA.

En el subcapítulo 1.3 se señalo que uno de los factores que influían era la acción directa del aire del medio exterior por el abatimiento de las puertas de ingreso, por lo tanto se pensó como solución preliminar la reubicación de la máquina para disminuir esta influencia, pues es conocido que el porcentaje de humedad relativa en nuestro medio es del 60 %, es decir bastante alto lo que indica que el aire exterior es un aire bastante húmedo, ya que por definición:

HR : Humedad relativa.- Es la relación de la presión parcial del vapor de agua en una mezcla a la presión de saturación del agua a la misma

temperatura de bulbo seco, expresada en porcentaje.

$$HR = \frac{\text{Presión parcial de vapor de agua en una mezcla}}{\text{Presión saturación agua pura a igual temperatura}} \quad [\%]$$

También:

SH: Húmedad específica .- Es el peso de vapor de agua por libra de aire seco en una mezcla de aire.

$$SH = \left[\frac{\text{Granos de humedad}}{\text{Libras de aire seco}} \right]$$

Esta reubicación del equipo implicaba que se la debía instalar lo mas separada posible de las puertas de ingreso al laboratorio.

2.2 RECONSIDERACIONES EN OBRA CIVIL.

Otra de las soluciones consideradas fué la de hacer cambios en las paredes del cuarto con el ánimo de disminuir los efectos de transmisión de calor a travéz de las paredes ya sean estas de cemento o de vidrio y lograr que el valor q sea menor.

Para generar un ambiente más conveniente, estas consideraciones implicaban que por ejemplo, para el caso de las ventanas se cambien de vidrios naturales normales a cristales ahumados de colores oscuros y de un espesor de 4 mm que eran los que se tenían a 6 mm de espesor con la intención de disminuir la transmisión de radiación solar.

Paralelo a ello se pensó en hacer mas gruesas las paredes pues a travéz de ellas se gana mucho calor por conducción que es un efecto instantáneo y también por radiación que aunque es de un efecto mas retardado aumenta carga de calor al interior del cuarto de laboratorio.

2.3 AISLAMIENTO DE MAQUINA TABLETEADORA

Al hablar del aislamiento del equipo se pueden hacer dos consideraciones al respecto, la primera que sea un tipo de aislamiento en el que se incluya al operador del equipo, es decir se hace una cámara en la que por una puerta debidamente hermética, ingrese el operador, esta cámara bien podría ser construida de estructuras de aluminio y cristal o planchas acrílicas transparentes que permitan la visibilidad al interior de la misma.

La otra consideración es la que se construya una cámara aisladora pero sólo para el equipo con orificios con guantes de tal modo que el operador pueda introducir sus manos y poder así alcanzar la máquina para llevar a cabo el trabajo.

Esta cámara también en su fabricación podría ser de iguales características a la anteriormente mencionada.

2.4 MEJORAMIENTO DEL ACONDICIONAMIENTO DEL MEDIO CIRCUNDANTE.

Cada una de las alternativas de solución vistas hasta ahora en los subcapítulos 2.1, 2.2 y 2.3 presentaban algun inconveniente ya sea de espacio físico como el caso de la reubicación del equipo de paralización por un período de tiempo mas largo de la producción, lo mismo sucedía si se quería hacer cambios en la obra civil o el aislamiento de la máquina, más el hecho de llevarlo primero a la práctica para determinar con certeza el hecho de haber elegido correctamente la alternativa de solución.

Ante esta situación se consideró mejorar mediante un estudio de climatización las condiciones del medio, es decir realizar un cálculo de carga que permita seleccionar un sistema de accionamiento de aire y al mismo tiempo baje el porcentaje de humedad relativa y mejore la relación de humedad específica.

Paralelo a ello quedaba todavía la posibilidad que estos sistemas presentan de poder ejercer influencia directa sobre las condiciones de humedad que presenta el aire manejado al poder colocar resistencias que

resten humedad al aire dentro de la unidad manejadora de aire y así poder bajar aún más la condición de humedad dentro del ambiente.

CAPITULO III

SOLUCION AL PROBLEMA

3.1 CALCULO DE CARGA DE ENFRIAMIENTO

3.1.1 CARACTERISTICAS DEL LOCAL

TABLA II

DETERMINACION DE AREAS

ELEMENTO	AREA (m ²)	AREA (p ²)
Area de trabajo	17,64	189,67
Altura de losa	2,80	9,18
Paredes interiores	36,92	396,99
Paredes exteriores	7,09	76,24
Ventanas interiores	3,40	36,56
Ventanas exteriores	0,75	8,07
Puerta	1,80	19,35

3.1.2 EQUIPOS

* Mezclador = 1/8 HP , 1 Fase

* Desecador = 1/2 HP , 1 Fase

* Tamizador = 1/8 HP , 1 Fase

* Compresor = 1/2 HP , 1 Fase

TOTAL = 1 1/4 HP

3.1.3 LUCES

* 4 Lámparas compuestas de 4 tubos:

Fluorescentes de 40 W cada uno

TOTAL = 640 W

3.1.4 PERSONAS

* 2 operadores por máquina

TOTAL = 8 Personas

Ubicación: El laboratorio se encuentra ubicado paralelo a la vía a Daule.

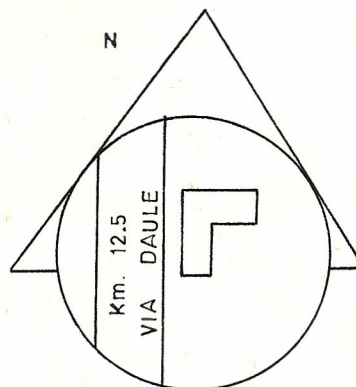


Fig. # 2 .- Ubicación

3.1.5 CONDICIONES LOCALES

* Lugar: Ciudad de Guayaquil

* Mes de : Marzo

* HR : 60 %

* Temperatura Exteriores :

Bulbo Seco = 92 °F

Bulbo Humedo = 80 °F

* Temperatura Interiores :

Bulbo Seco = 84 °F

Bulbo Humedo = 78 °F

3.1.6 CALCULOS DE CALOR SENSIBLE, CALOR LATENTE Y CARGA TOTAL

Transmisión a través de paredes y losa:

$$q_p = A * v * (T_{eq})$$

Donde:

q_p : Ganancia de calor (B.T.U/hr)

A : Area de pared (p^2)

v : Coeficiente global de transferencia de calor (B.T.U/hr* p^2 *°F)

Para paredes interiores (PI)

$$v * T_{eq} = 4 \text{ B.T.U./p}^2$$

Para paredes exteriores (PE)

$$v * T_{eq} = 6 \text{ B.T.U./p}^2$$

Se calculó:

$$q_{PI} = 396,99 \text{ p}^2 * 4 \text{ B.T.U./p}^2$$

$$q_{PI} = 1.587,96 \text{ B.T.U. } [Q_L]$$

$$q_{PE} = 76,24 \text{ p}^2 * 6 \text{ B.T.U./p}^2$$

$$q_{PE} = 457,44 \text{ B.T.U. } [Q_S]$$

Para Losa Superior:

$$v * T_{eq} = 3 \text{ B.T.U./p}^2$$

$$q_L = 189,67 \text{ p}^2 * 3 \text{ B.T.U./p}^2 = 569,01 \text{ B.T.U. } [Q_s]$$

Transmisión a través de vidrios:

$$q_v = A [(SC) (SHGF) + v (T_e - T_i)]$$

Donde:

q_v : Ganancia de calor (B.T.U/hr)

A : Area del vidrio (p^2)

SC : Coeficiente del vidrio [B.T.U/hr* p^2 *°F]

$SHFG$: Factor de Ganancia solar = $IDN (F_d + f_d)$

IDN = Intensidad de radiación normal

F_d = Factor de radiación directo

f_d = Factor de radiación difusa

v : coeficiente global de transferencia de calor (B.T.U/hr* p^2 *°F)

T_e : Temperatura exterior (°F)

T_i : Temperatura interior (°F)

Para ventanas interiores (VI)

Sólo se considera factor de radiación difuso

$$[(SC) (SHGF) + V (T_e - T_i)]$$

$$\{ (0.87) [305,73 (0,1302) + 0,73 (6)] \}$$

Nos dá como resultado : 38,84 B.T.U/p²

Entonces:

$$q_{vr} = 36,56 * 38,44 = 1.405,37 \text{ BTU} \quad [Q_{vr}]$$

Para ventanas exteriores [VE]

$$[(SC) (SHGF) + U (T_e - T_i)]$$

$$\{ (0,87) [305,73 (0,6255 + 0,1302) + 1,06 (6)] \}$$

$$= 207,15 \text{ BTU} / p^2$$

$$q_{ve} = 8,07 * 207,15 = 1.671,70 \text{ BTU} \quad [Q_{ve}]$$

Transmisión a través de la puerta:

$$q_{pu} = A * U * T_{eq} =$$

$$U * T_{eq} = 0,48 * 4 = 1,92$$

$$q_{pu} = 19,35 p^2 * 1,92 \text{ BTU/p}^2 = 37,15 \text{ BTU} \quad [Q_{pu}]$$

Ganancias internas de calor:

Equipos de trabajo

$$q_e = 1 \frac{1}{4} \text{ HP} = 3.180,00 \text{ BTU} \quad [Q_e]$$

Luces

$$q_{LU} = 640 \text{ W} * 1,25 * 3,4 = 2.720,00 \text{ BTU} \quad [Q_{\text{L}}]$$

Personas

Tipo de trabajo medianamente activo

BTU por persona = 800

Número de personas = 8

$$q_{\text{PER}} = \text{Total de carga por persona} = 6.400,00 \text{ BTU} \quad [Q_{\text{P}}]$$

Requerimiento de aire exterior:

15 p³/min por cada persona

15 p³/min * 8 personas = 120 p³/min =

$$= 3.600.00 \text{ BTU} \quad [Q_{\text{A}}]$$

Las cargas por hendiduras y abatimiento de la puerta se descartan, pues como se puede apreciar el gráfico de la planta del laboratorio hay una precámara que minimiza estas influencias.

$$\text{CARGA TOTAL REQUERIDA} = 21.628,63 \text{ BTU}$$

$$Q_{\text{P}} = 20.003,52 \text{ B.T.U}$$

$$Q_{\text{L}} = 1.625,11 \text{ B.T.U}$$

3.2 CARTA PSICROMETRICA Y SELECCION DEL EQUIPO PARA ACONDICIONAMIENTO DE AIRE Y RESISTENCIA PARA EL DESECADO

El proceso de cálculo de nuestro sistema implicó aparte de la determinación de la carga, efectuar un desecado, es decir, un proceso con una reducción tanto de la temperatura de bulbo seco como de la relación de humedad (fig. # 3).

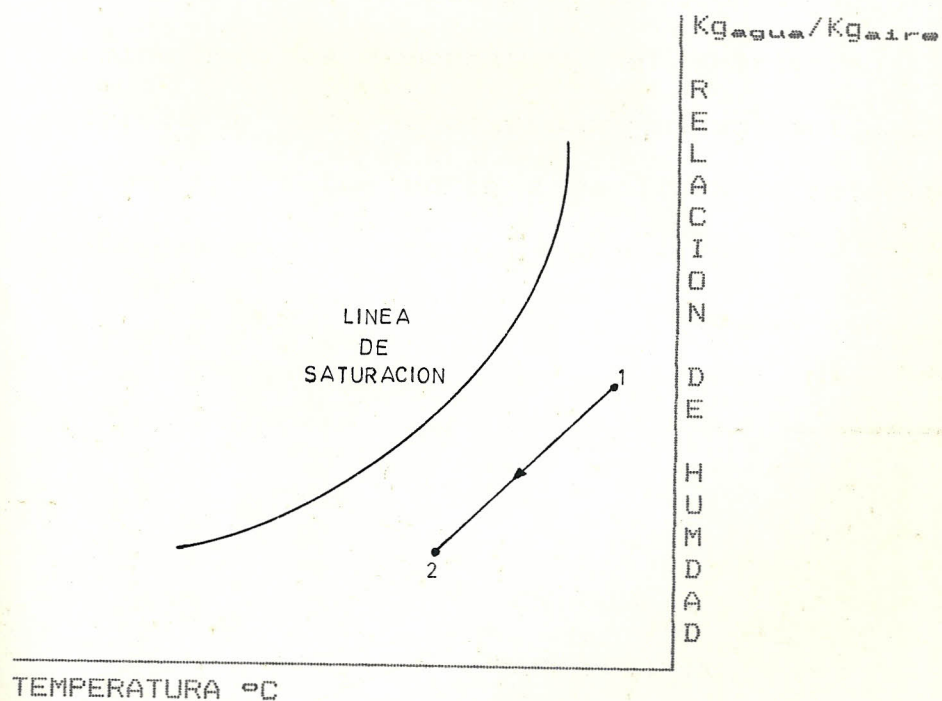


Fig. # 3. Disminución de temperatura de bulbo seco y relación de humedad.

Para mantener la humedad deseada en el espacio debe entrar el oportuno caudal de aire, casos especiales de grandes cargas de humedad pueden resolverse de la siguiente manera.

a).- DISMINUYENDO LA TEMPERATURA DE EVAPORIZACION.-

Al disminuir la temperatura de vaporización de un serpentín disminuirá su coeficiente de calor sensible, en la fig. # 4 , la relación de carga no se satisface con el serpentín de curva de estado no corta la línea de relación de cargas, disminuyendo la temperatura del refrigerante y desplazando la curva de estado del serpentín a 2 se conseguirá que corte a la línea de relación de cargas en el punto y. (Fig.# 4)

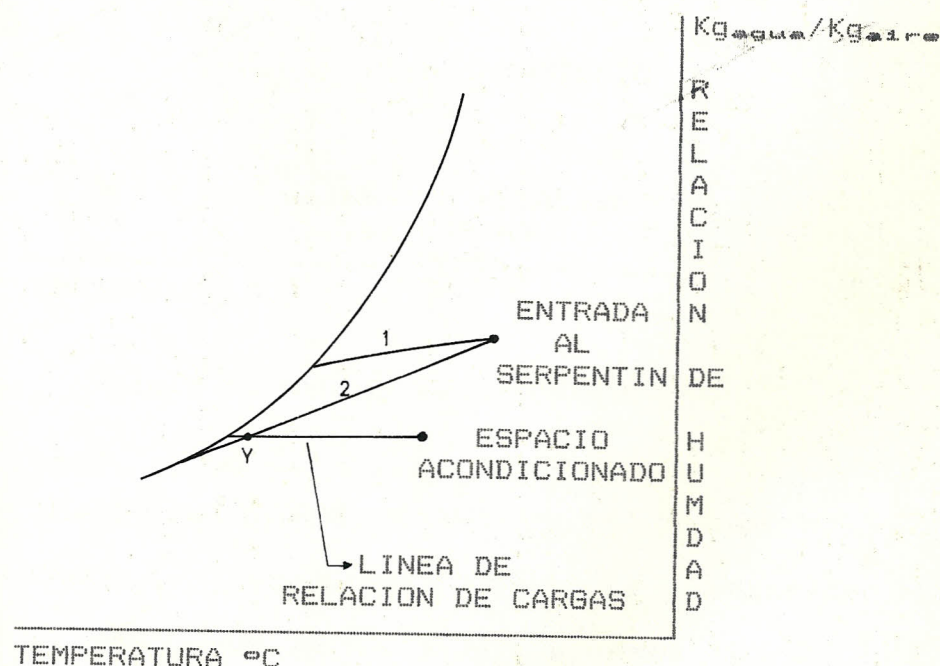


Fig. # 4. Disminución de temperatura de evaporación

b).- USANDO RECALENTAMIENTO.- Aunque se reduzca mucho la temperatura de evaporización, no llegan a cortarse la curva de estado y la de relación de cargas, esto se soluciona recalentando el aire, apreciar en la figura # 5, el proceso ab a la salida del serpentín de enfriamiento.

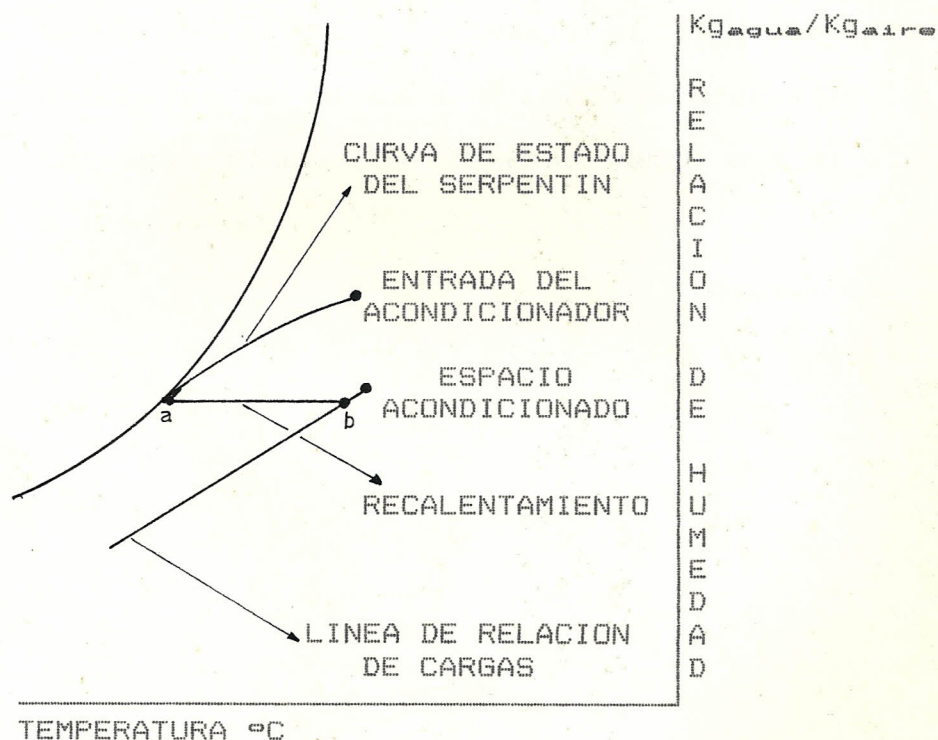


Fig.# 5. Uso de recalentamiento

c).- USANDO REGISTROS DE DESVIACION Y LIMITACION DE CAUDAL.- Supongamos que para satisfacer la exigencia de calor sensible, deba entrar en el espacio un caudal G (Kg/hr), a la temperatura

t_a , el aire podría desviarse a través del serpentín y enfriarse hasta el punto b de la curva de estado abc del serpentín. Para conseguir una mayor separación de humedad, se enfría únicamente una parte del aire hasta el punto d, y se mezcla con el aire desviado en el estado a, la curva de estado del serpentín ad, está a temperaturas menores que la abc a causa de la reducción del caudal, el resultado de la mezcla es el punto e a la temperatura t_a , pero con una relación de humedad menor que el punto b. (Fig. # 6).

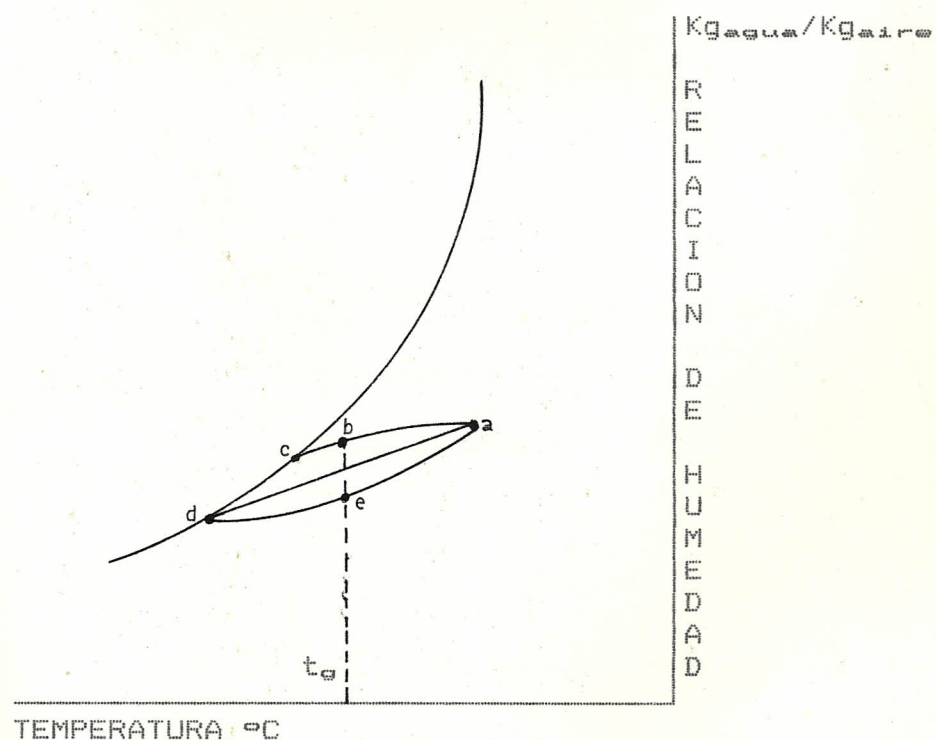


Fig. # 6. Uso de registros de desviación y limitación de caudal

Esquema de los pasos seguidos.

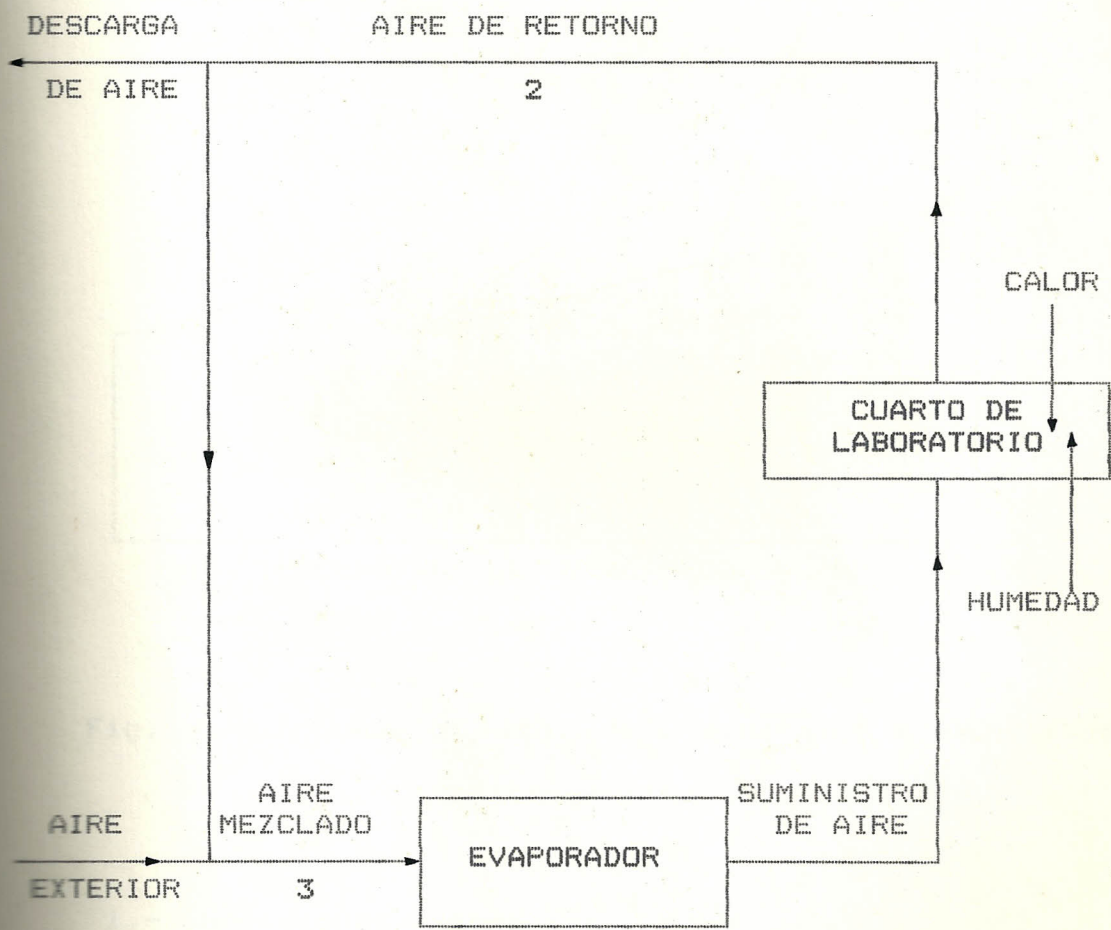


Fig. # 7. Pasos del proceso para acondicionamiento del cuarto

CARTA PSICROMETRICA

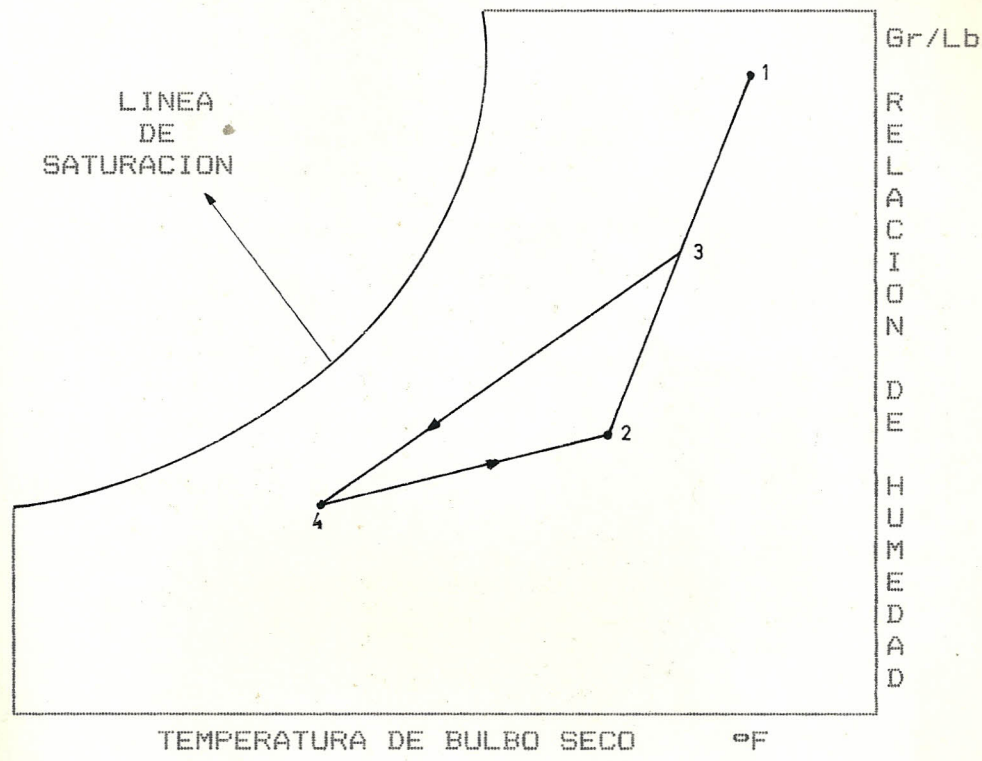


Fig. # 8. Pasos de fig. # 6 mostrados en una carta psicrométrica

- 1.- Condiciones exteriores
- 2.- Condiciones de retorno .- Se saca calor Q y humedad Q_w
- 3.- Condiciones de entrada al evaporador. Mezcla de 1 y 2
- 4.- Sale del evaporador y entra al cuarto donde gana y extrae el calor y la humedad

CARTA PSICROMETRICA

CALOR LATENTE: Q_L

$$q_{F1} = 1.587,96 \text{ BTU}$$

$$q_{FV} = 37,15 \text{ BTU}$$

$$\underline{Q_L = 1.625,11 \text{ BTU}}$$

CALOR SENSIBLE: Q_S

$$q_{FE} = 457,44 \text{ BTU}$$

$$q_L = 596,01 \text{ BTU}$$

$$q_{V1} = 1.405,37 \text{ BTU}$$

$$q_{VE} = 1.671,70 \text{ BTU}$$

$$q_E = 3.180,00 \text{ BTU}$$

$$q_{LU} = 2.720,00 \text{ BTU}$$

$$q_{PER} = 6.400,00 \text{ BTU}$$

$$q_{AE} = 3.600,00 \text{ BTU}$$

$$\underline{Q_S = 20.0033,52 \text{ BTU}}$$

NOMENCLATURA:

P.I : Paredes interiores

P.U : Puerta

P.E : Paredes exteriores

L : Losa

V.I : Vidrios interiores

V.E : Vidrios exteriores

E : Equipos

L.U : Luces

PER : Personas

A.E : Aire exterior

Condiciones exteriores Ciudad de Guayaquil 15:00
horas.-

Temperatura de bulbo seco : D.B = 92 °F

Temperatura de bulbo húmedo : W.B = 80 °F

Humedad relativa : H.R = 60 %

Condiciones interiores del local.-

D.B = 84 °F

W.B = 78 °F

De carta psicométrica # 1:

$$S.H = 136 \left[\frac{\text{Granos de humedad}}{\text{Libras de aire seco}} \right]$$

Donde:

S.H : Humedad específica

Como: $Q_s = 20.003,52 \text{ BTU/Hr}$

$$Q_L = 1.625,11 \text{ BTU/Hr}$$

$$Q_{TOTAL} = Q_T = Q_s + Q_L$$

$$Q_T = 20.003,52 + 1.625,11$$

$$\underline{Q_T = 21.628,63}$$

Cálculo del caudal:

$$G = \frac{21.628,63}{30}$$

$$\underline{G = 721 \text{ C.F.M}}$$

Cálculo de D.B a la salida del serpentín

- 1 Condiciones del cuarto
- 4 Condiciones a la salida del serpentín

$$Q_s = 1.08 * C.F.M * (D.B_1 - D.B_4)$$

$$D.B_1 = D.B_4 - \frac{Q_s}{1.08 * C.F.M}$$

$$D.B_4 = 84 - \frac{20.003,52}{1.08 * 721}$$

$$\underline{D.B_4} = \underline{58,3 \text{ } ^\circ\text{F}}$$

Luego calculo el factor de calor sensible

$$S.H.F = \frac{Q_s}{Q_r}$$

$$S.H.F = \frac{20.003,52}{21.628,63}$$

$$\underline{S.H.F} = \underline{0,92}$$

Con este valor y con k , que es el valor de temperatura de bulbo se saliendo del serpentín se calcula en la carta psicométrica el valor de $W.B_4$.

Entonces:

$$W.B_4 = 56,2 \text{ } ^\circ\text{F} \quad \text{y} \quad H.R = 90 \%$$

Condiciones de retorno = Condiciones del cuarto ya acondicionado

$$Q_T = 4,5 * C.F.M * \Delta h$$

$$\Delta h = \frac{Q_T}{4,5 * C.F.M}$$

$$\Delta h = \frac{21.628,63}{4,5 * 721}$$

$$\Delta h = \underline{6,66 \text{ BTU/Lb}}$$

De la carta:

$$h_4 = 23,8$$

$$\Delta h = h_2 - h_4$$

$$h_2 = h_4 + h$$

$$h_2 = 23,8 + 6,66$$

$$\underline{h_2 = 30,4 \text{ BTU/Lb}}$$

Con h_2 y SMF, se encuentra el punto 2 que son las siguientes condiciones de retorno.

Entonces:

$$D.B._2 = 78,5 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$W.B._2 = 65,0 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$H.R = 49 \%$$

Como se ha considerado aire exterior se calculo las condiciones de la mezcla:

$$\text{Caudal del aire exterior} = 120 \text{ CFM}$$

$$G_T = G_{Re} - 120$$

$$G_{Re} = 721 - 120$$

$$\underline{G_{Re} = 601}$$

Donde:

Re : Retorno

G : Caudal

e : Exterior

$$T_{MEZCLA} = \frac{(G_{Re} * D.B._2) + (G_e * D.B._1)}{G_T}$$

$$T_M = \frac{(601 * 78,5) + (120 * 92)}{721}$$

$$\underline{T_M = 807 \text{ } ^\circ\text{F}}$$

Entonces:

$$\underline{D.B.3} = \underline{80,7 \text{ } ^\circ\text{F}}$$

Se debía mejorar más las condiciones, por lo tanto se escogió un sistema con una mayor capacidad de enfriamiento, pero el lograr una temperatura más baja mediante la disminución de la temperatura de evaporación también se tenía un aumento en el porcentaje de humedad relativa, por lo que se calculó para un equipo de 2.5 toneladas de enfriamiento también un sistema de desecado usando recalentamiento mediante la instalación de una resistencia a la salida del serpentín de enfriamiento.

Equipo seleccionado: 2.5 Toneladas de enfriamiento

$$Q_T = 30.000 \text{ BTU/hr}$$

$$\text{Caudal} = 1.000 \text{ CFM}$$

$$\text{Resistencia} = 2.0 \text{ Kw.}$$

$$\text{Conversión : } 2.0 \text{ Kw} * 3.413 \text{ BTU/hr} / 1 \text{ Kw}$$

Por lo tanto :

$$\text{Resistencia} = 6.826,00 \text{ BTU/hr}$$

$$\text{Este valor debe sumarse al } Q_{\text{TOTAL}} = 21.628,63$$

Entonces:

$$Q_{T2} = 21.628,63 + 6.826,00$$

$$Q_{T2} = 28.454,63 \text{ BTU/hr}$$

3.3 DEFINICION DE LA MARCA DEL SISTEMA, ANALISIS DE COSTOS Y ELABORACION DEL PRESUPUESTO.

Una vez realizado el cálculo de carga y conociendo que la existencia de equipos en el mercado para capacidades menores presentan el siguiente rango:

18.000 B.T.U/hr

24.000 B.T.U/hr

30.000 B.T.U/hr

36.000 B.T.U/hr

Se escogió de entre estas capacidades la de 30.000 B.T.U/hr.

También, ante el requerimiento técnico de instalar una resistencia para tener un aire seco, se escogió el equipo dividido: una condensadora y una evaporadora, pues a la evaporadora se le pudo instalar una resistencia como un accesorio de la misma marca y procedencia.

La obtención del equipo no presentaba mayor inconveniente pues algunas firmas locales tienen una gamma de capacidad en stock, las firmas consultadas fueron :

* Organización Comandato

* Delta Delfini

* Almacen Electrónico

* Centro Electromecánico

TABLA III

CALIFICACION DE DISTRIBUIDORA

CASA	PRECIO	DISPONIBILIDAD	MANTENIMIENTO	VERSATILIDAD	TOTAL
ALMACEN ELECTRONICO	10	9	9	10	38
CENTRO ELECTRO MECANICO	7	5	8	8	28
DELTA DELFINI	7	5	10	8	30
ORGANIZACION COMANDATO	7	7	10	8	33

De las cuales Delta Delfini y Centro-Electromecánico no estaban en la posibilidad de contar con la resistencia eléctrica de manera inmediata, de las otras dos restantes Organización Comandato con su marca "TRANE", y Almacén Electrónico con marca "YORK" ofrecían tenerla en un promedio de cinco días.

Por lo tanto la decisión pasaba a depender, únicamente del precio, por lo que se procedió a solicitar el presupuesto a cada una de ellas teniendo el siguiente resultado:

- Centro Electromecánico: Marca "YORK"

Unidades Condensadora y Evaporadora	\$ 1'350.000,00
Resistencia Eléctrica	\$ 125.000,00
	\$ 1'475.000,00

- Organización Comandato: Marca "TRANE"

Unidades Condensadora y Evaporadora	\$ 1'500.000,00
Resistencia Eléctrica	\$ 150.000,00
	\$ 1'650.000,00

Luego del análisis correspondiente la decisión de comprar el equipo fué a favor del Almacén Electrónico, el resto de los elementos requeridos fueron ofertados de nuestro propio stock, y otros como cables, breakers para la instalación eléctrica y

como cables, breakers para la instalación eléctrica y las bases de los equipos fueron contratados en el mercado local.

A continuación se describe el presupuesto final:

- * Una unidad Condensadora marca "YORK",
modelo 41CB030A06, de características
eléctricas: 220 /1/160

- * (1) Una Unidad Evaporadora marca "YORK"
M1HD030A-K1CB030A01, de características
eléctricas 20/1/60, capaz de remover
1.000 p³ de aire por min., que
junto a la unidad condensadora
tienen una capacidad de enfriamiento
de 30.000 B.T.U / hora \$ 1'192.275,00

- * (1) Una Resistencia Eléctrica Marca
"YORK", modelo N2AHD10A06 \$ 125.000,00

- * (1) Un termostato Marca "YORK",
modelo 025-18915 \$ 25.000,00

- * (2) Rejillas de mando de 20 pulg. *
8 pulg., valor unitario \$ 18.000,00 ..\$ 36.000,00

* (1) Rejilla de retorno de 24 pulg. *	
12 pulg.	\$ 24.000,00
* (8) Ocho metros de ductos de distribución del aire frío debidamente aislado con poliuretano expandido	\$ 160.000,00
* (2) Dos metros de ductos de retorno del aire debidamente aislado con poliuretano expandido	\$ 50.000,00
* (5) Cinco metros de línea refrigerante conformada por: tubería de cobre 5/16 pulg. para la línea de succión aislada con revestimiento de rubatex, valor por metro lineal \$ 23.000,00	\$ 115.000,00
* (5) Cinco libras de gas refrigerante Freón 22, valor por libra \$ 3.500,00	\$ 175.000,00
* Bases de los equipos	\$ 25.000,00
* Mano de Obra y Dirección Técnica	\$ 192.750,00
T O T A L	\$ 2'120.025,00

NOTA : Los materiales para la instalación eléctrica como breakers y cables estuvieron a cargo de la contratante.

3.4 DISEÑO DE DUCTOS DE DISTRIBUCION DEL AIRE FRIO

CALCULO DE DUCTOS PARA DISTRIBUCION DE AIRE FRIO

Como el sistema es de baja velocidad se escogió para diseñar los ductos el método de igual fricción, la intención fué de entregar una cantidad específica de aire a las rejillas y una determinada presión total, para esto se tomaron en consideración estas características.

Salida del evaporador: 18 pulg. * 10 pulg.

Caída de presión por pérdidas de fricción por cada
100 pies de ducto : 0,07

Este valor se lo mantuvo constante a través de todo el recorrido del ducto.

Velocidad = 950 p³/min.

Ventilador de baja presión: máximo 2 pulg. de agua

Filtro : fibra de vidrio 2 pulg.

Volúmen del local= 2,80 mt * 6,30 mt * 2,80 mt

$$V_r = 49,39 \text{ mt}^3 = 1,741 \text{ p}^3$$

Fórmulas básicas:

$$CFM_T = \frac{N_T * V_T}{60 \text{ min/hr}}$$

Donde:

$$N_T = \frac{\text{Cambios de aire}}{\text{hora}}$$

$$V_T = \text{Volúmen espacio en p}^3$$

$$\frac{\text{Pérdida de fricción por cada 100 pies de ducto}}{\text{Presión del diseño del sistema * 100}} = \frac{\text{Equivalente total de la longitud ducto}}{\text{de ducto}}$$

PIEZA Nº	DESCRIPCION (pulg)	LARGO EQUIVALENTE (pies)
1	codo de 20*10, radio 12	25
2	reducción de 20*10 a 16*12 de 2 pies de largo	4
3	codo de 16*12, radio 12	10
4	tramo de 16 *12	12
5	codo de 16*12, radio 12	10
6	reducción de 16*12 a 12*9 de 2 pies de largo	4
7	tramo de 12*9	12
8	codo de 12*9, radio 12	8
		85

$$\text{CAIDA DE PRESION} = \frac{0,07 * 100}{85}$$

$$\text{CAIDA DE PRESION} = 0,08$$

CAMBIOS DE AIRE :

$$N_T = \frac{\text{CFM}_T * 60}{V}$$

$$N_T = \frac{1.000 * 60}{1.741}$$

$$N_T = 34$$

CAPITULO IV

ANALISIS DE RESULTADOS

4.1 COMPROBACION DE CALIDAD DE LOS COMPRIMIDOS

Para realizar la comprobación de calidad de los comprimidos previo al inicio del programa de producción se organizó un ciclo de trabajo que corresponde a una jornada normal de ocho horas, es necesario conocer que si sumamos los tiempos que aparecen en la tabla # 1, resultan más de ocho horas, pero hay pasos que se los realizan simultaneamente, para este efecto, se inició la labor a las 8 horas , se puso a funcionar el sistema de climatización y se procedieron con los pasos mostrados en la figura # 1 del subcapítulo 1.1, durante el proceso se cumplían con todas las indicaciones que garantizarían el resultado final y para su comparación se utilizó el criterio de simple muestreo, es decir conocer el numero n de muestras a extraer, la determinación de n se basa en el cálculo de probabilidades y en especial, en la distribución de probabilidades según

Bernoulli, para universo de miles de unidades.

$$n = \frac{4 p (1 - p)}{b^2}$$

Siendo:

n : número de muestras a tomar

p : probabilidad de que aparezca la falla = 75 %

(1-p) : probabilidad de no aparición = 25 %

b : precisión = 5 %

En muestreos se suele trabajar con un nivel de confianza del 90 % que la probabilidad de que los resultados que se obtengan caigan dentro de los límites establecidos, o que difieran de los reales del conjunto de valores en un 10 %, esta consideración se la hace tomando en cuenta que el tamaño de la muestra es muy pequeño, la precisión deseada aumentará a medida que aumente el tamaño de la muestra,

Entonces :

$$n = \frac{4 * 0.75 (1 - 0.75)}{(0.1)^2}$$

$$n = \frac{3 * 0.25}{0.01}$$

$$n = 75$$

Una vez concluida la ronda de trabajo, y definido el número de muestras a tomar se procedió con el control de calidad basado en los siguientes principios: Físico y Químicos.

4.1.1 FISICO

Este principio a su vez consta de las siguientes comprobaciones, las que se describen a continuación.

4.1.1.1 COMPROBACION DE DIMENSION.

Usando un calibrador Vernier, se comprobó en las muestras las dos dimensiones mostradas en la figura #9.

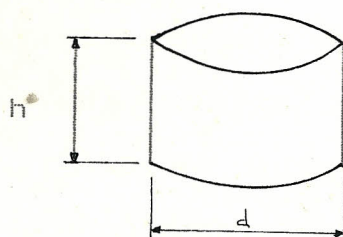


Fig. # 9.- Comprimido

Lograndose:

$h = 5,5 \text{ mm}$

$d = 11,2 \text{ mm}$

4.1.1.2 FRIABILIDAD

Que es la comprobación de la propiedad de comprimido a no romperse o desmenuzarse.

4.1.1.3 DUREZA

Realizando con un durímetro esta fase permite obtener un punto de referencia con relación a la sensibilidad que presenta el comprimido a variaciones de estructura y de composición química.

4.1.1.4 TIEMPO DE DESINTEGRACION

Esta prueba se la realiza exponiendo a la tableta a un chorro de agua de mediana intensidad, la observación se fundamenta en la pérdida del acabado superficial, es decir, que tiempo resiste antes de empezar a perder la capa de polvo exterior, para las muestras logradas esto sucedía luego de 5 min. de exposición.

4.1.2 QUIMICO

Este análisis tiene una sola comprobación, la espectrofotometría.

4.1.2.1 ESPECTROFOTOMETRIA

Se lo realizó usando un espectrofotometro, y mediante la comparación de las intensidades luminosas de dos radiaciones monocromáticas y permite conocer si la

estructura molecular del comprimido se mantiene estable.

Evaluando los resultados, estos arrojaron un resultado excelente en criterio de los profesionales a cargo del estudio, pues calificaron el trabajo en los siguientes niveles de porcentaje.

TABLA IV

EVALUACION PORCENTUAL EN COMPROBACION DE CALIDAD

PARAMETROS	%
CALIDAD	99
CONFIABILIDAD	99
OPERABILIDAD	90

Quedando el criterio de que la operabilidad puede mejorarse, pues los tiempos en algunos de los pasos fueron mayores de los programados, pues se puso especial cuidado con el ánimo de precautelar de la

mejor manera los resultados.

Una vez terminada esta parte del trabajo se procedió a empaquetar los comprimidos, haciendolo en envoltura de aluminio y en paquetes de 10 unidades, las mismas que a su vez serían puestas en cajas de 10 envoltura para luego proceder a su almacenaje y posterior distribución.

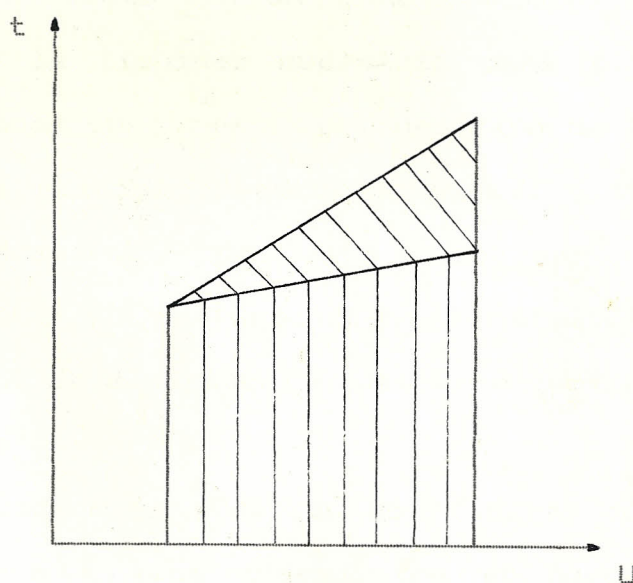
4.2 EFECTOS SOBRE LOS PROGRAMAS DE PLANIFICACION, PRODUCCION Y COMERCIALIZACION.

Para conseguir un buen programa de comercialización era absolutamente necesario tener antes una producción asegurada y previo a ello una planificación adecuada, se pudo contar con una demanda segura del producto, también con factores que ayudarían a cumplir con la meta propuesta como son los siguientes:

- Continuidad en el trabajo
- Cumplimientos de los horarios
- La moral del personal y de los directivos fue alta
- Disposición de tiempo para tomar decisiones inteligentes
- Facilidad para detectar errores y corregirlos a tiempo
- Seguridad para el nuevo lanzamiento del producto
- Mejoramiento de la interrelación de los diferentes departamentos del laboratorio
- Mejor disponibilidad para desenvolverse en un

mercado difícil.

A todos estos factores se pueden agregar también el hecho de establecer en esta línea de producción planes a largo plazo pues el hecho de contar con un stock grande en bodega permitió programar entregas también a largo plazo generando de esta manera una ventaja económica adicional ante el problema inflacionario que afecta a nuestro país (fig. # 10).



t : tiempo

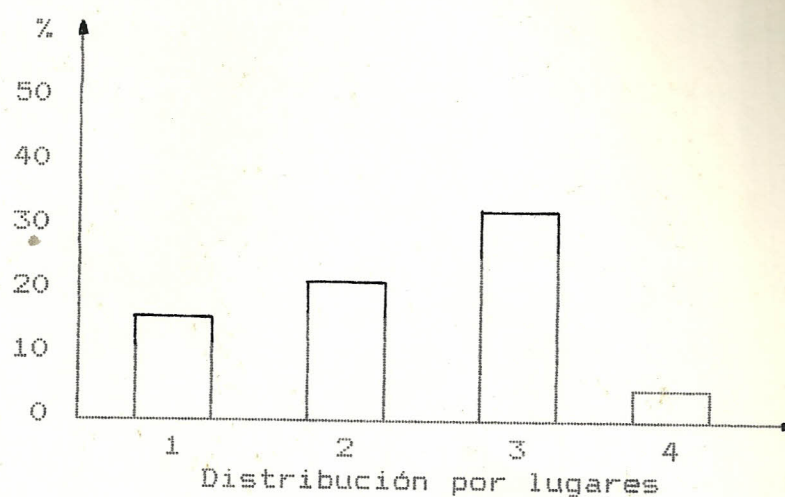
U : utilidades

Fig. # 10.- Utilidades normales y adicionales

Las líneas verticales muestran la generación de utilidades en función de un tiempo generado por la entrega inmediata del producto, las líneas inclinadas señalan la utilidad adicional generadas por factores como el de mantener un stock constante y contar con horarios de trabajo regulares que generan la disponibilidad del espacio físico y de personal para otras actividades.

La empresa contó con un financiamiento propio, al tener la liquidez necesaria para todas las adecuaciones como fueron remodelación de la obra civil del edificio y adquisición del sistema de acondicionamiento de aire con su secador eléctrico y su correspondiente instalación con los ductos de distribución del aire y otros.

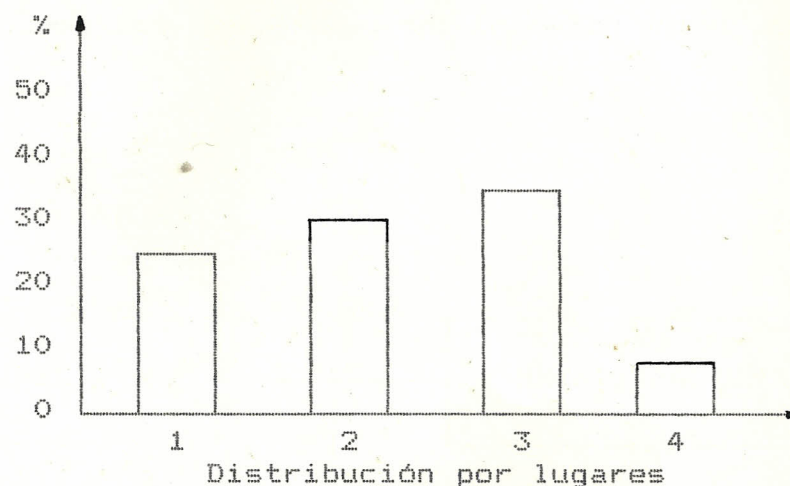
A continuación se muestran dos figuras donde se puede observar los incrementos en porcentajes para los diferentes lugares donde se entrega el producto.



1.- Guayaquil	17 %
2.- Otros Cantones Provincia del Guayas	22 %
3.- Restos Provincias de Región Litoral	32 %
4.- Otros	5 %

Fig. # 11 .- Porcentajes de producción antes de climatización

Donde se puede apreciar claramente que el laboratorio no alcanzaba un 100 % de la producción y eso aparte de la preocupación por el déficit productivo representaba también pérdidas económicas e intranquilidad en los directivos.



1.- Guayaquil	25 %
2.- Otros Cantones Provincia del Guayas	31 %
3.- Restos Provincias de Región Litoral	36 %
4.- Otros	7 %

Fig. # 12 .- Porcentajes de producción después de climatización

De todos los incrementos que se presentan el más significativo fué el logrado del 5 % al 7 %, en otros pues representaba un incremento de radio de acción incorporando nuevas regiones del país, estableciendose también el repunte de un 24 % entre los dos estados de producción.

En la figura # 13, se muestra un diagrama esquemático de áreas de trabajo antes de los cambios.

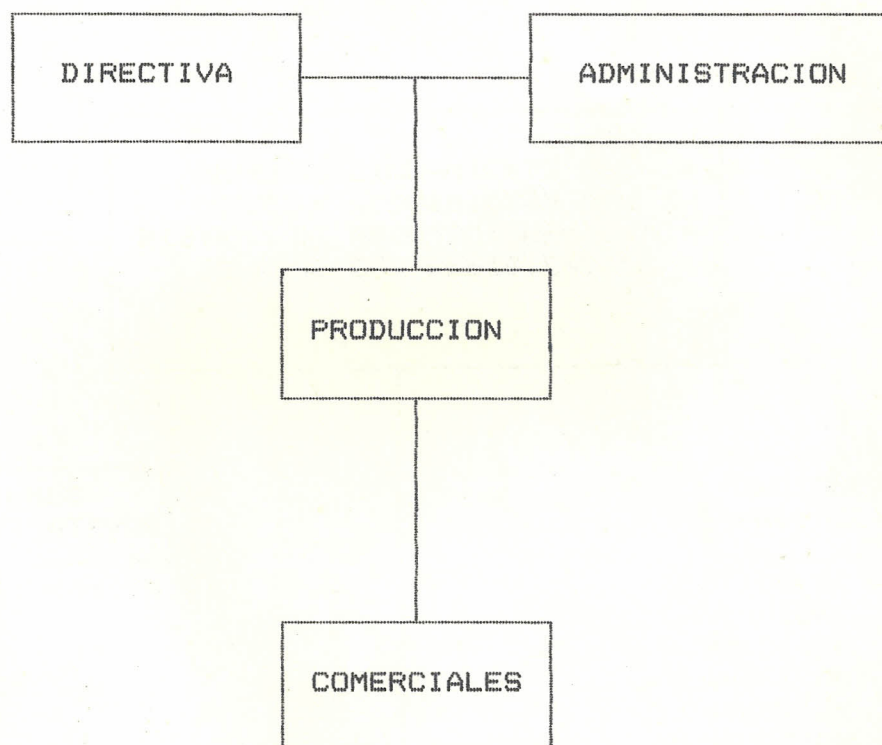


Fig. # 13.- Areas de trabajo antes de los cambios

Mientras que en la figura # 14, se muestra un diagrama esquemático en el que se aprecia la interrelación de las áreas de trabajo vinculada a los cambios realizados.

REGISTROS DE PEDIDOS
GESTION DE STOCK
FACTURACION
ANALISIS DE VENTAS : - Por zonas
 - Por clientes

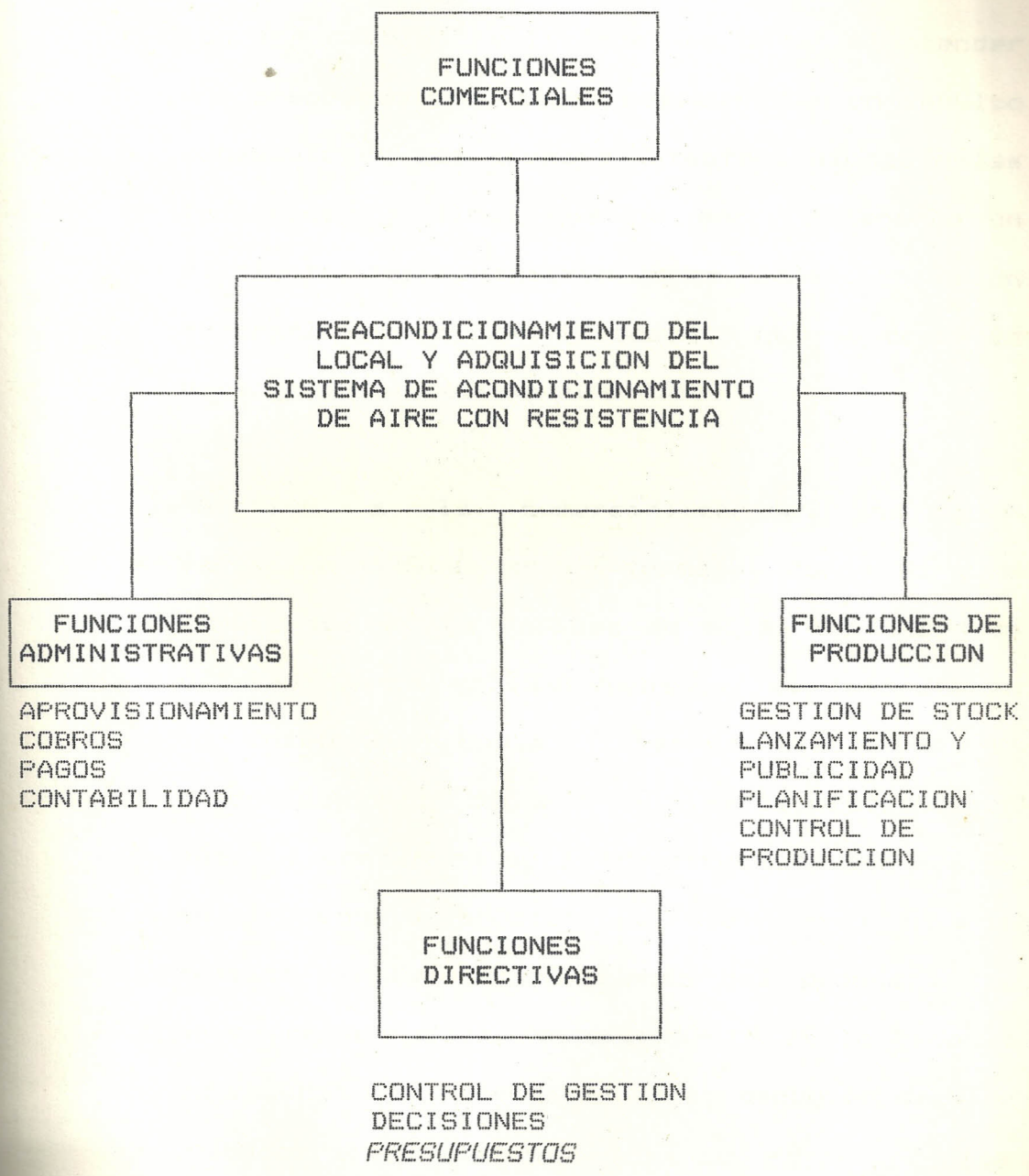


Fig. # 14 .- Interrelación de areas de trabajo después de los cambios

En la fig.# 13, se puede observar claramente el efecto de interrelación inmediata que se generó con los cambios realizados, es decir el atender una preocupación técnica desembocó en un impulso inmediato de las áreas existentes, siendo estas funciones de línea que de por sí generan un eficiente funcionamiento y en consecuencia un mejoramiento de la utilidad, lo que se trata en detalle en el subcapítulo 4.3.

Relativo a la comercialización, no hubo variación radical en su formato, donde sí hubo cambio fué en la rapidez de ella, los clientes estaban listos con los pedidos, el laboratorio lo único que debía llevar a efecto era la producción y contar con un plan de distribución ágil al contar en su infraestructura con medios de transporte propios, paralelo a ello, se realizó un nuevo lanzamiento del producto con nueva presentación, anteriormente se lo hizo de forma unitaria y actualmente en paquetes de diez unidades a su vez colocados en cajas de diez paquetes cada una logrando así mejor control en los despachos y la consecuente protección del producto.

4.3 ASPECTOS ECONOMICOS

En el presente subcapítulo se analizará, solo el estado actual de los beneficios económicos, también se presentará un estudio sobre la amortización y rentabilidad logrados.

Definiciones:

M : Cota Máxima de Producción

m : Cota Mínima de producción para que su venta sea redituable

En la fig. # 15, se relacionan tres elementos fundamentales.

* VENTAS

* COSTOS

* UTILIDADES

Otros parámetros conocidos:

- G_f : Gastos fijos (en un período definido)

- x : Precio Unitario de venta

- c : Costo Unitario Variable

- M : Número total de unidades a vender

En el sistema de ejes coordenados se representa en la abcisa el número de unidades a vender (M), y en la ordenada los montos gastados (c) y las ventas (x).

La línea V representa los montos obtenidos por la ventas y es una línea recta por que si el valor de una unidad es x por lo tanto n unidades se venderán a $n * x$ sucres y M que es el número total de unidades a vender van a producir un ingreso de $M * x$ sucres.

De tal modo:

$$\text{Ingreso por ventas : } V = M * x$$

La línea de gastos fijos por ser un valor constante se la representa como una paralela al eje de las abcisas.

Definición:

Costos Totales .- Es la suma de los *gastos fijos* más los costos variables, por lo tanto es una

recta que no parte del origen de coordenadas, sino desde el punto donde se inicia G_f en la ordenada y se la representa en el gráfico con la letra C.

Entonces:

$$\text{Costos Totales: } C = G_f + c * M$$

A la intersección de las rectas C y V, se llama punto de equilibrio y se lo indica con la letra D, a la izquierda de D los costos totales son superiores a los ingresos, y por lo tanto la zona rayada verticalmente es la zona de pérdidas, a la derecha de D los ingresos por ventas son superiores a los costos totales y en consecuencia el sector rayado horizontalmente es la zona de utilidades.

- Cuando $o = 0$, se tiene que la venta y el costo total es igual al gasto fijo (segmento DE), y la pérdida es máxima.
- Al aumentar las ventas, los ingresos correspondientes pasan a cubrir los gastos, por lo tanto las pérdidas disminuyen (segmento

FG), hasta que en D el ingreso iguala a las pérdidas.

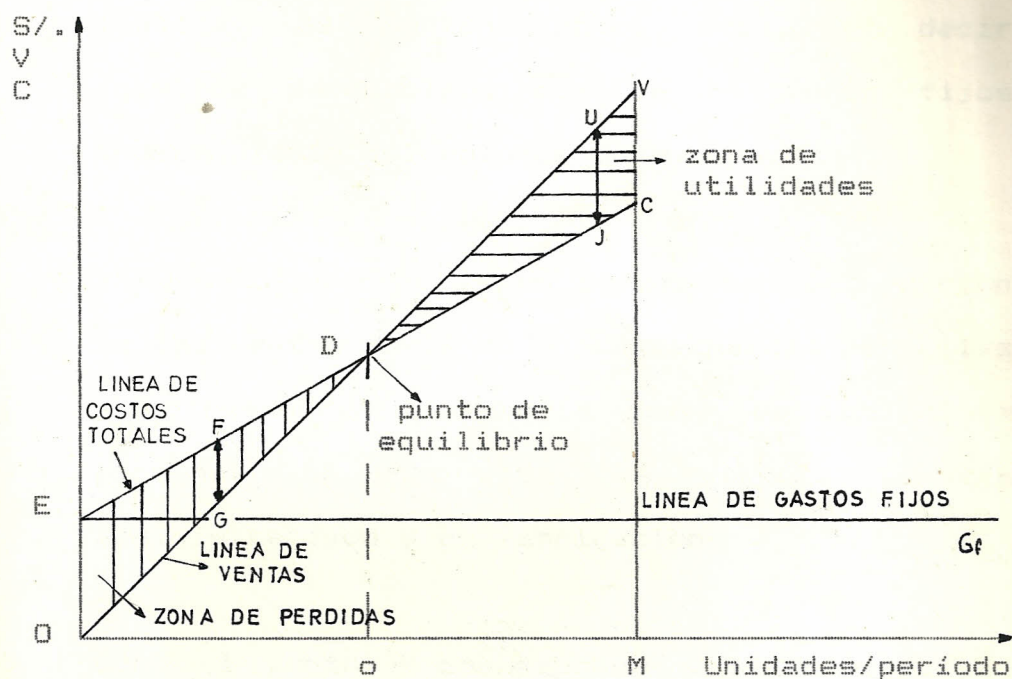


Fig. # 15.- Construcción del diagrama de equilibrio

- A partir de D los ingresos superan a los costos, con lo cual se generan las utilidades (segmento HJ).
- El punto D define precisamente cuál es la cantidad mínima de unidades que se deben vender para que su comercialización arroje utilidades.
- A esta cantidad mínima se la representa con n_0 .

En fabricación existen gastos fijos y variables, los primeros son gastos administrativos, de fábrica, de mantenimiento, etc., es decir aquellos desembolsos que se mantienen fijos independiente del volumen de ventas.

Los costos variables en cambio son una función de las ventas variando en consecuencia con ellas y corresponden a materia prima de sueldos de personal de mano de obra directa, gastos administrativos y de fabricación.

Como el punto D corresponde a la intersección de las rectas V y C, su deducción se logra igualando sus ecuaciones.

$$V = n_e * x$$

$$C = G_f + c * n_e$$

Por lo tanto:

$$n_e * x = G_f + c * n_e$$

$$n_e (x - c) = G_f$$

$$n_e = \frac{G_f}{(x - c)}$$

n_e : número de unidades correspondientes al punto de equilibrio

Si x es el precio unitario de venta del producto y c su costo también unitario, la diferencia $(x - c)$, representa lo que ingresa por cada unidad vendida, a esta cantidad se la denomina Ingreso Marginal y se la indica con i .

Finalmente

$$n_e = \frac{G_f}{i}$$

Para nuestro caso:

Gastos fijos :

- Matrices, Gastos Administrativos y de Mantenimiento	S/. 700.000,00
- Patente	S./ 100.000,00
- Lanzamiento de propaganda	S./ 190.000,00
	S./ 990.000,00

Precio de Venta Unitario : S./ 25,00

Requerimiento del mercado: 200.000 unidades
mensuales

Materia prima, mano de obra y otros : S/. 16,00

Precio unitario de venta x S/. 25,00

Costo variable unitario c S/. 16,00

Ingreso Marginal i S/. 9,00

$$n_e = \frac{G_f}{i} = \frac{990.000}{9,00 \text{ / unidad}}$$

$$n_e = 110.000 \text{ unidades}$$

110.000 unidades es el mínimo de unidades a vender para que la comercialización arroje utilidades.

Para calcular el punto de equilibrio en sucres , se calcula el volumen de ventas en efectivo:

$$V = o * x$$

$$V = 110.000 * 25 = 2'750.000,00$$

La utilidad U para el estimado de ventas de 200.000 unidades será:

$$U = V - C$$

$$U = (200.000 * 25) - [990.000 + (200.000 * 16)]$$

$$U = 5'000.000 - [990.000 + 3'200.000]$$

$$U = 5'000.000 - 4'190.000$$

$$U = \text{S/. } 810.000,00$$

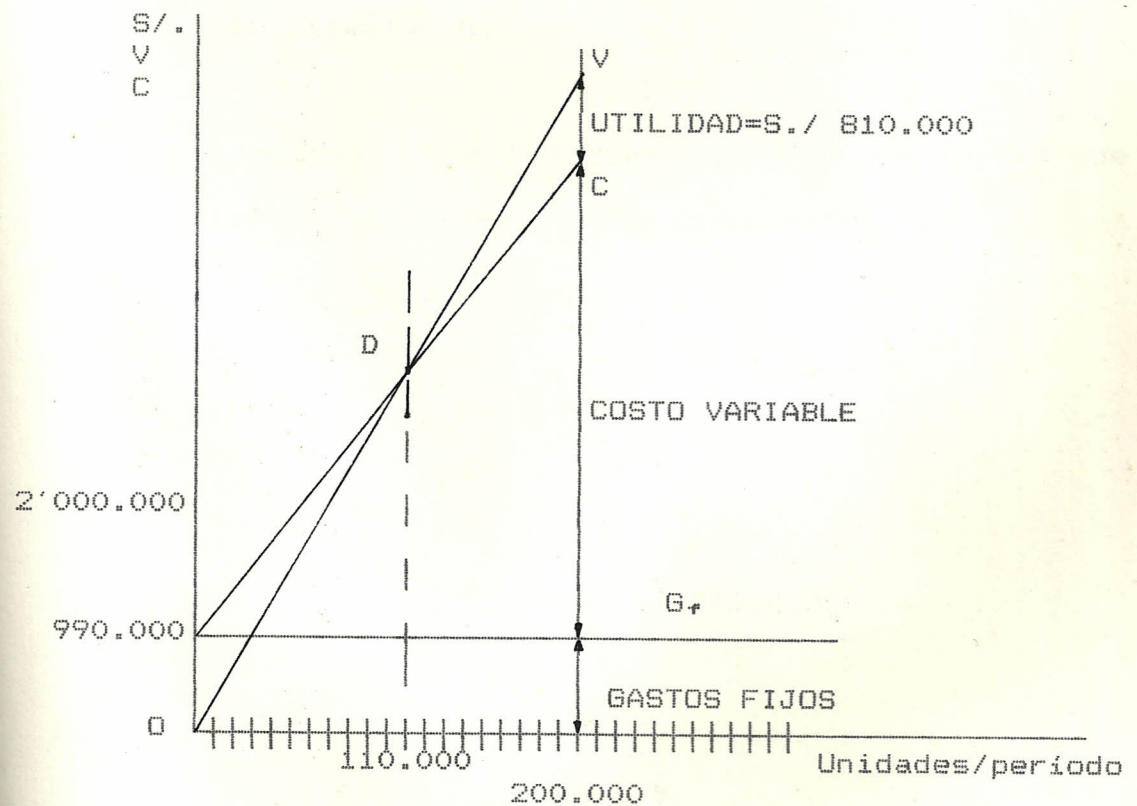


Fig. # 16.- Diagrama de equilibrio

Para determinar las alícuotas periódicas que es
deben obtener con el fin de amortizar el capital
invertido en la compra del sistema de
climatización se realizó el siguiente análisis:

Inversión o costo C = S/. 2'120.250,00

Valor Residual R = S/. 212.025,00

Período de vida útil del sistema de
climatización en años N = 5, cuota de
amortización A .

Llamando Valor Residual al valor en sucres que
tendrá el sistema luego de su vida útil.

Entonces:

$$A = \frac{C - R}{N}$$

$$A = \frac{2'120.250 - 212.025}{5}$$

$$A = \frac{1'908.225}{5}$$

$$A = \text{S/. } \underline{381.645,00}$$

Análisis porcentual: a

$$a = \frac{A * 100}{C}$$

$$a = \frac{381.645 - 100}{2'120.250}$$

$$a = \frac{381.545}{2'120.250}$$

$$a = \underline{18 \%}$$

Quedó a criterio de los directivos de laboratorios Indunidas efectuar una amortización de capital anualmente o hacerlo mensualmente, pues las utilidades obtenidas lo permitían, en los dos casos la conclusión de lograr una excelente rentabilidad esta a la vista.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Una vez terminado el presente informe se ha podido establecer la existencia de beneficios económicos inmediatos mediante una inversión inicial convenientemente baja por parte de los directivos de Laboratorios Indunidas, además me permito señalar las siguientes conclusiones generadas por los pasos que en lo profesional se realizó:

- Bajo costo en las modificaciones de obra civil.
- Adecuada climatización del ambiente mediante un cálculo de carga exacto.
- La selección de la resistencia eléctrica para desecar el aire que se maneja, fué correcta.
- La cantidad de aire exterior para renovación y el número de cambios de aire manejado también fueron correctos.
- La consideración inicial de una hora pico para los cálculos, generó un margen seguro de operación en el resto de las horas de trabajo.

- El tiempo estimado de instalación se cumplió.
- Se logró producir las tabletas.
- Se logró mejorar la calidad de las tabletas.
- Se cumplió con los compromisos adquiridos.
- Se mejoró la distribución para cubrir mayor mercado.
- Para cinco años de producción esta inversión no representará más de un 3 %.
- En poco tiempo se recuperará la inversión.
- No se interrumpieron otras áreas de laboratorio.
- Se usó mano de obra local.
- No existió fugas de divisas.
- Los profesionales egresados de la ESPOL estamos capacitados para resolver éste tipo de problemas.

RECOMENDACIONES

Con la finalidad de precautelar un período de vida útil del sistema que abarque un tiempo mayor de cinco años me permito recomendar lo siguiente:

* Control del sistema mediante un plan de mantenimiento preventivo que implica:

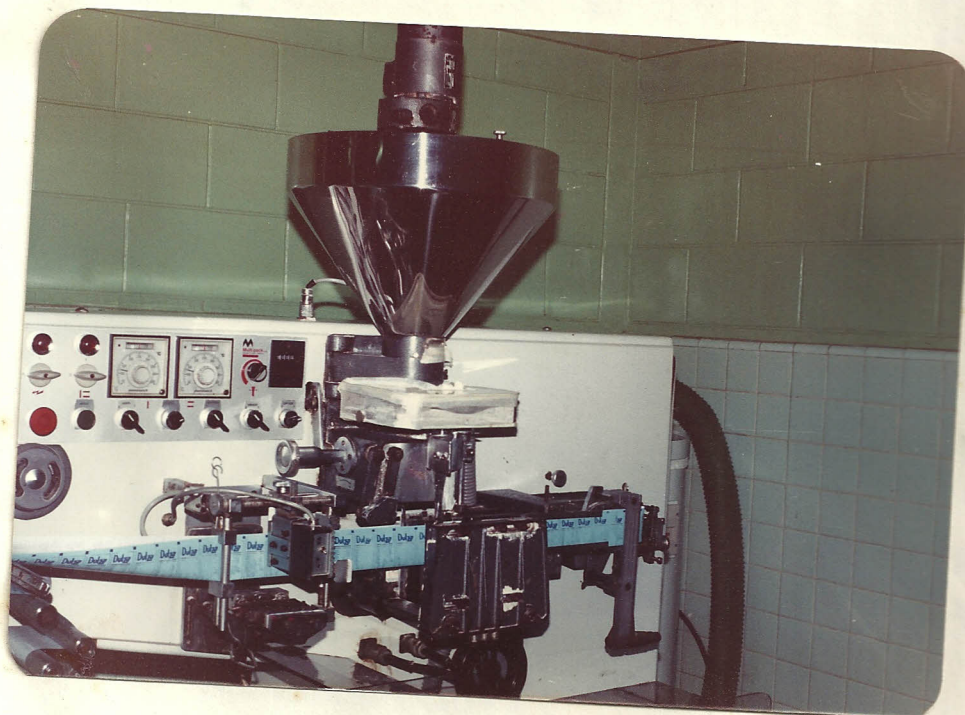
- Revisión de presiones en la línea de refrigerante.
- Revisión de elementos eléctricos como capacitor, contactor, cambio de terminaljes y cables deteriorados.
- Lubricación de partes en movimiento.
- Limpieza de filtros y reemplazo de ellos cuando se requiera.
- Limpieza y lavado del condensador y del serpentín del evaporador.
- Lavado de la bandeja de condensado y del drenaje.
- Para lograr mantener condiciones fijas y normales de humedad en el ambiente recomiendo el uso de

SILICAGEL que es un elemento deshidratador y garantiza condiciones de humedad baja cuando trabaja con polvos hidrosfópicos.

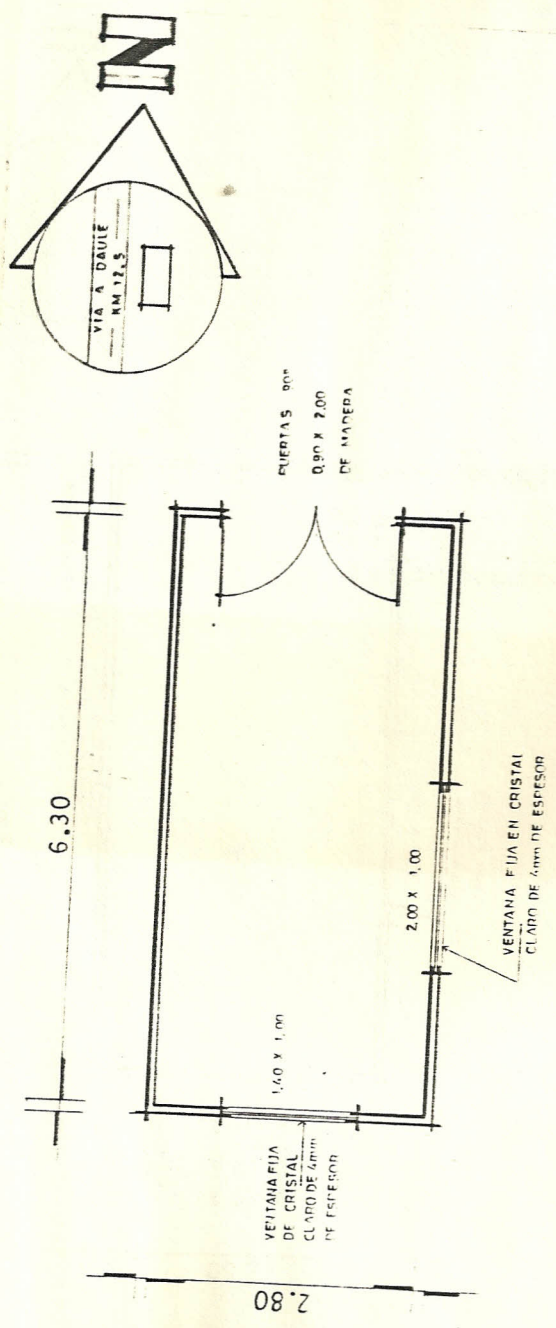
APENDICE



Vista General de Laboratorios Indunidas

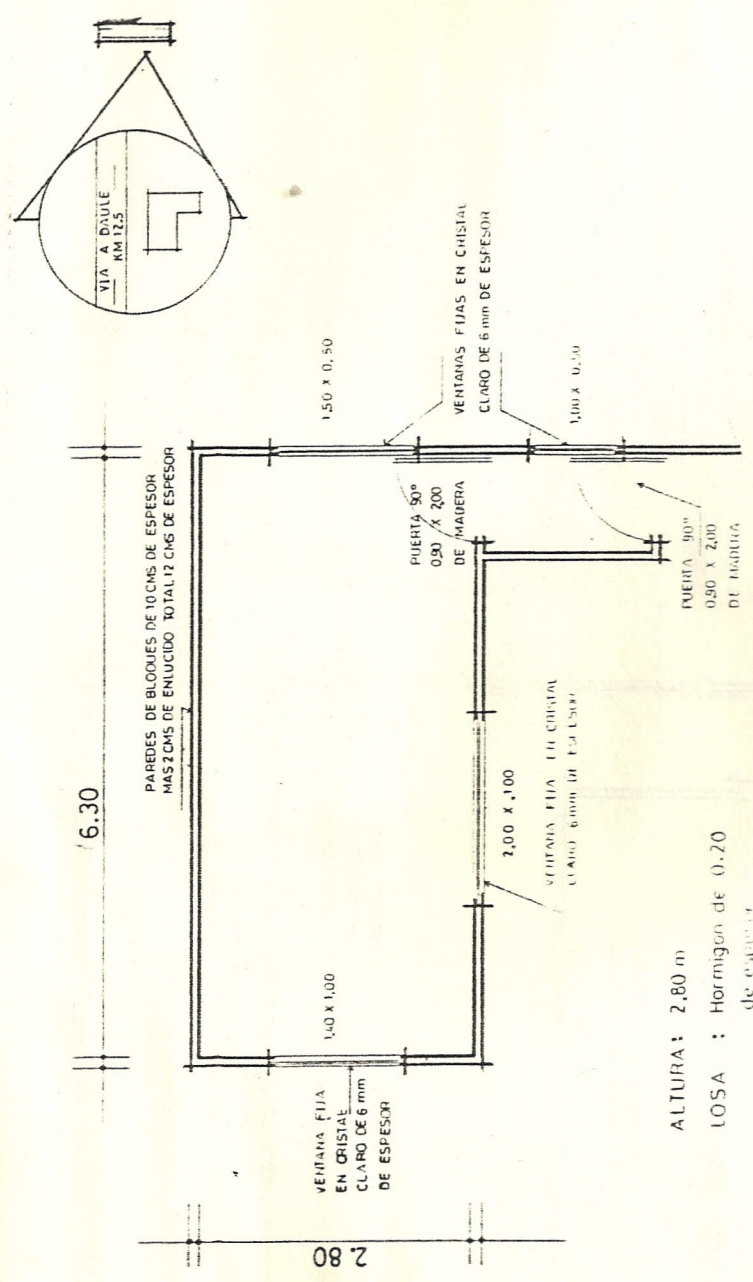


Máquina Tableteadora



PLANO ANTERIOR

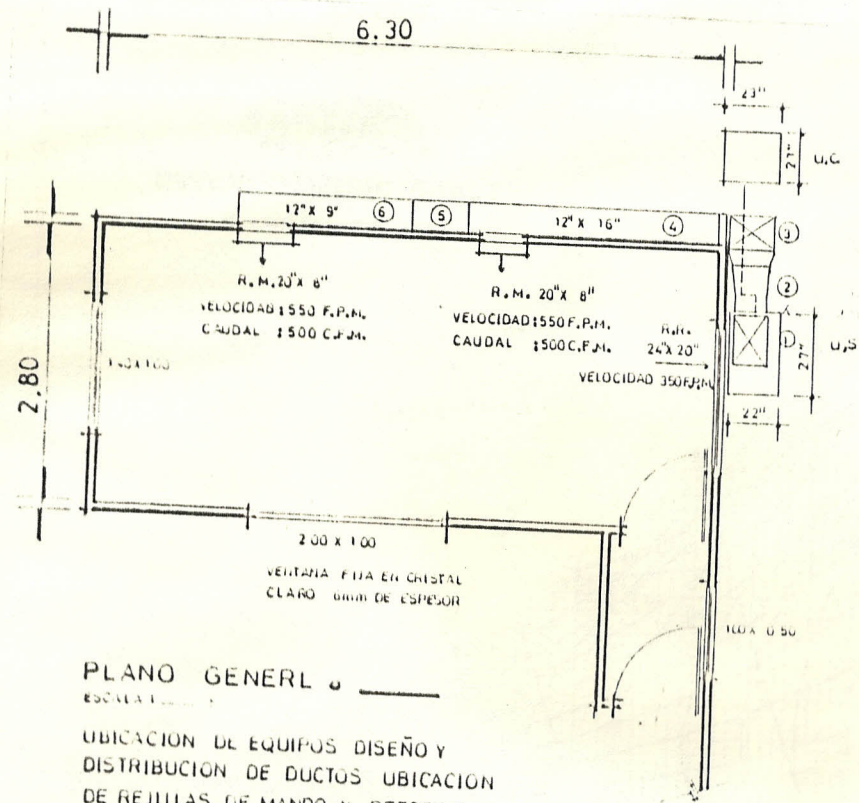
ESCALA 1 : 50



ALTURA: 2.80 m

LOSA : Hormigon de 0.20 de espesor

ESCALA 1 : 50



PLANO GENERAL

UBICACION DE EQUIPOS DISEÑO Y
DISTRIBUCION DE DUCTOS UBICACION
DE REJILLAS DE MANDO Y RETORNO

SIMBOLOGIA

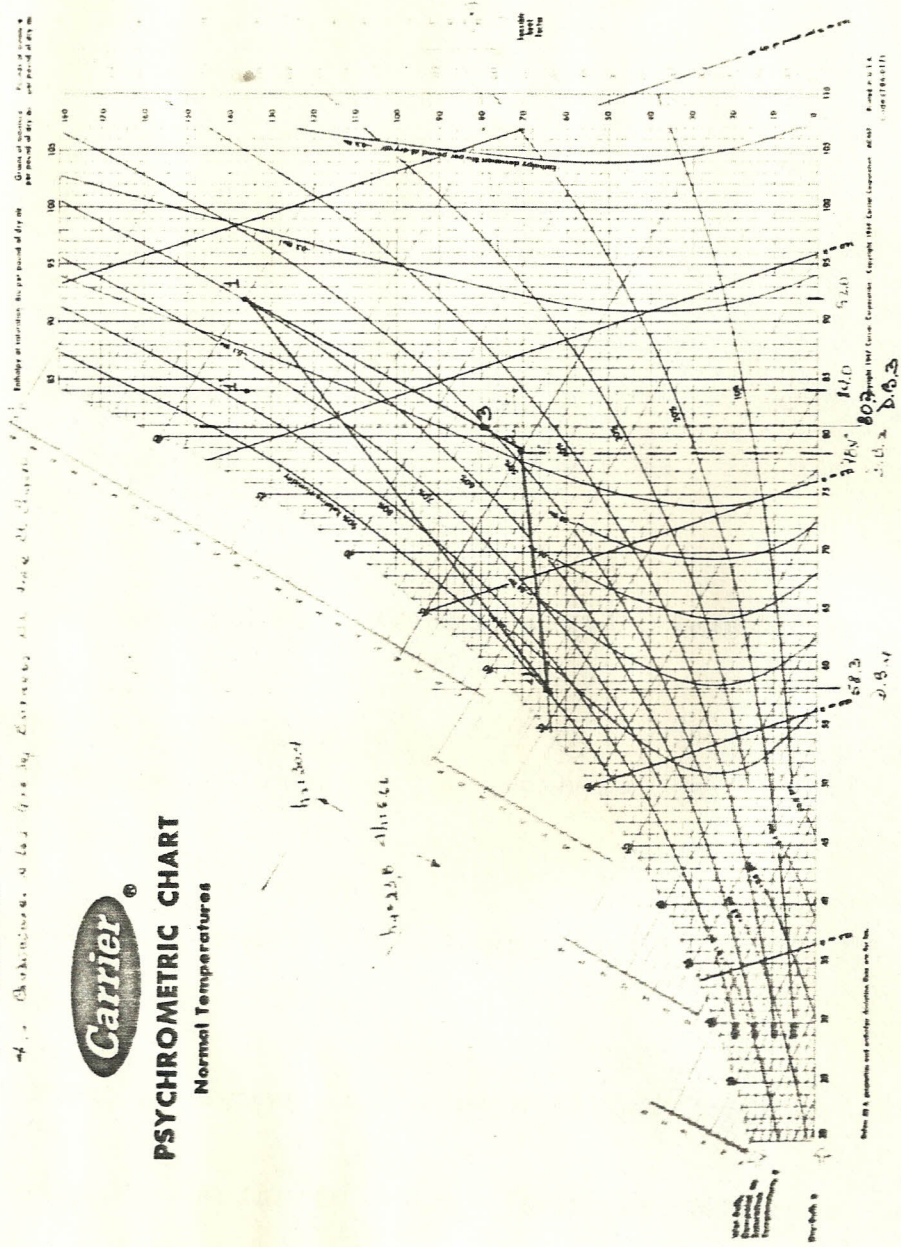
- U.E. : UNIDAD EVAPORADORA
- U.C. : UNIDAD CONDENSADORA
- R.R. : REJILLA DE RETORNO
- F.P.M. : PIES/MINUTO
- C.F.M. : PIES³/MINUTO
- ① 20" x 10" C.O.D.
- ② 20" x 10" A
- ③ 16" x 12" REDUCCION
- ④ 16" x 12" C.O.D.
- ⑤ 16" x 12" C.O.D.
- ⑥ 16" x 9" B.O.C.T.

1. - Determine conditions
2. - Determine wet bulb
3. - Determine dry bulb



PSYCHROMETRIC CHART

Normal Temperatures



BIBLIOGRAFIA

- 1.- GENERAL ELECTRIC COMERCIAL EDUCATION PROGRAM, Load Calculation Digest Comercial Industrial Air Conditioning, 1.978
- 2.- STOECKER W.F., Refrigeración y Acondicionamiento de Aire, 1.965
- 3.- THRELKELD James L., Ingeniería del Ambito Térmico, 1.973
- 4.- MARKS, Manual del Ingeniero Mecánico, 2^{da} edición, 1.982
- 5.- ESPOL, Fundamentos de Aire Acondicionado, 1.982
- 6.- MUNIER Nolberto J., Técnicas Modernas para el Planeamiento y Control de la Producción, 1.973
- 7.- OCEANO, Biblioteca Práctica de Administración y Ventas, 1.982
- 8.- IBEAS Franco F., Diccionario Tecnológico, 1.974