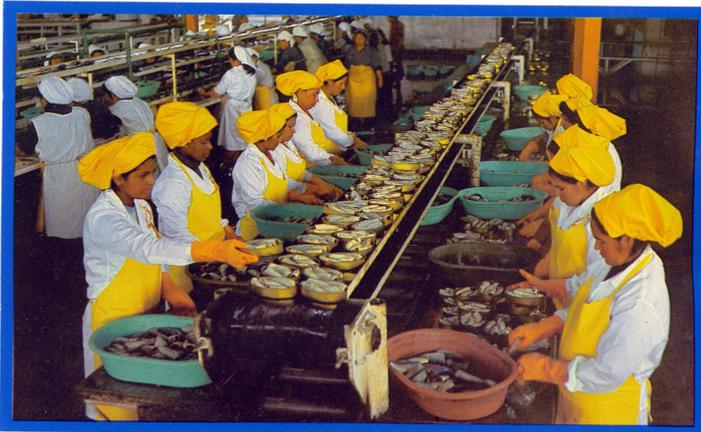


# FORMULAS PARA CALCULOS DE CAPACIDAD DE OPERACION EN LA INDUSTRIA CONSERVERA



## **CANASTILLAS, CARROS PORTACANASTILLAS" Y COCINADOR ESTÁTICO"**

### **1. NUMERO DE CANASTILLAS**

$$N_c = (C_p \times K) / (\hat{a} \times V \times B)$$

$N_c$  = Numero canastillas/batch

$C_p$  = Capacidad producción, N° cajas 48/7 por turno

$\hat{a}$  = Densidad pescado estibado, Kgs/m. cubico

$K$  = Kgs. pescado (sardinas)/caja 48/7

$B$  = Numero batch, lotes o cargas

$V$  = Volumen de cada canastilla, en m. cubicos

$$V = l \times a \times h$$

$l$  = largo canastilla, en m.

$a$  = ancho canastilla, en m.

$h$  = altura canastilla, en m.

### **2. NUMERO DE CARROS PORTACANASTILLAS"**

$$N_{cp} = N_c / C_a$$

$N_{cp}$  = Numero carros portacanastillas/batch

$N_c$  = Numero canastillas/batch

$C_a$  = Numero canastillas/carro

### **3. DIMENSIONES CARRO PORTACANASTILLAS**

$$h_c = (h_{ca} + 0.06) \times n_v$$

$$a_c = (l_{ca}) + (2 \times l_{uzlca})$$

$$l_c = (a_{ca} + l_{uzca}) \times n_c$$

$h_c$  = altura del carro, en m.

$a_c$  = ancho del carro, en m.

$l_c$  = longitud del carro, en m.

$n_v$  = numero canastillas en direccion vertical

$n_c$  = numero de columnas de canastillas

$l_{uzlca}$  = luz entre canastillas y carro (a lo largo)

$l_{uzca}$  = luz entre canastillas y carro (a lo ancho)

### **NUMERO DE COCINADORES**

$$N_p = 1 + N_{cs}$$

$N_p$  = numero de precocinadores

$N_{cs}$  = numero de cargas superpuestas

### **5. CAPACIDAD DEL COCINADOR**

$$C_c = (C_p \times K) / B$$

$C_c$  = Capacidad del cocinador, en kgs. sardina

$C_p$  = Capacidad producción, cajas 48/7/turno

$K$  = Kgs. pescado (sardinas)/caja 48/7

$B$  = numero batch, cargas o ciclos

### **6. DIMENSIONES DEL COCINADOR**

$$h_{co} = h_c + 2l_{cir}$$

$$a_{co} = (l_c \times N_{entr}) + 2l_{cir}$$

$$l_{co} = (a_c + l) \times N_{cp}$$

$h_c$ ,  $a_c$ ,  $l_c$  : altura, ancho, largo del carro, en m.

$h_{co}$ ,  $a_{co}$ ,  $l_{co}$  : altura, ancho, largo del cocinador en m.

$l_{cir}$  = luz o espacio de circulación libre, en m

$N_{cp}$  = numero carros portacanastillas

## DISEÑO DE MESAS

### 1. Mesa de fileteado

$$CP \times 48 \times Pg$$

$$Nop = \frac{\text{-----}}{\text{-----}}$$

$$B \times N \times Ppesc \times Ppo \times t$$

Nop = Número de operarias por batch

Pg = Peso de pescado envasado/envase 1/2 lb. en Kg.

B = Número de ciclos o batch

N = rendimiento de materia prima a pescado envasado

Ppesc = peso de cada unidad de sardina, en Kg.

Ppo = Número de sardinas fileteadas/minuto x operaria

t = tiempo de duración de cada batch, en minutos

$$Nop \times Eu$$

$$Ltm = \frac{\text{-----}}{\text{-----}}$$

2

Ltm = longitud total de mesa, en m.

Eu = espacio de trabajo por operaria, en m

$$Ltm$$

$$Nm = \frac{\text{-----}}{\text{-----}}$$

$$Lu$$

Nm = número de mesas

Lu = longitud útil de mesa, en m.

### 2. Mesa de envasado

$$CP \times 48 \times Teo \times 2$$

$$Nope = \frac{\text{-----}}{\text{-----}}$$

$$B \times t$$

Nope = número de operarias por batch

Teo = tiempo envasado/envase x 2 operarias, en seg.

t = tiempo por batch, en segundos

b = número de batch

$$Nope \times Eu$$

$$Lme = \frac{\text{-----}}{\text{-----}}$$

2

Lme = Longitud de la mesa de envasado, en m.

Eu = espacio util de trabajo por operaria, en m.

$$Lme$$

$$Nme = \frac{\text{-----}}{\text{-----}}$$

$$eu$$

Nme = número de mesas de envasado

eu = espacio util para mesa de envasado, en m.

## FORMULAS DE DISEÑO DEL EXHAUSTER

### 1. Ritmo teórico de exhausting (Velocidad de exhausting)

$$CP \times 48$$

$$Vet = \frac{\text{-----}}{\text{-----}}$$

$$B \times t$$

Vet = Ritmo teórico de exhausting, en envases/minutos

CP = capacidad de producción/turno, en cajas 48/7

B = número de batch, lotes o ciclos/turno

t = tiempo de exhausting por carga, en minutos/batch

### 2. Número de exhauster

$$Vet$$

$$Nuex = \frac{\text{-----}}{\text{-----}}$$

$$Ved \times fe$$

Nuex = Número de exhauster

Vet = Ritmo teórico de exhausting, en envases/minuto

fe = factor promedio de exhausting (según tabla)

### 3. Velocidad de diseño y Factor de exhausting

Ritmo exhausting env./min. Vet	Velocidad diseño env./min. Ved	Factor exhausting fe
< $\phi$ = 30	30	Vet*0.033333
<30 y <=60	60	Vet*0.016666
>60 y <=80	80	Vet*0.012500
>80 y <=120	60	Vet*0.008333
>120 y <=160	80	Vet*0.006250
>160 y <=200	100	Vet*0.005000
>200 y <=240	80	Vet*0.004166
>240 y <=300	100	Vet*0.003333
>300 y <=320	80	Vet*0.003125
>320 y <=400	100	Vet*0.002500
>400 y <=500	100	Vet*0.002000
>500 y <=600	100	Vet*0.001666

Maximo ritmo de exhausting/linea: 100 envases/minuto

#### 4. Longitud de la cámara de vapor

$$L_{cv} = V_{ed} \times t \times e$$

$L_{cv}$  = longitud de la cámara de vapor, en m.

$V_{ed}$  = velocidad de diseño, en envases/minuto (Ver Tabla)

$t$  = tiempo de exhausting del envase, en minutos

$e$  = espacio útil entre envases, en m.

#### 5. Longitud del exhauster

$$L_{ex} = L_{cv} + 1$$

$L_{ex}$  = longitud del exhauster, en m.

$L_{cv}$  = longitud de la cámara de vapor, en m.

#### 6. Altura del túnel de vapor

$$h_t = 3 \times h_{env}$$

$h_t$  = altura del túnel de vapor, en m

$h_{env}$  = altura del envase de 1/2 lb. tuna, en m.

#### 7. Ancho del túnel de vapor

$$A_t = 3 \times A_{env}$$

$A_t$  = ancho del túnel de vapor, en m.

$A_{env}$  = diametro del envase de 1/2 lb. tuna, en m.

#### 8. Velocidad del envase en el túnel de vapor

$$V_{env} = \frac{L_{cv}}{t}$$

$V_{env}$  = velocidad del envase, en m/minuto

$t$  = tiempo de exhausting, en minutos

#### 9. Velocidad del tambor cilíndrico (o rueda dentada)

$$rpm_1 = \frac{V_{env}}{2 \times 3.1416 \times r}$$

$rpm_1$  = velocidad del tambor cilíndrico, en rpm

$V_{env}$  = velocidad del envase, en m/minuto

$r$  = radio del tambor cilíndrico, en m.

#### 10. Velocidad del piñon (o eje del motor)

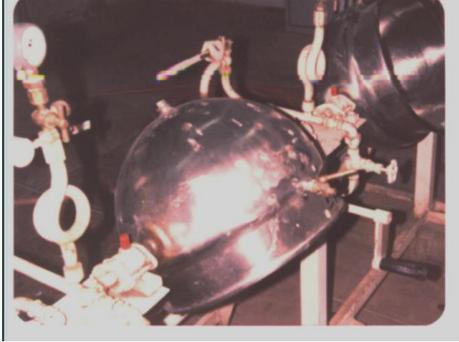
$$V_{pin} = rpm_1 \times d_1/d_2$$

$V_{pin}$  = velocidad del piñon, en rpm

$d_1$  = número de dientes de la rueda dentada

$d_2$  = número de dientes del pinón

## DISEÑO DE MARMITA SEMIESFÉRICA



### 1. VOLUMEN DE LA MARMITA SEMIESFERICA

$$V_{ms} = (C_p \times 48 \times V_a \times 1.20) / B$$

$V_{ms}$  = Volumen marmita semiesferica, en m<sup>3</sup>

$V_a$  = Volumen de aceite por envase, en m<sup>3</sup>

$B$  = numero batch o ciclo/turno

### 2. RADIO DE LA MARMITA SEMIESFERICA

$$r = \frac{V_{ms} \times 3}{2 \times 3.1416}$$

$r$  = radio de la marmita semiesf,rica, en m

### 3. SUPERFICIE DE CALENTAMIENTO DE LA MARMITA

$$S_c = 2 \times 3.1416 \times r^2$$

### 4. MASA DEL CHASIS

$$M_{ch} = 2 \times 3.1416 \times r^2 \times e \times d$$

$M_{ch}$  = masa del chasis, en Kgs.

$r$  = radio de la marmita semiesf,rica, en m

$e$  = espesor del chasis, en Kgs.

$d$  = densidad del material del chasis, en Kg/m<sup>3</sup>

### 5. NUMERO DE MARMITAS

$$N_m = 2 \text{ marmitas/batch}$$

## DISEÑO DE MARMITAS CILINDRICAS

Cuando se calienta un líquido, en un recipiente de doble envoltura, los coeficientes de transmisión de calor del fluido calefactor en la pared interior del recipiente son relativamente elevados, pues se trata de convección forzada; de condensación del medio de caldeo.

Si el líquido a calentar esta en reposo, la transmisión de calor por la pared bañada por el líquido, solo se haría por convección natural, lo que origina tiempos muy largos de calentamiento. Para disminuir estos tiempos se comunica al líquido un movimiento de convección forzada por medio de un agitador.

En el diseño de tanques abiertos con chaquetas de vapor y sistema de agitación, conocidos con el nombre de "marmitas", se admite un valor de 180 BTU/hr pie<sup>2</sup> °F en la doble envoltura. La potencia del motor de accionamiento del agitador se calcula en 2,545 BTU/hr hp

Se desea calentar 400 galones de una sustancia orgánica de 70 °F a 200 °F en una marmita, la agitación se produce por un agitador de 68 rpm que es accionado por un motor de 2 HP. Tiempo de calentamiento 4 horas.

Las características de la sustancia orgánica:

Gravedad específica :  $\rho$

Viscosidad :  $\mu$

Capacidad calorífica :  $c_p$

Conductividad térmica : k

En el gráfico respectivo se obtienen los siguientes detalles:

$$D/T = 1/3$$

(Diámetro impulsor/Diámetro marmita = 1/3)

$$C = Z/3$$

(Z = nivel del líquido)

$$C = D$$
$$2D = Z - C = Z - Z/3$$
$$bw = T/12 \text{ a } T/10$$
$$bc = 0.1 \text{ a } 0.15 bw$$
$$ba = 1/2 bw$$

$$W = \text{Cuando } D \text{ es de } 3'' \text{ a } 12'' = 1/3 D$$
$$\text{Cuando } D \text{ es de } 15'' \text{ a } 36'' = 1/4 D$$

TABLA 1

CAPACIDAD PARA RECIPIENTES CILINDRICOS  
VOLUMEN DEL RECIPIENTE CILINDRICO  
CABEZA CONCAVA STD

Diametro del recipiente pies	Galones/pulgada	Profundidad pulgadas	Volumen/ galones
3	4.40	4.9	11
3 - 6	5.99	5.7	18
4	7.83	6.5	27
4 - 6	9.91	7.3	38
5	12.2	8.1	52

Calculo del coeficiente de transferencia de calor en el lado del proceso:

Usamos la correlación característica del numero de NUSSELT, en condiciones de agitación:

$$NNU = 0.85 NRE^{0.66} NPr^{0.33} (Z/T)^{0.56} (D/T)^{0.13} (V/Vw)^{0.14}$$

donde:

NNU = número de Nusselt

NRE = número de Reynolds

NPr = número de Prandtl

Z/T = razón del nivel del líquido/diámetro marmita

D/T = razón del diámetro del impulsor/diámetro marmita

V/Vw =  $1000 \text{ cp} / (1000 \text{ cp} \times 5'') = 0.2$

Esta ecuación es adimensional, entonces para el numero de Reynolds se multiplica por 10.7 y el número Prandtl por 2.42

Con la finalidad de calcular NUSSELT, debemos determinar el valor de cada una de las variables de la ecuación:

CALCULO DEL VOLUMEN REAL DE LA MARMITA (DE ACUERDO A TABLA 1).-

Volumen teórico a calentar: 400 galones

una marmita de 48" (4 pies diam.) X 7.83 galones/pulgada  
= 376 galones en la parte cilíndrica,  
a este volumen adicionamos el volumen de la parte concava que según tabla 1 es de 27 galones:

$$376 + 27 = 403 \text{ galones.}$$

CALCULO DEL DIAMETRO DEL IMPULSOR DEL AGITADOR.-

D/T debe estar en la relación de 1/3;

entonces el diametro del impulsor se calcula:

$$48/3 = 16''$$

CALCULO DEL NUMERO DE REYNOLDS.-

$$NRe = 10.7 (D^2 n g / \nu)$$

donde:

D = diametro del impulsor, en pulg.

n = número de rpm del agitador

g = gravedad específica

$\nu$  = viscosidad del líquido a calentar, en cp

CALCULO DEL NUMERO DE PRANDT.-

$$NPr = 2.42 (Cp U / K)$$

Cp = capacidad calorífica

U = viscosidad

K = conductividad térmica

DETERMINACION DE LA CAPACIDAD UTIL EN LA PARTE CILINDRICA.-

tenemos 27 galones en la parte cóncava según tabla 1 con una profundidad de 6.5" o sea:

$$400 - 27 = 373 \text{ galones.}$$

NIVEL DEL LIQUIDO EN LA MARMITA CILINDRICA.-

En la parte cilíndrica:

$$373 \text{ galones} / 7.83 \text{ gal./pulg.} = 47.63''$$

Por lo tanto el nivel del líquido:

$$Z = 47.63 + 6.5'' = 54''$$

y tenemos la razón del nivel del líquido/diámetro marmita:

$$Z/T = 54''/48'' = 1.125$$

y la razón del diámetro del impulsor al diámetro del tanque:

$$D/T = 16''/48'' = 0.333,$$

la razón de la viscosidad  $V/V_w = 1$ , por ser el valor de su exponente muy pequeño:

$$(V/V_w)^{0.14} = (1000/1000 \times 4)^{0.14} = (0.2)^{0.14} = 0.799$$

CALCULO DEL CALOR DE TRANSFERENCIA:

$$h_1 = N Nu K/T$$

Coefficiente total de transferencia de calor:

$$U = (1/h_1 + 1/h_0)^{-1} = (1/8.55 + 1/180)^{-1} = 8.16 \text{ BTU/h pie}^2 \text{ } \theta F$$

CARGA TOTAL DE CALOR EN CONDICIONES DE AGITACION:

Tenemos: 8.337 libras de agua/galón x gravedad específica

$$= 8.337 \times 0.89 = 7.42 \text{ libras/galón}$$

$$(400 \text{ gal/hr}) (7.42 \text{ lb/gal.}) (0.55 \text{ BTU/lb } \theta F) \times (200-70) \theta F = \\ = 53,053 \text{ BTU/hr}$$

Potencia del agitador: 2 HP

$$2 \text{ HP} \times 2,245 \text{ BTU/h HP} = 5,090 \text{ BTU/hora}$$

Carga total de calor : 58,143 BTU/hora

$$Q = U A - T_m$$

donde:

Q = Carga total de calor  
 U = Coeficiente de transferencia de calor  
 = 8.16 BTU/hr pie<sup>2</sup> °F  
 -T<sub>m</sub> = Temperatura promedio  
 A = Area de transferencia de calor

Usamos vapor a 15 psig, tenemos una temperatura de 250 °F

$$-T_m = \frac{(250 - 70) - (250 - 200)}{\log 180/50} = 102 \text{ °F}$$

$$\text{Area de transferencia} = 58,143 / (8.16 \times 102) = 69 \text{ pie}^2$$

Toda marmita en la salida de condensado tiene un filtro de vapor y una trampa de vapor, para seleccionar esta trampa se usa un factor 3 a 15 psig. (según tabla corresponde un calor latente de 945.3)

$$\frac{58,143 \text{ BTU/hora}}{945.3 \text{ BTU/libra}} = 61.50 \text{ libras condensado/hora.}$$

$$61.50 \times 3 = 184 \text{ libras de vapor/hora}$$

**CALCULO DEL ESPESOR DE LA PLANCHA DE LA MARMITA.-**  
 Para calcular el espesor de la plancha de la marmita, utilizamos la grafica respectiva para planchas de acero inoxidable calidad 304

Determinamos:

L = altura de la chaqueta en el cilindro + 1/3 altura de la profundidad.  
 = altura del nivel de líquido (Z) + 1/3 h

h = altura del fondo bombeado = 6.5" (según Tabla 1)  
 Z = altura del nivel del líquido

$$L = 47.63" + 2.16" = 49.79"$$

Aplicamos la fórmula para la parte cilíndrica y estimamos un espesor de 3/16" = 0.187"

$$1) L/Do = 49.79/48" = 1.03$$

donde Do es el diametro de la marmita (ver fig. 2)

$$2) DO/e = 48"/0.187" = 256$$

donde e es el espesor de la plancha (ver fig. 2)

Usando la grafica respectiva nos da a 250 °F el valor de :  
 B = 5,100

Luego, la presión ser :

$$Pa = B/(Do/T) = 5,100/256 = 19.9 \text{ psig}$$

Desde que 19.9 > 15 psig, el espesor es correcto

En el fondo de la marmita se calcula cuando tiene la figura geométrica torioesférica usando las siguientes fórmulas, considerando que el diámetro de curvatura es igual al tanque. Para el fondo estimamos un espesor de 1/4" = 0.25

$$1) L/(100 T) = 49.79/(100 \times 0.25) = 1.99$$

T es el espesor de la plancha exterior de la marmita

$$2) L/T = 49.79/0.25 = 199$$

Usando la grafica respectiva nos da a 250 °F, el valor de:  
 B = 3,500

Luego, la presión de diseño es:

$$P_a = B / (D_o/t) = 3,500/199 = 17.58 \text{ psig}$$

Desde que  $17.58 > 15$  psig, es el espesor correcto.

Comprobando el rea de transmisión:

$$\text{Area del fondo} = 3.14 [ (48.5")^2 / 4 + (6.5")^2 ]$$

donde 48.5" es el diametro de la marmita mas dos veces el espesor de la plancha y 6.5" es la altura del fondo bombeado.

$$= 13.74 \text{ pie}^2$$

Area del cilindro:

$$4.375 \text{ pies} \times 3.1416 \times 3.97 = 54.53 \text{ pie}^2$$

donde 3.97 es la altura del liquido

$$\text{Area total} = 54.53 + 13.74 = 68.27 \text{ pie}^2$$

### FORMULISMO MATEMATICO PARA SELECCION DE CERRADORAS

1. Ritmo teórico de cerrado o Velocidad de cerrado/batch

$$CP \times 48$$

$$V_{ct} = \frac{\text{-----}}{B \times t}$$

$$B \times t$$

$V_{ct}$  = velocidad teórica de cerrado, en envases/minuto

$B$  = número de batch/turno

$t$  = tiempo de cerrado/batch, en minutos

2. Número de cerradoras

$$V_{ct}$$

$$N_{ce} = \frac{\text{-----}}{V_{cd} \times f_{ce}}$$

$$V_{cd} \times f_{ce}$$

$N_{ce}$  = numero de cerradoras

$CP$  = capacidad de producción, en cajas 48/7/ turno

$V_{cd}$  = Velocidad de cerrado de diseño, en envases/minuto

$f_{ce}$  = factor promedio de cerrado segun Tabla

$V_{ct}$  = Velocidad teórica de cerrado, env./minuto

3. Factor promedio de Cerrado

$$V_{ct}$$

$$f_{ce} = \frac{\text{-----}}{V_{cd} \times N_{ce}}$$

$$V_{cd} \times N_{ce}$$

4. Velocidad de diseño de cerrado y Factor de cerrado

Ritmo cerrado	Velocidad diseño	Factor cerrado
env/min.	env./min.	
$V_{ct}$	$V_{cd}$	$f_{ce}$
< 30	30	$V_{ct} \times 0.033333$
<30 y <=60	60	$V_{ct} \times 0.016666$
>60 y <=80	80	$V_{ct} \times 0.012500$
>80 y <=120	60	$V_{ct} \times 0.008333$
>120 y <=160	80	$V_{ct} \times 0.006250$
>160 y <=200	100	$V_{ct} \times 0.005000$
>200 y <=240	80	$V_{ct} \times 0.004166$
>240 y <=300	100	$V_{ct} \times 0.003333$
>300 y <=320	80	$V_{ct} \times 0.003125$
>320 y <=400	100	$V_{ct} \times 0.002500$
>400 y <=500	100	$V_{ct} \times 0.002000$
>500 y <=600	100	$V_{ct} \times 0.001666$

## FORMULAS DE DISEÑO DE AUTOCLAVES

1. Número total de autoclaves

$$\text{Nau} = \frac{\text{CP} \times 48}{\text{B} \times \text{Vcd} \times \text{fce} \times \text{t}} \times \text{Ncs}$$

Nau = número total de autoclaves  
 cp = capacidad de producción, en cajas/turno  
 B = número de batch, ciclo o cargas  
 Vcd = velocidad de cerrado de diseño, en envases/minuto  
 t = tiempo de cerrado de una carga, en minutos  
 Ncs = número de cargas superpuestas según diagrama de ciclos productivos.  
 fce = Coeficiente de cerrado

2. Número de autoclaves por carga

$$\text{Nac} = \frac{\text{CP} \times 48}{\text{B} \times \text{Vcd} \times \text{fce} \times \text{t}}$$

Nac = número de autoclaves por carga  
 ve = velocidad de cerrado por m quina, en env./min.

3. Capacidad de cada autoclave

$$\text{Cau} = \frac{\text{CP} \times 48}{\text{B} \times \text{Nac}}$$

Cau = Capacidad del autoclave, en envases  
 Nac = número de autoclaves por carga

4. Número de carros portaenvases por autoclave

$$\text{Ncar} = \frac{\text{CP} \times 48 \times \text{Penv}}{\text{Nac} \times \text{Pcar} \times \text{B} \times \text{fce}}$$

Ncar = número de carros portaenvases  
 Penv = peso total del envase de 1/2 lb. tuna  
 Nac = número de autoclaves por carga  
 Pcar = peso máximo admitido por carro, en Kgs.

5. Longitud de diseño del carro portaenvase

$$\text{Ldc} = \frac{\text{Ltf}}{\text{Ncar}} + (\text{Ncar} \times \text{d})$$

Ldc = longitud de diseño del carro, en m  
 Ltf = Longitud total de filas de envases, en m.  
 Ncar = número de carros portaenvases  
 d = luz o distancia entre filas de envases, en m.

$$\text{Ltf} = \frac{\text{cp} \times 48}{3 \times \text{Ef}} \times \text{Df}$$

Ltf = longitud total de filas de envases, en m.  
 Ef = número envases/fila (según diagrama)  
 Df = espacio o distancia de cada fila de envases, en m.

6. Longitud de diseño del autoclave

$$\text{Lda} = (\text{Ncar} \times \text{Ldc}) + (\text{Ncar} \times \text{dcar})$$

Lda = longitud de diseño del autoclave, en m.  
 Ncar = número de carros portaenvases por autoclave  
 Ldc = longitud de diseño del carro, en m.  
 dcar = luz o distancia entre carros, en m

## CALCULO DE LOS ELEMENTOS DEL AUTOCLAVE.-

### 1. Calculo del espesor de las planchas de fierro

#### a) Cilindro del autoclave

$$e = \frac{P \times D}{2 \zeta Re} + C$$

donde:

e = espesor de la plancha de fierro

P = presión promedio de diseño

$\zeta$  = Coeficiente de resistencia del cordón de soldadura

D = diametro interior del autoclave

C = margen de corrosión

#### b) Tapas esféricas

$$e = \frac{P \times r}{2 Re} + C$$

donde:

e = espesor de la plancha de fierro

P = presión de diseño

r = radio de la esfera de la tapa del autoclave

Re = resistencia estimada del fierro a la distensión

C = margen de corrosión

### 2. Calculo del diametro de las tuberías

#### a) Diametro de la tubería para agua de enfriamiento

$$D = \frac{(4 W)^{1/2}}{(\bar{\alpha} \times V_a \times D_a)^{1/2}}$$

donde:

D = diametro de la tubería de agua

W = Gasto de agua en kg/segundo

V<sub>a</sub> = velocidad del agua en m/segundo

D<sub>a</sub> = densidad de agua, en Kg.segundo

Calculo de W (kgs. agua para enfriamiento)

$$W = \frac{2.3}{C3} G1C1 \log \frac{T_c - T_o}{T_k - T_o} + \frac{G2C2}{T_k1 + T_o} \log \frac{T_c - T_o}{T_k1 + T_o}$$

donde:

W = cantidad de agua necesaria en kg.

G1 = masa de pescado en los envases en kg.

C1 = calor específico del pescado

T<sub>c</sub> = temperatura inicial del pescado

T<sub>k</sub> = temperatura final del producto

T<sub>o</sub> = temperatura inicial del agua

T<sub>k1</sub> = temperatura final del autoclave, carros y envases

G2 = masa del autoclave, envases, carros y condensado

C2 = calor específico promedio del autoclave, envases, carros y condensado.

C3 = calor específico del agua

#### 2.- Diametro de la tubería para vapor

$$D = \frac{(4 G)^{1/2}}{(3.14 \times V \times d)^{1/2}}$$

donde:

D = diametro de la tubería de vapor

G = Gasto de vapor en Kg./segundo  
V = Velocidad del vapor  
d = densidad del vapor

3.- Diametro de los pernos del cierre de la tapa  
(4 Pe )<sup>1/2</sup>

$$d = \frac{\quad}{\quad}$$

$$(3.14 \times Re)^{1/2}$$

$$P = (p \times 3.1416 \times D^2) / 4 z$$

$$= (0.3 \times 10^6 \times 3.14 \times 1.012^2) / 4 \times 8$$

$$= 30\,000 \text{ Newtons}$$

donde:

P = carga de trabajo de un perno  
Newtons

p = presión interna en Newtons/m<sup>2</sup>  
0.3 x 10<sup>2</sup> New/m<sup>2</sup>

D = diametro del autoclave, en m.

z = número de pernos

Re = carga estimada para la distension  
del acero = 1000 kg/cm<sup>2</sup>

Pe = carga estimada para 4 P

$$4 \times 30\,000 \text{ Newtons} = 120\,000 \text{ Newtons}$$