

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE QUIMICA



**CONTROL DE CALIDAD DE LAS MATERIAS
PRIMAS EMPLEADAS EN EL PROCESO DE
FABRICACION DE ENVASES DE HOJALATA**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO QUIMICO METALURGICO
P R E S E N T A**

ARTURO SARABIA GARCIA

México, D. F.

1979



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

CLAS. TESIS 1979

ADQ. M.T. ~~325~~ ~~326~~ 328

FECHA _____

PROG. _____

S. _____



Jurado asignado originalmente según el tema.

Presidente: RENAN PEREZ P.
Vocal: GUILLERMO ALCAYDE L.
Secretario: HUMBERTO RODRIGUEZ C.
1er. Suplente: CARLOS RODRIGUEZ C.
2do. Suplente: JOSEFINA GALLINA A.

Sitio donde se desarrollo el tema: Facultad de Química.

Nombre y firma del sustentante: Arturo Sarabia García.

Nombre y firma del asesor del tema: Humberto Rodriguez C.

Nombre y firma del supervisor técnico: Francisco Muñoz R.

A LA FACULTAD DE QUIMICA

A MIS MAESTROS

A MIS COMPAÑEROS

A MIS PADRES

Con cariño y gratitud

A MIS HERMANAS

A MI FAMILIA

A REBECA.

A LOS QUE DE ALGUNA U OTRA MANERA ME
TENDIERON LA MANO CUANDO LO NECESITE.

C O N T E N I D O

	Pág.
I Antecedentes.....	1
II Objetivo.....	2
III Obtención del acero.....	3
3.1 El hierro en la naturaleza.	
3.2 Obtención del hierro.	
3.2.1 Separación.	
3.2.2 Obtención del hierro atendiendo a su estado físico.	
3.2.2.1 Hierro en estado sólido.	
3.2.2.2 Hierro en estado pastoso.	
3.2.2.3 Hierro en estado líquido.	
3.3 Refinación del arrabio.	
3.3.1 Procesos de refinación del acero.	
3.3.1.1 Por medio del oxígeno del aire.	
3.3.1.2 Por medio del oxígeno puro.	
3.3.1.3 Por medio del oxígeno contenido tanto en el óxido de hierro de la chatarra como en minerales de hierro.	
3.3.1.4 Desoxidado y vaciado.	
3.4 Tipos de acero.	
3.4.1 Aceros efervescentes.	
3.4.2 Aceros calmados o muertos.	
3.4.3 Aceros semicalmados.	
3.5 Comprobación de las características químicas del acero.	
3.5.1 Determinación de carbono y azufre.	
3.5.2 Determinación de manganeso.	
3.5.3 Determinación de fósforo.	

3.5.4	Determinación de silicio.	
3.5.5	Determinación de cobre.	
3.5.6	Determinación de níquel.	
3.5.7	Determinación de cromo.	
3.5.8	Determinación de molibdeno.	
IV	Laminación del acero.....	14
4.1	Molinos calientes.	
4.2	Decapado.	
4.3	Molinos fríos.	
4.4	Lavado.	
4.5	Recocido.	
4.6	Molinos de temple.	
4.7	Líneas de escuadre.	
V	Estañado del acero.....	18
5.1	Estañado por inmersión.	
5.2	Estañado electrolítico.	
5.3	Determinación del peso del recubrimiento de estaño.	
5.3.1	Muestreo.	
5.3.2	Determinación de estaño.	
5.4	Verificación de las especificaciones de una lámina de hojalata.	
5.4.1	Características físicas.	
5.4.1.1	Requerimientos mecánicos.	
5.4.2	Características dimensionales.	
5.4.2.1	Determinación de las dimensiones de un rollo y sus tolerancias.	
5.4.2.1.1	Espesor.	
5.4.2.1.2	Ancho del rollo.	

5.4.2.1.3 Filo en la orilla del rollo.

5.4.2.1.4 Largo del rollo.

5.4.2.1.5 Curvatura del rollo.

5.4.2.1.6 Diámetros interiores del rollo.

5.4.2.1.7 Hoja fuera de cuadratura.

VI	Proceso de fabricación de latas.....	23
	6.1 Litografía.	
	6.2 Tijeras.	
	6.3 Armado.	
	6.3.1 Rotura de grano.	
	6.3.2 Godronado.	
	6.3.3 Cortes en las esquinas.	
	6.3.4 Doble en ángulo.	
	6.3.5 Aplicación de fundente.	
	6.3.6 Curvatura de la plantilla.	
	6.4 Soldado.	
	6.5 Máquina pestañadora.	
	6.6 Máquina remachadora.	
	6.7 Inspección.	
	6.8 Encajonado.	
	6.9 Preparación de fondos.	
VII	Lacado y barnizado.....	28
	7.1 Pruebas para lacas y barnises.	
VIII	Proceso de enlatado.....	30
	8.1 Orígenes del enlatado.	
	8.2 Nomenclatura de latas.	
	8.3 Proceso de enlatado.	

8.3.1 Recepción y almacenamiento de la materia prima.

8.3.2 Lavado.

8.3.3 Clasificación de la materia prima.

8.3.4 Escaldado.

8.3.5 Llenado y cierre de latas.

8.3.6 Esterilización.

8.3.7 Enfriamiento.

8.3.8 Almacenamiento de latas llenas.

IX Conclusiones..... 36

Apéndice..... 37

- Nomenclatura para definir los términos empleados en la industria de envases de hojalata.

- Características técnicas de la hojalata.

- Compendio de los productos de hojalata en el período 1970-76.

Bibliografía..... 54

I ANTECEDENTES.

La conservación de los alimentos ha sido un problema para el hombre desde su aparición; ya que suele disponerse de ellos en algunas épocas del año en cantidades abundantes y en otras es casi nula su existencia.

Con objeto de satisfacer sus necesidades, el hombre inicia el desarrollo de diferentes tecnologías encaminadas a la preservación de los alimentos a través de diferentes procedimientos.

Se tienen informes de que en el año de 1,200 en la región de Echemia, Alemania, después de diversos tratamientos a los metales, se obtuvo una placa de acero recubierta con estaño, lográndose un excelente resultado en cuanto a la compatibilidad de ciertos alimentos con los materiales empleados, de tal manera que hasta la fecha se siguen utilizando con ligeras modificaciones. (1)

El depósito de estaño sobre una lámina de acero se conoce con el nombre de "hojalata", material con el que fueron elaborados los primeros recipientes llamados "canastillas", en inglés "canister", de donde se derivó el de "can" en su idioma, en español significa "lata".

II OBJETIVO.

En el trabajo que a continuación se presenta, se describen los procesos de obtención del acero, la hojalata y finalmente la fabricación de envases.

Paralelamente, se exponen las diferentes pruebas de control de calidad a las que deben someterse los materiales, con objeto de poder cumplir con la importante función de contener alimentos principalmente y otros productos.

III OBTENCION DEL ACERO.

3.1 El hierro en la naturaleza.

El hierro es de los metales más abundantes en la naturaleza, constituyendo más del 5% de la corteza terrestre. Rara vez se encuentra puro, generalmente está combinado en forma de óxido, carbonato o sulfuro. (2) (Ver Cuadro No. 1)

Cuadro No. 1

MINERALES QUE CONTIENEN HIERRO (2)

Mineral	Fórmula	% de hierro
Oxidos:		
Hematita roja	Fe_2O_3	70
Limonita	$2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	60
Magnetita	Fe_3O_4	72.4
Carbonatos:		
Siderita:	FeCO_3	48.3
Sulfuros:		
Pirita	FeS_2	46.6
Calcopirita	FeCuS_2	39.5

3.2 Obtención del hierro.

3.2.1 Separación.

Cuando el hierro se presenta en forma de óxidos, el mineral se -

somete a una reducción mediante la presencia de carbono y altas temperaturas, -- combinándose el oxígeno con el carbono para formar monóxido de carbono. Ver la -- reacción:



Si se presenta en forma de carbonatos, estos son calcinados; como sulfuro se efectúa una tostación. En ambos casos se llega hasta la forma de óxido. (2)

3.2.2 Obtención del hierro atendiendo a su estado físico.

Atendiendo al estado físico del producto al efectuarse la reducción, los procesos se clasifican en:

3.2.2.1 Hierro en estado sólido.

Este procedimiento consiste en la reducción de los diferentes óxidos de hierro (ver Cuadro No. 1), por medio del calentamiento moderado del mineral, sin llegar a la fusión, haciéndole pasar al mismo tiempo un gas reductor.

La forma externa del mineral cambia muy poco a pesar de haber perdido oxígeno, sin embargo, queda una masa porosa que es denominada como "Hierro esponja" o "Esponja de hierro". (2)

3.2.2.2 Hierro en estado pastoso.

La obtención del hierro por este método consiste en el calentamiento del mineral de hierro, hasta llegar a un estado pastoso. Simultáneamente es efectuada la reducción de los óxidos sin efectuarse la mezcla de carbón con el hierro (carburación) por lo que el producto resultante tiene el carácter de acero, (hierro con poco contenido de carbón). (2)

3.2.2.3 Hierro en estado líquido.

Para el procesamiento del mineral es requerido un "alto

horno", en donde se hace pasar por la parte inferior monóxido de carbono como agente reductor y por la superior la carga de los compuestos de hierro, coque y caliza.

El coque es empleado como combustible y reductor, la caliza reacciona con la ganga del mineral, dando lugar a una escoria de baja fusión, fácil de ser eliminada.

De esta forma se obtiene el hierro líquido conocido como "arrabio" en la parte inferior del horno, de donde es extraído posteriormente. (2)

3.3 Refinación del arrabio.

El arrabio, con un contenido de 3 a 4% de carbono y algunas otras impurezas como silicio, manganeso, fósforo y azufre es sometido a una purificación hasta que llega a 1.76% de carbono máximo. Por medio de este proceso llamado "afino", "afinación" o "refinación", es obtenido el "acero".

El exceso de carbono y las impurezas que acompañan al arrabio, son eliminados principalmente por oxidación, la cual se efectúa mediante la adición de oxígeno de diferentes fuentes, de acuerdo al proceso seleccionado. (2) (Ver Cuadro - No. 2)

Cuadro No. 2

COMPOSICION QUIMICA DEL ARRABIO Y DEL ACERO (2)

	%Fe	%C	%Si	%Mn	%P	%S
Arrabio	93	4	0.5-2	1	0.1-2	0.05
Acero	98	0.05-1.5	0-0.3	0.3-0.6	0.05 max.	0.05 max.

3.3.1 Procesos de refinación del acero.

3.3.1.1 Por medio del oxígeno del aire. (Principio del horno -- Bessemer-Thomas).

Este proceso consiste en la descarbonación del arrabio a través de la combustión del carbono con el oxígeno del aire, cuando éste último atraviesa la masa fundida.

El aire que se inyecta es frío, sin embargo produce una reacción exotérmica, de tal forma que se genera suficiente calor para mantener al metal en estado líquido durante toda la operación. (2)

3.3.1.2 Por medio de oxígeno puro.

Este proceso consiste en la transformación de la carga del arrabio líquido, mediante la insuflación de oxígeno de alta pureza mediante una lanza refrigerada por agua.

El oxígeno utilizado debe tener una pureza mínima de 99.5%. En el curso de la reacción tienen lugar oxidaciones y reducciones, con lo que se logra purificar el arrabio hasta acero. (2)

3.3.1.3 Por medio del oxígeno contenido tanto en el óxido de hierro de la chatarra como en minerales de hierro. (Principio de los hornos eléctricos y Siemens-Martín).

El afino de este tipo de hornos se realiza mediante la oxidación del carbono e impurezas que lo acompañan en la primera etapa del proceso, posteriormente se efectúa una reducción tanto del óxido de hierro como del azufre.

En este proceso se emplea el oxígeno del óxido contenido en la chatarra y cascarilla. (2)

3.3.1.4 Descxidado y vaciado.

Cuando se han obtenido las proporciones deseadas de car-

bomo, (ver Cuadro No. 2) el proceso de oxidación es suspendido, de tal forma que la "colada" ahora esta lista para efectuarle una desoxidación, esto es, la eliminación de un posible exceso de oxígeno en el metal líquido, mediante la adición de desoxidantes tales como el ferro-manganeso.

Posteriormente el acero líquido es vaciado en las "lingoteras", el producto obtenido ahí debe su nombre al molde, y es denominado como "lingote".

En el proceso llamado "vaciado continuo", en función de la velocidad de llenado, se va efectuando la descarga del lingote, el cual en esta etapa sale solidificado superficialmente.

El enfriamiento del lingote continua, y como consecuencia de esto, el proceso de solidificación se efectúa hacia la parte interior del material.

En el momento en que ha solidificado todo el material, se forma un hueco próximo a la superficie del lingote; esta falla es llamada "rechupe".

En el proceso de obtención de la lámina es importante éste tipo de defectos, por lo que se efectúa un corte en la parte superior del lingote la cual es llamada "cabeza", la sección defectuosa se procesa nuevamente. (3)

3.4 Tipos de acero.

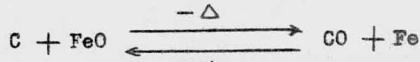
Según el grado de desoxidación se pueden obtener tres tipos de acero. (2)

- Efervescentes.
- Calmado.
- Semicalmado.

3.4.1 Aceros efervescentes.

Como se mencionó en los párrafos anteriores todos los aceros son sometidos en su elaboración a una refinación que consiste básicamente en una oxidación de carbono e impurezas ya sea utilizando el oxígeno del aire, oxígeno puro y oxígeno de los óxidos formados en la chatarra.

Generalmente parte del oxígeno permanece en el hierro líquido en forma de óxido o disuelto en el mismo material de acuerdo a la siguiente reacción:



En esta ecuación se indica que a altas temperaturas se favorece la formación de FeO, mientras que a bajas temperaturas se propicia la formación de monóxido de carbono.

El efecto de bajas temperaturas es el siguiente;

El hierro tiende al equilibrio, iniciándose en este momento la formación de monóxido de carbono, que por su densidad baja tiende a ocupar la parte superficial, causando un movimiento intermolecular en el acero, similar a una efervescencia.

Este proceso continua hasta que el material solidifica, las burbujas del gas no tienen tiempo suficiente para subir hasta la superficie siendo retenidas dentro del acero formando un gran número de poros llenos de gas.

Estos poros no ofrecen gran problema en la laminación, porque los gases que causaron los poros son no oxidantes y la superficie de los poros es netamente metálica. Si el proceso de laminado se efectúa a una temperatura suficientemente alta y baja el efecto de presión, los poros se cierran bajo el efecto de "soldadura a presión". La formación de poros en el interior del lingote compensa la disminución en el volumen durante la contracción, por lo que en los aceros efervescentes no aparece el problema del rechupe.

De acuerdo con lo anterior el acero efervescente es ideal para laminación, sin embargo además de la efervescencia, se presente otro fenómeno que se conoce con el nombre de "segregación" consistiendo en la separación de los aleantes, resultando así una concentración mayor de los mismos en el centro del lingote, zona que se solidifica al final. (2)

3.4.2 Aceros calmados o muertos.

La efervescencia, que es la causante de las segregaciones tiene su origen en una reacción entre el óxido de hierro y el carbono.

Para que la reacción entre FeO y C tenga lugar, es necesario que el oxígeno se encuentre en el acero líquido ligado con el hierro o bien en solución. Para impedir la reacción entre C y FeO es necesario combinar el oxígeno con otros elementos que tengan mayor afinidad a él y cuyos óxidos no puedan ser reducidos por el carbón. Los elementos que cumplen con esta característica son el silicio, aluminio y calcio. Estos óxidos no se pueden reducir con el carbono aún a temperaturas elevadas como las hay en un horno de fundición.

El resultado es que el acero, en el momento de ser vaciado, no desprende gases, por lo que se dice que el acero es calmado o muerto.

Las ferro aleaciones son agregadas al acero en la olla de vaciado o en la lingotera evitándose la efervescencia por lo que no habrá el movimiento que causa en los aceros efervescentes, la segregación.

El resultado son lingotes uniformes en cualquier sección. Por otro lado, es más notable el defecto por disminución del volumen en aceros calmados que en los efervescentes y el resultado es la formación de un rechufe de dimensiones notables en la parte superior de la lingotera, problema que casi no se conoce en la elaboración de aceros efervescentes. Las razones por las cuales se elabora uno u otro tipo de acero son múltiples. (2) (Ver Cuadro No. 3)

3.4.3 Aceros semi-calmados.

Además de los dos sistemas descritos, se elaboran gran variedad de aceros semi-calmados que ocupan un lugar intermedio en cuanto a características, costo y calidad.

Cuadro No. 3

COMPARACION DE DATOS ENTRE ACEROS CALMADOS Y EFERVESCENTES (2)

Propiedad	Tipo de acero	
	Calmados	Efervescentes
Costo	Alto	Bajo
Rechupe	Considerable	Mínimo
Segregación	Mínima	Considerable
Laminación	Muy sencilla	Requiere mucho cuidado
Rendimiento	Bajo	Alto
Soldabilidad	Buena	Problemática

3.5 Comprobación de las características químicas del acero.

Para verificar los componentes químicos del acero se emplean los siguientes métodos ASTM. (4)

3.5.1 Determinación de carbono y azufre por el método de combustión directa.

La muestra se pone en una "navecilla" agregándole estaño como catalizador. Se introduce la navecilla en el tubo de combustión del horno eléctrico y haciendosele pasar una corriente de oxígeno, libre de humedad, para formar bióxido de azufre, trióxido de azufre y bióxido de carbono. Estos gases pasan a un bulbo que contiene perhidrol, hidróxido de potasio y rojo de metilo como indicador.

En el hidróxido de potasio se absorbe el óxido de carbono; el resto de los gases es medido en una bureta graduada obteniéndose así el porcentaje de óxido de carbono absorbido. Los gases que contienen el óxido de azufre se regresan al bulbo, donde reacciona con el perhidrol formándose ácido sulfúrico, el cambio de pH se manifiesta con un color rojo; el ácido se titula con hidróxido de potasio-

hasta color amarillo, obteniéndose así su porcentaje. (4)

3.5.2 Determinación de manganeso por el método del bismutato.

La muestra se disuelve con ácido nítrico, es hervida hasta la desaparición de humos café. Se añade bismutato de sodio, es aclarada mediante la adición de ácido sulfuroso. Se hierve hasta que los humos café sean eliminados. Se añade bisulfato de sodio, se agrega ácido nítrico y se filtra el precipitado, lavándolo con ácido nítrico hasta que los lavados pasen incoloros. Los lavados se titulan con sulfato ferroso amoniacal - permanganato de potasio hasta, un color rosa tenue obteniéndose así su porcentaje. (4)

3.5.3 Determinación de fósforo por el método alcalimétrico.

La muestra se disuelve en ácido nítrico, oxidando la materia orgánica con permanganato de potasio en exceso. Se agrega reactivo de molibdato, formándose un precipitado; el precipitado se lava con ácido nítrico y nitrato de potasio hasta reacción libre de ácido. Se agrega agua destilada, sosa en exceso, ambas libres de bióxido de carbono, hasta que el precipitado se disuelva. Se agrega agua destilada libre de bióxido de carbono y se agrega indicador de fenolftaleína; se titula con solución de ácido nítrico hasta desaparición de color rosa, obteniéndose así su porcentaje. (4)

3.5.4 Determinación de silicio por el método del ácido sulfúrico.

La muestra se disuelve con ácido sulfúrico, se calienta para evitar la formación de sulfatos insolubles. Se agrega agua caliente para disolver las sales, se filtra el precipitado; se lava el papel filtro con ácido clorhídrico y agua caliente hasta que las sales de fierro sean eliminadas. El residuo y el papel se calcinan en crisol de platino, se enfrían en un desecador; se pesa el crisol y se adiciona ácido sulfúrico y ácido fluorhídrico, se calcina y se enfría en desecador. La diferencia de peso representa la sílice de la muestra. (4)

3.5.5 Determinación de cobre por el método iodométrico.

Se disuelve la muestra con ácido sulfúrico y se agrega tiosulfato de sodio, calentándose hasta obtener un precipitado. Se agrega ácido nítrico hasta que el óxido de cobre se haya disuelto. Se añade agua y bifloruro de amonio o fluoruro de sodio para prevenir la interferencia del ión férrico. Se añade hidróxido de amonio hasta pH alcalino y se neutraliza con ácido acético en exceso. Se añade ioduro de potasio y se titula con tiosulfato de sodio. Cuando un tinte café ha desaparecido se añade almidón, continuándose la titulación hasta que haya un vire de azul a blanco, obteniéndose así su porcentaje. (4)

3.5.6 Determinación de níquel por el método de la dimetilgloxima.

Se disuelve la muestra en ácido clorhídrico, ya disuelta la muestra se agrega ácido nítrico, se calienta hasta que todo el hierro y los carburos han sido oxidados y los humos café han sido expelidos. Se diluye y se agrega ácido tartárico, neutralizando con hidróxido de amonio en exceso. Se filtra y se lava el residuo y el papel con agua, hidróxido de amonio y cloruro de amonio. Se añade ácido clorhídrico, se añade dimetilgloxima. Se agrega hidróxido de amonio hasta reacción alcalina. Se filtra y se lava el precipitado, se agrega dimetilgloxima e hidróxido de amonio y se formará un precipitado el cual se seca hasta peso constante. Se enfría en desecador y se pesa como níquel dimetilgloxima, obteniéndose así su porcentaje. (4)

3.5.7 Determinación de cromo por el método de persulfato.

Se disuelve la muestra con ácido sulfúrico y ácido fosfórico. Se agrega ácido nítrico y se lleva a ebullición para que sean disueltos los carburos y expelidos los humos nitrosos. Ya disuelta completamente la muestra se agrega agua caliente, nitrato de plata y persulfato de amonio. Se agrega ácido clorhídrico mientras hierve la solución. Se agrega persulfato de amonio y se titula con per-

manganato de potasio hasta coloración rosa, obteniéndose así su porcentaje. (4)

3.5.8 Determinación de molibdeno por precipitación como sulfuro y pesado como óxido.

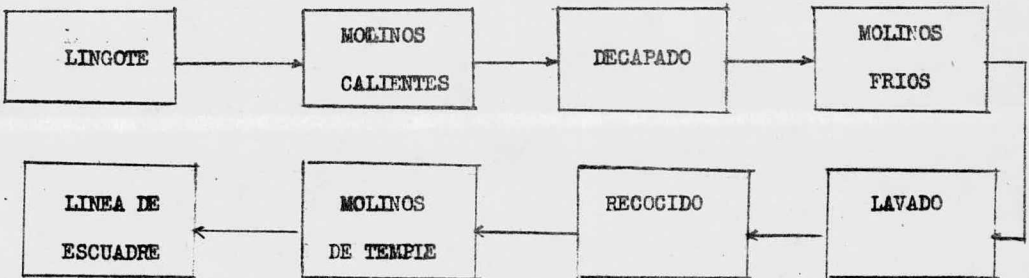
La muestra se disuelve con ácido sulfúrico, se agrega tiosulfato de amonio, calentándolo para oxidar el molibdeno y parte del hierro. Ya frío se agrega ácido tartárico, neutralizando posteriormente con hidróxido de amonio, - después de agregar ácido clorhídrico en exceso. Calentando, se hace pasar una corriente de ácido sulfhídrico. Diluyase y póngase a digestión. Filtrase y lavase el azufre y los sulfitos con ácido sulfhídrico. Agregue ácido nítrico y caliente hasta humos blancos. Enfrie y agregue ácido nítrico y otra vez evapore - hasta humos blancos densos. Enfrie, diluya y agregue hidróxido de sodio en exceso, caliente, filtre y lave el papel y el residuo. Caliente el filtrado, hagale pasar una corriente de ácido sulfhídrico. Agregue ácido sulfúrico en exceso, se filtra y se lava con ácido sulfhídrico. Transfiera el precipitado a un crisol y caliente, hasta que el carbón sea destruido, hasta peso constante. Pésese como óxido de manganeso. (4)

IV LAMINACION DEL ACERO.

El proceso de laminación consiste en deformar los metales, haciéndolos pasar entre dos cilindros que giran en sentidos opuestos, esta operación se lleva a cabo en un "tren de laminación", el cual está constituido por varios laminadores o "castillos", colocados uno a continuación de otro, de tal forma que el material a laminar pasa continuamente a través de los rodillos hasta obtenerse el calibre deseado. (2) (Ver Cuadro No. 4)

Cuadro No. 4

DIAGRAMA DEL PROCESO DE LAMINACION (5)



4.1 Molinos calientes.

Una vez que el lingote ha solidificado, es extraído de su molde y enviado al departamento de molinos calientes, donde se le somete a un recalentamiento para uniformizar su temperatura, hasta adquirir las condiciones plásticas necesarias para ser convertido, primero en planchón y posteriormente en lámina. La laminación en caliente tiene la finalidad de que el material laminado mantenga sus características físicas originales, como son, compresibilidad, dureza, etc.

Si no se lamina en caliente, después de cada paso en el proceso de laminación, se requerirá más y más fuerza para lograr la reducción, lo que ocasiona que el material llegue, teóricamente a no permitir más deformaciones, bajo condiciones de laminación en caliente el regreso a las características originales es casi instantáneo en el momento cuando el material laminado ya no esta expuesto a las fuerzas que causan la deformación; esto es a la salida de cada par de rodillos. Los trenes continuos de laminación en caliente constan de 5 castillos o cajas preparadoras, donde el lingote sufre reducciones de aproximadamente 5 mm, y de 7 cajas acabadoras en las cuales el lingote sufre reducciones mayores según el espesor final. A la salida del último castillo la banda de lámina es cortada por medio de cizallas o bien se forma una bobina por conducto de máquinas bobinadoras. En esta parte del proceso se obtienen láminas de 1.5 a 4.75 mm de espesor. (5)

4.2 Decapado.

En esta sección se hace la eliminación del óxido de fierro que se formó durante el enfriamiento del rollo, mediante la acción de una solución de ácido sulfúrico diluido al 20% y a una temperatura de 80°C. El rollo se mantiene en el tanque de decapado hasta que la escama de óxido de fierro es removida (1), posteriormente la lámina se pasa por tanques con agua caliente y finalmente son secadas con aire a 75°C; después de este tratamiento, el estaño se podrá adherir uniformemente a la lámina. (5)

4.3 Molinos fríos.

Aquí se reduce el calibre de la lámina sin previo calentamiento; de ahí el nombre de molino frío. Los trenes de laminación en frío están compuestos de tres a cinco castillos o cajas. Con objeto de disminuir la fricción entre la lámina y los rodillos se "atomiza" aceite de palma, o una emulsión del 5 al 25% de aceite mineral. A partir de láminas de 1.5 a 4.75 mm de espesor, se obtienen

espesores de 0.40 mm, por medio de trenes de laminación con tres castillos; y - hasta 0.20 mm en trenes con cinco castillos. (5)

4.4 Lavado.

El objeto de esta línea es remover de la superficie de la lámina, el aceite lubricante usando en los molinos fríos. (5)

4.5 Recocido.

Los aceros que han sido laminados se endurecen y pierden tenacidad. Como el lingote ha sufrido varios laminados sucesivos y la disminución de su sección ha sido grande llega un momento en que es imposible continuar el trabajo, - ya que el acero se ha vuelto tan frágil y duro, que se puede romper fácilmente, - en este momento se dice que tiene demasiada "acritud". (2)

Para mejorar la ductibilidad y maleabilidad del acero, y poder someterlo a nuevos laminados, es necesario darle un tratamiento térmico para contrarrestar su acritud; este proceso se denomina recocido contra acritud, el cual consiste en un calentamiento a una temperatura de 600 a 700°C, seguido de un enfriamiento al aire o dentro del horno, si se quiere evitar la oxidación del acero. (5)

4.6 Molinos de temple.

Estos molinos tienen una acción muy parecida a los molinos fríos. - Por medio de presión y tensión a temperatura ambiente, se le da el temple final al producto. En casos especiales esta operación de laminado final es más severa que la efectuada en los laminadores o molinos fríos, en cuyo caso se denomina el producto "hojalata doble reducida", con mayor dureza. Además, en esta fase, rodillos especiales le dan a la lámina el acabado mate o brillante según su uso final. (5)

4.7 Líneas de escuadre.

Debido a la presión ejercida por los rodillos sobre la lámina, esta no

presenta dimensiones geométricas, esto es, ángulos rectos, orillas derechas, por lo que es necesario el uso de cizallas para cortar y escuadrar, transversal y longitudinalmente, las hojas o rollos. (5)

V ESTAÑADO DEL ACERO.

Este proceso consiste en recubrir rollos o láminas de acero con estaño. El estaño es un metal dúctil, con un punto de fusión bajo, que se adhiere fácilmente al acero, al cual protege contra la oxidación dándole buen aspecto.

Existen 2 maneras de llevar a cabo el proceso de estañado: Por inmersión y electrolíticamente. (5)

5.1 Estañado por inmersión.

En este procedimiento se usa un crisol con estaño fundido en forma de U, equipado con dos o tres castillos. Una capa de fundente flota, sobre el estaño, - en donde las hojas son sumergidas al crisol; habiendo una capa de aceite de palma, donde las hojas emergen del crisol. Las hojas de lámina son transportadas a través del fundente, estaño y aceite por medio de los castillos. El fundente prepara a la hoja a recibir al estaño, y además previene la formación de óxido de estaño sobre la superficie del metal fundido. El aceite le da un acabado y lustre a la hoja.

El grueso de la capa de estaño es regulado por el ajuste de la distancia entre los rodillos y por la velocidad con la cual las hojas son transportadas a través del baño. (1)

5.2 Estañado electrolítico.

Las instalaciones que fabrican hojalata electrolíticamente estañada se dividen, según el tipo de electrolito utilizado en: baños alcalinos y baños ácidos. Los baños alcalinos están formados fundamentalmente por estanato sódico y - sosa cáustica, o por estanato potásico e hidróxido potásico; pueden agregarse a-

gentes que oxiden los residuos de estanitos presentes, así como sales amortiguadoras; como los acetatos; la densidad de corriente para baños con estañado sódico, es de 2.2 a 3.2 amperes por decímetro cuadrado y la temperatura permanece entre 82.2 y 97.8°C.

El baño ácido esta constituido inicialmente por sulfato estanoso y un ácido sulfónico aromático más un agente de adición. Para el buen resultado es imprescindible el uso de agentes de adición coloides. La densidad de corriente posible, varía entre 1 y 43 A/dm². Las temperaturas del electrolito se hallan entre 21 y 38°C.

Las soluciones de haluros para el estañado electrolítico contienen cloruros y fluoruros de estaño, con un agente de adición orgánico. La proporción de estaño puede variarse entre 28 y 56 gramos por litro, según sean la densidad de corriente y la velocidad de la cinta de acero; la proporción del agente de adición orgánico es de unos 2 g/l. El baño se gradúa a un pH de 2.7 y una temperatura óptima de 65.6°C. Dependiendo de la composición del baño, pueden adoptarse densidades de corriente de 5.4 a 54 A/dm² pero en la práctica se acostumbra trabajar a 20 A/dm².

El estañado electrolítico de la tira continua de acero no ofrece el reflejo brillante de la hojalata obtenida por inmersión en estaño fundido, debe completarse el trabajo pasando la tira de hojalata electrolítica por una máquina que funde y alisa el estaño. (6)

5.3 Determinación del peso del recubrimiento de estaño.

5.3.1 Muestreo.

Se corta una tira al azar a lo ancho del rollo o de la lámina. Como mínimo se usan tres tiras de diferentes rollos o láminas. La prueba se hace

en tres lugares distintos de la tira (orillas, centro, orilla), Las muestras para la prueba son discos o cuadros de 4 pulg.² (26 cm²) de área; teniendo cuidado de no tomar la muestra a menos de una pulgada (25.4 mm) de las orillas. El valor promedio de todas las muestras de todas las tiras de prueba representa el valor promedio del peso de recubrimiento. Para hacer la determinación en hojas de lámina, se toma una hoja al azar por cada 50 paquetes. (7,8)

5.3.2 Determinación de estaño por el método electrolítico de G.H. Bendix, W.C. Stammer y A.H. Carle. (9)

En un vaso se pone solución de ácido clorhídrico y solución de iodo-ioduro. Se suspende la muestra de un electro imán y se sumergen unos electrodos en el vaso para cerrar el circuito eléctrico. Se deja que la corriente actúe y se retira el vaso titulándose el resto de iodo con solución de hiposulfito, utilizándose almidón como indicador. (7,8)

5.4 Verificación de las especificaciones de una lámina de hojalata.

Para comprobar las características de la hojalata el estudio se divide en: Determinación de propiedades físicas y propiedades químicas. (7,8)

5.4.1 Características físicas.

5.4.1.1 Requerimientos mecánicos.

Las propiedades físicas de la hojalata no solo dependen de la composición del acero, sino también de las operaciones de acabado, de laminación y del tratamiento térmico a que se ha sometido.

La determinación del valor de dureza Rockwell por ser una prueba rápida y proporcionar información bastante significativa es empleada en la caracterización de la hojalata. El valor de dureza Rockwell esta dado por una escala derivada del

incremento neto de la profundidad causada por dos cargas aplicadas sucesivamente sobre un penetrador de acero con punta esférica de 1/16 de pulgada (1.59 mm) de diámetro; la primera carga aplicada es de 3 Kg y la segunda carga es de 30 Kg. Al valor de la dureza Rockwell, se le anota con una letra posterior al dígito obtenido, esta letra representa el tipo de penetrador, la carga y la parte de la caratula del aparato que se usa en la prueba. En el caso de la hojalata es: 30 T, y ocasionalmente 15 T. (11) (Ver apéndice II, Cuadros Nos. 9, 10, 11).

5.4.2 Características dimensionales.

5.4.2.1 Determinación de las dimensiones de un rollo y sus tolerancias.

5.4.2.1.1 Espesor.

Quando se desea conocer las características dimensionales de la lámina, se llevan a cabo medidas al azar. Estas medidas se hacen por medio de un micrometro de mano a lo largo del rollo. (El micrometro nos da una exactitud hasta de ± 0.0001 pulg. (± 0.003 mm)). Estas medidas pueden ser hechas en cualquier parte del rollo teniendo como límite los lugares que estan a una pulgada de la orilla. Otra restricción será que ninguna medición podrá ser hecha a menos de 3 pies (914.4 mm) de una unión. Las tolerancias son presentadas en apéndice II, Cuadro No. 5 y en el Anexo 3. (10)

5.4.2.1.2 Ancho del rollo.

Los rollos tienen una franja de 1/4 pulg. (6.35 mm) de más con respecto al ancho solicitado. El ancho del rollo no deberá variar de 0, 1/8 de pulgada (+3.18 mm). (10)

5.4.2.1.3 Filo en la orilla del rollo.

Un máximo de 0.002 pulgadas (0.05 mm) es permisible. (10)

5.4.2.1.4 Largo del rollo.

Las variaciones entre el largo del rollo medido por el comprador contra lo especificado por el proveedor, no excederá los límites indicados en el anexo 3. (10)

5.4.2.1.5 Curvatura del rollo.

Está limitada a un máximo de 1/4 de pulgada en 20 pies (6mm en 6 m de largo). (10)

5.4.1.2.6 Diámetros interiores del rollo.

Los diámetros internos son normalmente de 16 pulgadas (406.4 mm). (10)

5.4.1.2.7 Hoja fuera de cuadratura.

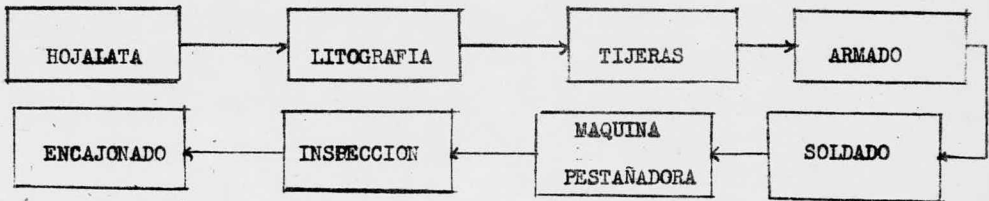
Esto es la desviación de una orilla con respecto a una línea recta, la cual es trazada, de un ángulo recto de la hoja, extendiéndose hasta el lado opuesto. La desviación permisible de esto es 1/16 de pulg. (1.59 mm). (10)

VI PROCESO DE FABRICACIÓN DE LATAS.

Este proceso está constituido por las siguientes etapas: (Ver Cuadro No. 5)

Cuadro No. 5

DIAGRAMA DEL PROCESO DE FABRICACION DE LATAS (12)



6.1 Litografía.

En esta sección se aplica a la hojalata, sobre un lado, una capa de barniz especial de acuerdo con las características requeridas por el futuro envase. Este barniz es colocado mediante máquinas barnizadoras rotativas, que actúan presionando un cilindro hecho en pasta blanda sobre la hoja. El cilindro es ajustado de tal manera que deje libre de barniz, las partes necesarias para el proceso de soldado.

Las hojas barnizadas pasan posteriormente a un horno secador, a base de gas, que funciona a temperaturas que oscilan entre 100 y 200°C, según el tipo de barniz.

Una vez que el barniz ha curado se aplica en el otro lado de la hoja, esmalte blanco o de color, que sirve de base a la mayoría de las impresiones.

Las hojas que han sido tratadas pasan a las máquinas rotativas decoradoras de tipo offset, para su impresión, en donde se usan tintas especiales que son "curadas" también en horno con temperaturas adecuadas.

Terminada la impresión las hojas reciben un nuevo tratamiento con barniz -

sobre la parte impresa. (12) /

6.2 Tijeras.

Las hojas que formarán el cuerpo de los envases, pasan a la sección de tijeras; aquí por medio de máquinas con cuchillas múltiples son cortadas en un sentido; obteniéndose tiras con varios cuerpos unidos; posteriormente son cortadas en el otro sentido, obteniéndose plantillas las cuales forman el cuerpo del envase. (12)

6.3 Armado.

Las plantillas son enviadas a la sección de armado, en donde se arma - lo que constituye el cuerpo del envase, la plantilla debe recibir una serie de - operaciones que son las siguientes: (12)

6.3.1 Rotura de grano.

La rotura del grano se hace por medio de rodillos, en esta operación son eliminadas las tensiones internas de la hojalata con lo que facilita su conformación posterior. (12)

6.3.2 Godronado.

En la etapa siguiente, se realiza el godronado el cual consiste en hacer pequeños cortes en los bordes laterales para favorecer la operación de soldadura. (12)

6.3.3 Cortes en las esquinas.

Con el fin de facilitar la colocación de los fondos remachados se hacen cortes en las esquinas o corte de las piquetes con objeto de reducir el espesor de la costura lateral del cuerpo. (12)

6.3.4 Doble en ángulo.

Posteriormente se hace un dobléz en ángulo, o formación de gan-
chos en los bordes de la plantilla, comprendidos entre los cortes de la esquina,
esta formación se realíze en una o dos operaciones. (12)

6.3.5 Aplicación de fundente.

Una vez que ha sido acondicionado el cuerpo del envase se proce-
de a la aplicación, en los bordes de la plantilla, de una cantidad adecuada de -
"fluxes" (fundentes), que sirven para limpiar la superficie de los gan-
chos que -
posteriormente serán soldados. (12)

6.3.6 Curvado de la pñatilla.

El curvado de la plantilla se lleva a cabo sobre una "birgonia"-
o "mandril".

El mandril está constituído por dos mariposas, las que al cerrarse acasio-
nan el enlace de los dos bordes de la plantilla. (12)

6.4 Soldado.

El cuerpo una vez que ha sido formado se precalienta, posteriormente se
hace pasar a través de un crisol que contiene la soldadura fundida, en este mo-
mento las partes laterales del cuerpo han sido unidas.

La soldadura pasa por un cepillo de tal manera que si existieron rebabas,-
estas son eliminadas.

Finalmente el cuerpo es enfriado por medio de aire. (12)

6.5 Máquina pestañadora.

Por un medio de transporte el cuerpo es conducido a la máquina pestaña
dora, la que dobla los extremos correspondientes a las zonas de contacto con am-

bos fondos. (12)

6.6. Máquina remachadora.

Una vez que se han formado las pestañas del cuerpo, este es conducido a la máquina remachadora que le coloca un fondo, esta operación se realiza por medio de moletas, quedando el envase terminado. (12)

6.7 Inspección.

Visualmente se comprueba que el pliege de la unión del cuerpo este bien ajustado, liso y sin arrugas ni ondulaciones. La impermeabilidad absoluta que han de tener las latas se ensaya con una máquina especial; una bomba absorbe el aire, las latas se comprimen contra un plato cubierto de hule del recipiente y se hace el vacío. Las latas, cuando cierran herméticamente se vacían fácilmente y no deben desprenderse al cesar la absorción de aire. (12)

6.8 Encajonado.

Los envases una vez que han sido revisados pasan al sector de encajonado, donde generalmente se embalan en bolsas de papel denominadas "bolsas patente", y de allí pasan a los depósitos, donde son almacenados para su distribución final. (12)

6.9 Preparación de fondos.

Los fondos que constituirán el cuerpo del envase son fabricados así: - las hojas de hojalata barnizadas, por el mismo procedimiento que se indicó al tratar el barnizado de hojas para cuerpos (ver punto 5.1) pasan a la sección de ti-

teras, donde son cortados en máquinas llamadas tijera Zig+Zag.

Las tiras obtenidas en las tijeras son transportadas a la sección de balancines, donde matrices especiales cortan y estampan los fondos. A continuación la máquina enrolladora efectua el "rulo" o borde.

El rulo es la parte del fondo que entra en contacto con la pestaña del cuerpo en la operación de remachado.

Los fondos pasan de ahí a la engomadora, donde se les aplica la goma líquida la que se cura en hornos especiales.

Finalmente los fondos son contados y almacenados en cajones. (12)

VII LACADO Y BARNIZADO.

Los barnices se usan para evitar las interacciones entre el metal y el producto enlatado, para evitar la corrosión del envase, para proteger el producto enlatado evitando la decoloración.

Los barnices están hechos principalmente a base de resinas sintéticas o naturales, las que pueden polimerizarse. Las naturales son colofonia, goma laca, resina "East India", Congo, alquitranes, asfaltos. Las resinas sintéticas son: epoxídicas, epoxifenólicas, fenólicas, vinílicas y polibutadieno. Las resinas empleadas para lacas de uso exterior de las latas son del tipo acrílicas, alquídicas y poliésteres.

Actualmente, con tantos productos sintéticos disponibles, la importancia de las resinas naturales ha declinado considerablemente, aunque todavía se consume gran cantidad de acabados especiales, en los que intervienen combinaciones de resinas naturales y sintéticas.

La aplicación de los barnices se hace por medio de rodillos, los cuales distribuyen uniformemente el barniz. Posteriormente se seca el barniz a una temperatura de 130 - 160°C, durante 1 - 2 horas; esta operación se lleva a cabo en hornos de circulación forzada, en donde el aire circula a través del horno permitiendo una mejor distribución del calor en él. (13)

Los barnices deben tener ciertas propiedades:

- 1.- No deberán contener antimonio, arsénico, bario, cadmio, cobre, cromo, mercurio, plomo, uranio y zinc. Bajo formas solubles por ser novivos a la salud.
- 2.- Adaptarse a las altas velocidades de producción.
- 3.- Deben ser duros y elásticos a la vez, después de salir del horno.
- 4.- Ser insaboros, inodoros e inertes a la acción del producto enlatado.

5.- Inalterables a pesar de las altas temperaturas requeridas en el proceso de enlatado.

6.- Ser económicos.

Algunos barnices cumplen con una o varias propiedades, por lo que para su selección se hacen estudios comparativos hasta obtener el más adecuado. (14)

7.1 Pruebas para lacas y barnices.

Para el control de las lacas y barnices se hacen las siguientes pruebas:

La laca después de extendida y curada durante 1 hora a 130 - 150°C debe adherirse solidamente a la hojalata y formar una capa brillante y transparente; no debe separarse con facilidad mecánicamente, ni descascarillarse al doblar la lata. La chapa barnizada calentada durante 2 horas, no debe ceder materia alguna al agua ni a una solución que contenga 4% de ácido tartárico y 20% de azúcar, que pueda ser reconocida por el olor o sabor, especialmente ninguna materia amarga; - los líquidos no deben colorearse ni enturbiarse. El barnizado no debe alterarse en este ensayo. (15)

VIII PROCESO DE ENLATADO.

8.1 Orígenes del enlatado.

En 1790 estando Francia en guerra, se presentó una gran dificultad; alimentar a sus ejércitos en el extranjero. Los alimentos disponibles no podían ser almacenados o transportados excepto en estado seco. Y quien encontrara la solución a este problema se le ofreció un premio de 12,000 francos.

Nicolas Appert, un cocinero francés, que trabajaba en una cocina, observó que el alimento calentado en recipientes sellados era preservado de descomposición, si el recipiente no era abierto. A este proceso lo llamó "El arte de la appertización"; así Appert recibió la recompensa de Napoleón después de haber pasado 10 años de investigación en su descubrimiento.

Appert empezó a trabajar en su proceso en 1795, y fue hasta 1810 cuando se reciben patentes para recipientes de vidrio y de metal para el envasado de alimentos enlatados.

Con el transcurso del tiempo han venido mejoras al proceso, y es en el siglo XX cuando aparece la lata "sanitaria" recubierta con estaño. (16)

8.2 Nomenclatura de latas.

Las latas son hechas en una gran variedad de tamaños y formas, determinadas en su mayoría por la costumbre en el comercio, que por las necesidades de los consumidores. El enlatado se refiere al tamaño de una lata por símbolos, por ejemplo 211 x 400.

Esto significa que la lata tiene 2 11/16 pulgadas de diámetro y 4 0/16 pulgadas de altura (68.2625 mm x 101.6 mm respectivamente). El primer número denota el diámetro y el segundo la altura de la lata. En cada número, el primer dígito-

tiene como unidad la pulgada y los últimos dos dígitos el número de dieciséisavos de pulgada; una lata de 307 x 409 tiene 3 7/16 pulgadas de diámetro y 4 9/16 de altura (87.3125 mm x 115.8875 mm respectivamente). En el anexo 2 se encuentran las medidas de las latas más comunes.(16)

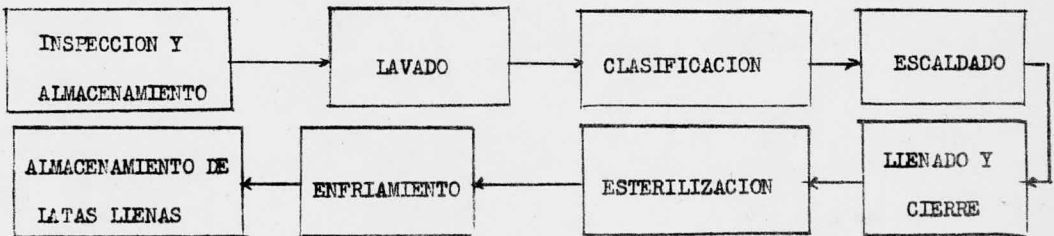
8.3 Proceso de enlatado.

El término procesamiento usado en las industrias de enlatado, significa la cocción del producto en el envase cerrado. El procesamiento del producto se hace con el fin de destruir los microorganismos que son perjudiciales a la salud y que pueden causar su total descomposición. (17)

El típico proceso de enlatado se divide en los siguientes pasos.(Ver Cuadro No. 6)

Cuadro No. 6

DIAGRAMA DE BLOQUES PARA EL PROCESO DE ENLATADO (17)



8.3.1 Recepción y almacenamiento de la materia prima.

La materia prima debe recibirse en condiciones óptimas para su procesamiento; esto es sumamente importante ya que todo avance o retardo representa una disminución de la calidad del producto a enlatar. Para almacenar la materia prima en bruto, se emplean las cámaras frigoríficas en donde se evita la

proliferación de microorganismos. (15)

8.3.2 Lavado.

El lavado se considera completo cuando el agua elimina la tierra y una gran parte de microorganismos superficiales del producto a enlatar. Remover los microorganismos es importante, tanto para reducir la cantidad de calor que habrá de requerirse para esterilizar el alimento enlatado, como para impedir en lo posible la supervivencia de microorganismos que descompongan el producto a enlatar. El lavado se hace con agua corriente por medio de regaderas. (18)

8.3.3 Clasificación de la materia prima.

La calidad y uniformidad del producto enlatado se logran por la clasificación previa del producto a enlatar. Todo producto demasiado verde, maduro o descompuesto, ocasiona daños serios por lo que habrá que desecharlo. En cuanto a la selección de tamaño, se hace por medio de una máquina que trabaja bajo el principio de las cribas vibratorias. (18)

8.3.4 Escaldado.

El escaldado es una operación en que el material alimenticio crudo es sumergido en agua caliente o expuesto a vapor. Durante el escaldado el producto se encoje y los gases respiratorios contenidos en las células de las plantas son expulsados. Esta liberación de gas previene la deformación de las latas durante el proceso térmico y favorece el desarrollo de un alto vacío en el producto acabado. El encogimiento del producto permite un llenado apropiado de las latas.

Una función final del escaldado es fijar o ajustar el color y el sabor de los productos alimenticios; si se desea decolorar el producto en el agua caliente, se disuelve, ya sea ácido cítrico, alumbre o sulfitos. De la misma manera se realiza la coloración, la cual consiste, la mayoría de las veces, en dar al pro-

ducto un color verde, siendo el encobrado (darle color por medio del cobre) el procedimiento mejor y de más importancia. (18)

8.3.5 Llenado y cierre de las latas.

Las latas se llenan vaciando en los envases el producto alimenticio, lo más caliente posible, con su agente líquido (salmuera o miel) sobre el producto a enlatar. Al envasar es muy importante arreglar el producto enlatado de modo que deje un mínimo de espacio vacío. (18) El llenado apropiado retarda la formación de "hinchazón" por hidrógeno.

Llenas las latas, y colácada la tapa, la lata está en condiciones de ser cerrada. En la tapa se estampa una marca, números, letras, etc. a fin de reconocer más tarde el contenido de la lata. Las latas deben sellarse tan pronto como el centro de las mismas alcanza la temperatura especificada para el producto que se envasa. Es de vital importancia que el cerrado sea perfecto, pues si el cierre no es hermético se produce la descomposición del producto enlatado. Las selladoras deberán ser inspeccionadas con toda regularidad para evitar su mal funcionamiento. El vacío en la lata tiene algunas funciones importantes, una de ellas es reducir la tensión sobre la lata; esto es especialmente importante en productos enlatados expuestos a grandes altitudes o temperaturas tropicales, cuyos extremos deben de mantenerse en una posición concava durante un almacenamiento normal. El vacío producido en casi todas las latas con alimento está en el rango de 175 a 380 mm de Hg de presión. (19)

8.3.6 Esterilización.

Concluido el cierre, las latas se someten al proceso de esterilización. Esta operación se lleva a cabo calentando las latas en baño de agua abier to a una temperatura de 100°C; en baño de sal, hasta 105°C o en autoclave, 121°C. El método de esterilización en autoclave es el más importante.

Desde el punto de vista de la seguridad es de vital importancia que tanto el tiempo como la temperatura del proceso sean suficientes para consumir la esterilización. Tanto el tiempo como la temperatura quedan determinados tanto por la penetración de calor como por la resistencia de los microorganismos del producto - enlatado, dichos parámetros son medidos y controlados con rigurosa precisión. (15)

8.3.7 Enfriamiento.

Cuando se sacan las latas del autoclave, tienen el fondo y la cubierta abultados a causa de la presión interna, por lo que es necesario un enfriamiento rápido hasta alcanzar la temperatura ambiente. El método preferido para enfriar las latas es mediante el uso de agua, a la que se le debe agregar cloro como medida de asepsia. Se recomienda que a la descarga del enfriador el cloro residual no sea menor a 0.5 ppm. El enfriamiento se lleva hasta 95 - 110°F (35 - 43.33°C) debiendo remover el agua de enfriamiento de los envases usando corrientes de aire tibio y seco, pasando los envases por túneles de aire tibio o haciéndolos rodar sobre placas calientes con el fin de evitar la corrosión. (19)

8.3.8 Almacenamiento de las latas llenas.

Para almacén es preferible escoger un lugar seco y frío, porque las descomposiciones, química y bacteriana, se aceleran considerablemente con el calor y atmósferas húmedas, así mismo la vida de servicio de las latas sufren un decremento. (19)

Breves recomendaciones.

El equipo usado en el manejo de latas tales como vías de rodaje, reductores de velocidad, fajas o bandas, usados en el transporte de las latas de una tapa a otra, deberán ser construídos de tal manera que se evite que los extremos sellados de las latas tengan contacto con superficies donde puede acumularse hu

medad y bacterias. Así mismo todo el equipo deberá ser saneado frecuentemente - usando agua clorada, disminuyendo la contaminación a un mínimo. (19)

IX CONCLUSIONES.

Después de haber analizado cada una de las etapas del proceso de obtención tanto del acero, hojalata y los envases contruidos con este último material, se puede concluir la importancia de efectuar el control de calidad en las materias primas tales como son el acero, el laminado y el estañado.

Deberá controlarse la calidad del envase a través de verificar su formación, barnices, soldadura, colocación de tapas y fondo.

Si se cumple con este control de calidad, se tendrá una alta probabilidad de que los productos contenidos en este tipo particular de envases, lleguen en óptimas condiciones hasta su destino final.

Lo anterior permitirá disminuir pérdidas por el concepto de mala calidad de los envases.

APENDICE.

Apéndice 1:

Nomenclatura para definir los términos empleados en la industria de envases de hojalata.

- 1.- Adhesión.- Propiedad que tienen algunos cementos para ajustar la tapa contra el envase y ayudar a la obtención de un cierre hermético.
- 2.- Ajustar.- Colocar la tapa sobre el cuerpo del envase en tal forma, que el ri-zo de la misma y el cuerpo del envase queden perfectamente embonados.
- 3.- Altura.- Dimensión de los envases tomada perpendicularmente a su base, des-de los perfiles exteriores del engargolado.
- 4.- Barniz.- Es la disolución de aceite secante, resinas y otros materiales, en un líquido volátil, que al evaporarse después de haber sido horneado a tempera-tura y tiempo determinado, deje una película protectora que impide el ataque de la lámina. /
- 5.- Bote.- Recipiente de hojalata que puede tener en su sección transversal de - forma circular, cuadrangular, ovalada, etc.
- 6.- Capacidad.- Cupo de los envases medido en mililitros o en gramos, tomando co-mo base el peso de un volumen determinado de agua destilada a 20°C.
- 7.- Capacidad nominal.- Depende de los productos envasados; en general, es el cupo de los envases menos el 10%.
- 8.- Cierre.- Es la unión de la tapa con el cuerpo del envase.
- 9.- Cierre hermético.- Cierre que no permite la entrada del aire.
- 10.- Cierre por fricción.- Cierre con ajuste por deslizamiento.
- 11.- Cierre por doble fricción.- Cierre con dos ajustes por deslizamiento.
- 12.- Cierre por triple fricción.- Cierre con tres ajustes por deslizamiento.

- 13.- Cuerpo.- Pared lateral del envase, cualquiera que sea su forma.
- 14.- Corrosión.- Ataque que sufre la hojalata por agentes químicos.
- 15.- Cemento.- Es el material que se coloca en el canal de las tapas y que permite efectuar un cierre hermético.
- 16.- Costura.- Unión lateral de la lámina para formar el cuerpo del envase.
- 17.- Diámetro.- Es la línea recta que divide en dos partes iguales el círculo exterior del engargolado de un envase.
- 18.- Engargolado.- Es la unión de dos láminas por medio de varios dobleces, hecha en forma tal, que su sección comprende cuatro, cinco o siete láminas.
- 19.- Estañado.- Capa de estaño que cubre a la lámina de acero, por ambos lados.
- 20.- Envases.- Recipientes hechos con hojalata.
- 21.- Envases sanitarios de hojalata para alimentos enlatados.- Los recipientes de hojalata recubierta por inmersión o electrolíticamente, barnizada de varias formas, con costura lateral engargolada y soldada por el exterior, con fondo engargolado y tapa suelta para ser engargolada por el enlatador y obtener un cierre hermético.
- 22.- Fondo.- Es la base inferior de los envases.
- 23.- Forma.- Figura exterior de los envases.
- 24.- Fuga.- Es una falla del hermetismo.
- 25.- Hojalata.- Lámina de acero bajo en carbono laminada en frío, recubierta por inmersión o electrolíticamente por ambos lados, con estaño comercial puro que reuna las especificaciones de la norma DGN-B-34-1961.
- 26.- Lata.- Término muy usado, que se emplea como sinónimo de envase de hojalata.
- 27.- Tapa.- Pieza que cierra las botes o latas. (20)

Apéndice II:

Características técnicas de la hojalata.

1.- Acero empleado.- Es poco usual especificar en los pedidos la composición química del acero de la hojalata, prefiriéndose indicar las propiedades mecánicas que debe reunir este producto, que interesan más directamente por su uso final. Sin embargo, el empleo vada vez más diversificado, en los últimos años requiere ocasionalmente fijar dichas características. (21)

Cuadro No. I

COMPOSICION QUIMICA DEL ACERO PARA HOJALATA (21)

Elemento químico	Tipo de acero			
	Tipo D	Tipo L	Tipo MC	Tipo MR
Carbono	0.12	0.13	0.13	0.13
Manganeso	0.60	0.60	0.70	0.60
Fósforo	0.020	0.015	0.15	0.020
Azufre	0.05	0.05	0.05	0.05
Silicio	0.020	0.010	0.010	0.010
Cobre	0.20	0.06	0.20	0.20
Níquel	--	0.04	--	--
Cromo	--	0.06	--	--
Molibdeno	--	0.05	--	--
Elementos residuales	--	0.02	--	--

Las principales características de estos tipos de aceros son:

Tipo D.- Acero totalmente calmado al aluminio; para usos en operaciones en embutición profunda.

Tipo L.- Acero con bajo contenido de elementos metaloides y residuales; es usado para mejor resistencia a la corrosión interna en envases con productos alimenticios.

Tipo MC.- Acero refosforado; usado donde se requiere mayor resistencia mecánica, con resistencia a la corrosión interna de menor importancia.

Tipo MR.- Acero similar al tipo L en contenido de metaloides, pero menos exigente en elementos residuales; es el tipo de acero más comunmente usado. (21)

2.- Espesores de la hojalata.- La hojalata comunmente no es especificada por su espesor real, sino por su peso por unidad de superficie. La unidad convencional es llamada "Peso por caja base". (21) (Ver Cuadro No. 2)

3.- Recubrimiento de la hojalata.- En la hojalata el recubrimiento de estaño puro (normalmente 99.75% de Sn como mínimo) por ambas caras, se realiza por dos procedimientos: A) En caliente, por inmersión en baño de estaño fundido; B) Por estañado electrolítico. (21)

3.1 Hojalata estañada por inmersión en caliente.- La hojalata estañada por este procedimiento, se caracteriza por un recubrimiento de estaño relativamente grueso. De acuerdo con el peso del recubrimiento, las hojalatas estañadas por inmersión en caliente se clasifican en: (21) (Ver Cuadro No. 3)

3.1.1 Calidades de hojalata estañada por inmersión en caliente.- La hojalata es clasificada por el productor según su aspecto final en las siguientes calidades: (21) (Ver Cuadro No. 4)

Cuadro No. 2

PESOS POR CAJA BASE Y ESPESORES EQUIVALENTES DE LA HOJALATA (21)

Peso por caja base aprox.		Espesor equivalente		Tolerancia en grueso	
lb/c.b.*	Kg/c.b.**	Pulg.	mm	± Pulg.	± mm
45	20.43	0.0055	0.127	0.0005	0.013
50	22.70	0.0055	0.140	0.0006	0.015
55	24.97	0.0061	0.155	0.0006	0.015
60	27.24	0.0066	0.168	0.0007	0.018
65	29.51	0.0072	0.183	0.0007	0.018
70	31.78	0.0077	0.196	0.0008	0.020
75	34.05	0.0083	0.211	0.0008	0.020
80	36.32	0.0088	0.224	0.0009	0.023
85	38.59	0.0094	0.239	0.0009	0.023
90	40.86	0.0099	0.251	0.0011	0.028
95	43.13	0.105	0.267	0.0011	0.028
100	45.40	0.0110	0.279	0.0011	0.028
103	46.76	0.013	0.287	0.0011	0.028
107	48.58	0.0118	0.300	0.0012	0.030
112	50.86	0.0123	0.312	0.0012	0.030
118	53.57	0.0130	0.330	0.0013	0.0033
128	58.11	0.0141	0.358	0.0014	0.0036
135	61.29	0.0149	0.378	0.0015	0.038

Notas:

* Libras por caja base.

** Kilos por caja base.

Cuadro No. 3

CLASIFICACION DE LA HOJALATA ESTAÑADA POR INMERSION SEGUN
EL PESO DE SU RECUBRIMIENTO (21)

Denominación	Peso nominal del recubrimiento *		Peso promedio mínimo del recubrimiento	
	lb/c.b.**	gr/m ² ***	lb/c.b.**	gr/c.b.***
Common cokes	1.25	28.0	0.85	19.0
Standard cokes	1.50	33.6	1.05	23.5
Best cokes	1.75	39.2	1.19	26.6
Kanners special cokes	2.00	44.8	1.40	31.2
I A Charcoal	2.50	56.0	1.80	40.4
I B Charcoal	3.00	67.2	2.30	51.5

Notas:

* Peso del recubrimiento de ambas caras sumadas.

** Peso del recubrimiento de ambas caras sumadas, en libras de estaño por caja base.

*** Peso del recubrimiento de ambas caras sumadas, en gramos de Sn por m².

Cuadro No. 4

CALIDADES DE HOJALATA ESTAÑADA POR INMERSION SEGUN SU ASPECTO FINAL (21)

Denominación de calidad		Características	Usos
Español	Inglés		
Primera	Prime tinfole	Sin defectos apreciables a simple vista, cumple requisitos y tolerancias.	General la.
Segunda	Seco a Waste	Con defectos superficiales menores.	la. con ciertas limitaciones.
Tercera (Descarte)	Waste-waste	Con defectos de laminación o de estañado.	Descarte; no se emplea para productos alimenticios.
Primera sin clasificación	an assorted	De primera y segunda sin separar.*	General la. y - 2a.

Nota:

* Por lo general en la calidad "primera sin clasificar" se admite hasta 20% de hojas de 2a.

3.2 Hojalata electrolítica.

El estañado electrolítico permite lograr un excelente acabado, ya sea brillante o mate, ofreciendo además la posibilidad de lograr espesores de recubrimiento mucho más delgados que los obtenidos por inmersión en caliente, así como también efectuar recubrimientos de distinto peso en una y otra cara, denominados recubrimientos diferenciales.

Las clasificaciones de las hojalatas electrolíticas y hojalatas con recubrimiento diferencial se indican en los cuadros Nos. 5 y 6 respectivamente.

Las hojalatas con recubrimiento diferencial llevan marcas en la cara con recubrimiento mayor, que consisten en líneas con diferentes separaciones según se indica en el cuadro No. 7. (21)

Cuadro No. 5

CLASIFICACION DE LA HOJALATA ESTAÑADA ELECTROLITICAMENTE. SEGUN EL PESO DE SU RECUBRIMIENTO (21)

Denominación	Peso nominal del recubrimiento*		Peso mínimo promedio del recubrimiento	
	lb/c.b.**	gr/m ² ***	lb/c.b.**	gr/m ² ***
10	0.10	2.2	0.08	1.8
25	0.25	5.6	0.22	4.9
50	0.50	11.2	0.47	10.5
75	0.75	16.8	0.70	15.7
100	1.00	22.4	0.90	20.0

Notas: * Peso del recubrimiento de ambas caras sumadas.

** Peso del recubrimiento de ambas caras sumadas en libras de estaño por caja base.

*** Peso del recubrimiento de ambas caras sumadas en gramos por m².

Cuadro No.6

CLASIFICACION DE LA HOJALATA ESTAÑADA ELECTROLITICAMENTE CON
RECUBRIMIENTO DIFERENCIAL. (21)

Denominación	Peso nominal del recubrimiento(f)		Peso promedio mínimo del recubrimiento(a)	
	lb/c.b.(d)	gr/m ² (e)	lb/c.b.(b)	gr/m ² (c)
50/25	0.25/0.125	5.6/2.8	0.47/0.22	10.5/4.9
75/25	0.375/0.125	8.4/2.8	0.70/0.22	15.7/4.9
100/25	0.50/0.125	11.2/2.8	0.90/0.22	20.2/4.9
100/50	0.50/0.25	11.2/5.6	0.90/0.47	20.2/10.2
135/25	0.675/0.125	15.15/2.8	1.25/0.22	28.2/4.9

Notas:

- a) Peso promedio mínimo de recubrimiento de 2 caras de igual recubrimiento sumadas.
- b) Peso de recubrimiento de 2 caras de igual recubrimiento sumadas, en libras de estaño por caja base.
- c) Peso del recubrimiento de 2 caras de igual recubrimiento sumadas en gramos de estaño por m².
- d) Pesos de recubrimiento de cada una de las caras en libras de estaño por caja base.
- e) Pesos de recubrimiento de cada una de las caras en gramos de estaño por m².
- f) Pesos de recubrimiento nominal de cada una de las caras.

Cuadro No. 7

MARCACION DE HOJALATA CON RECUBRIMIENTO DIFERENCIAL-LINEAS
SOBRE CARA DE MAYOR RECUBRIMIENTO (21)

Denominación	Separación de líneas de marcación mm
50/25	13/13/13/13/13
75/25	25/25/25/25/25
100/25	38/38/38/38/38
100/50	38/13/38/13/38
135/25	51/51/51/51/51

3.2.1 Calidades de hojalata electrolítica.- La hojalata electrolítica - es clasificada por el productor según su aspecto final en las siguientes calidades: (21)

Cuadro No. 8

CALIDADES DE HOJALATA ESTAÑADA ELECTROLITICAMENTE SEGUN SU ASPECTO FINAL (21)

Denominación de calidad		Características	Usos
Español	Inglés		
Común	Unassorted electrolytic tinfoil	Sin defectos apreciables a simple vista; cumple requisitos y tolerancias	General la.
Acondicionable (2a.)	Menders Unmended	Con defectos superficiales menores	Puede ser reacondicionado.
Reacondicionada	Menders	Es la acondicionable vuelta a estañar por inmersión en caliente	General
Tercera (Descarte)	Waste-waste	Con defectos de laminación o de estañado no acondicionable	Descarte: no se emplea para productos alimenticios

4.- Dureza de la hojalata.- Según la reducción de sección realizada en el molino o laminador de temple, y dependiendo también de la composición química del acero base, la hojalata se puede obtener en las siguientes clases de dureza: El Cuadro No. 9 indica las clases de dureza para hojalatas recocidas en cajas o campanas (box annealing), el Cuadro No. 10 nos muestra las clases de dureza en la hojalata recocida en forma continua y el Cuadro No. 11 las clases de dureza de hojalata de "doble reducción". (21)

Cuadro No. 9

CLASES DE DUREZA PARA HOJALATA RECOCIDA EN CAJAS O CAM
PANAS. (21)

Denominación	Dureza Rockwell T-30	Características
T-1	max-52	Blando para embutición profunda
T-2	50-56	Para embutición, donde se requiere cierta rigidez
T-3	54-60	Para embutición poco profunda, usos generales con cierta rigidez para evitar arrugas.
T-4	58-64	Usos generales, donde se requiere mayor rigidez
T-5	62-68	Rígida, acero refosforado (MC) para dureza resistente al ondeado; para productos poco corrosivos.
T-6	67-73	Acero refosforado (MC) para gran rigidez, usos especiales.

Cuadro No. 10

CLASES DE DUREZA PARA HOJALATA RECOCIDA EN FORMA CONTINUA (21)

Denominación	Dureza Rockwell T-30	Características
T-4-CA	58-64	Deformabilidad moderada, relativamente rígida, usos generales.
T-5-CA	62-68	Mayor rigidez para evitar ondeado pero sin ser acero refosforado
T-6*CA	67-73	Acero refosforado (MC) para gran rigidez, usos generales

Cuadro No. 11

CLASES DE DUREZA Y PROPIEDADES MECANICAS PARA HOJALATA
DE DOBLE REDUCCION (21)*

Denominación	Dureza Rockwell aprx. T-30	Resistencia a la tracción Kg f/mm ²	Características
DR-8	Aprox. 73	Aprox. 56	Para envases de - diámetro pequeño
DR-9	Aprox. 76	Aprox. 63	Para envases de - mayor diámetro.
DR-10	Aprox. 80	Mínimo 70	Acero SN nitrur <u>a</u> dos; para envases de cerveza y beb <u>i</u> das carbonatadas

Nota:

* Estas clases de hojalta se caracterizan por su gran dureza y rigidez, con -
baja ductibilidad. Para su empleo deben aplicarse técnicas especiales, ya que entre
otras características, sus propiedades son direccionales, esto es, por ejemplo, -
para cuerpos de envases, la dirección de laminación de estas hojalatas debe ser -
alrededor de la circunferencia del envase, y no a lo largo.

COMPENDIO DE LOS PRODUCTOS DE HOJALATA EN EL PERIODO 1970 - 1976 (22)

	L A M I N A						E N V A S E S				TAPONES Y GORCHOLATAS					
	CONSUMO		PRODUCC.		IMPORTACION		EXPORTACION		IMPORTACION		EXPORTACION		IMPORTACION		EXPORTACION	
	TONS. METRICAS	TONS. METRICAS	TONS. METRICAS	MILES DE PESOS	TONS. METRICAS	MILES DE PESOS	TONS. METRICAS	MILES DE PESOS	TONS. METRICAS	MILES DE PESOS	TONS. METRICAS	MILES DE PESOS	TONS. METRICAS	MILES DE PESOS	TONS. METRICAS	MILES DE PESOS
1970	213 080	170 941	43 403	149 119	1 264	4 142	3 409	31 128	107	1 564	1 534	8 244	7	148		
1971	119 488	151 457	49 042	179 384	1 011	3 367	2 109	25 665	172	2 040	1 578	8 602	22	394		
1972	197 150	168 434	29 486	103 977	770	2 711	887	8 454	145	1 906	1 071	6 456	26	385		
1973	265 509	178 585	86 927	358 883	3	87	8 116	42 419	214	858	1 131	6 763	17	314		
1974	289 018	198 272	90 748	527 898	1	35	4 453	56 042	1 161	12 206	1 525	14 548	97	1 904		
1975	275 452	204 150	71 365	465 811	63	469	2 356	33 785	1 167	8 483	2 271	27 914	78	1 385		
1976	234 236	164 540	79 031	729 535	335	1 871	1 881	33 739	1 124	13 325	1 651	24 098	6	468		

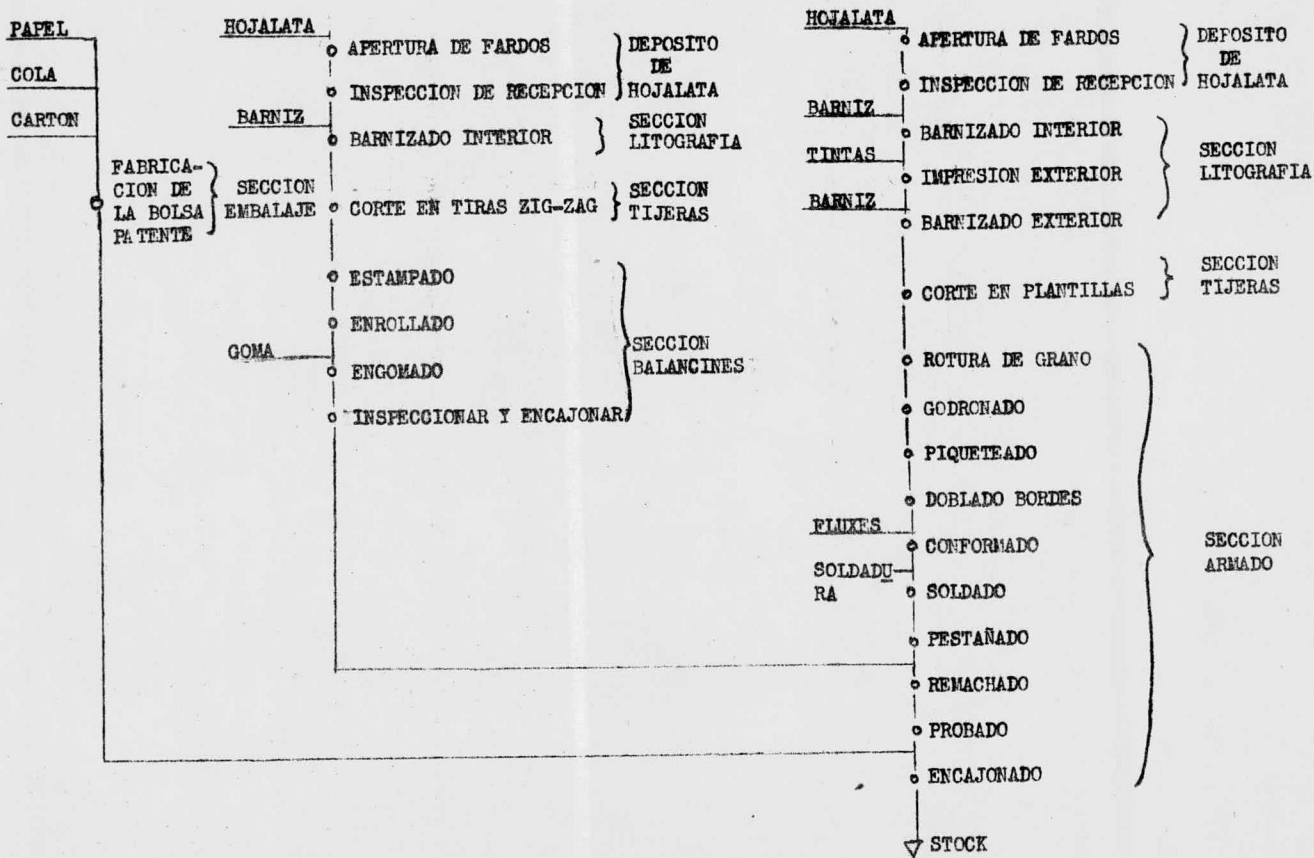
FUENTE:

DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA

EMPRESAS PRODUCTORAS

CAMARA NACIONAL DEL HIERRO Y EL ACERO

PROCESO DE FABRICACION DE UN ENVASE DE HOJALATA (12)



Anexo No. 1

Anexo No. 2

MEDIDAS DE LAS LATAS MAS COMUNES (16)

Clave	Dimensiones		Capacidad	
	Pulg.	mm	oz. de agua a 68°F	ml de agua a 20°C
No.11	211x400	68.26x101.6	10.94	313.98
No.2	307x409	87.31x115.89	20.55	589.78
No. 2 1/2	401x411	103.19x119.06	29.79	854.97
No. 3	404x414	107.95x123.82	35.08	1006.80
No. 10	610x700	157.16x177.8	109.43	3140.64

Anexo No. 3

TOLERANCIAS EN GRUESO DE ROLLOS DE HOJALATA (10)

Tamaño del lote		Tolerancia
Libras	Toneladas	
0-12000	0-5.44	95% del producto estará dentro del $\pm 10\%$ del grueso del peso base especificado
12000-30000	5.44-13.61	97.5% del producto estará dentro del $\pm 10\%$ del grueso teórico del peso <u>ba</u> se especificado
30000-150000	13.61-68.04	99.0% del producto estará dentro del $\pm 10\%$ del grueso teórico del peso <u>ba</u> se especificado
más de 150000	más de 68.04	99.5% del producto estará dentro del $\pm 10\%$ del grueso teórico del peso <u>ba</u> se especificado

Anexo No. 4

VARIACION DEL LARGO DEL ROLLO DE HOJALTA (10)

No. de rollos	Variación permisible \pm %
1	3.5
5	3
100	0.1

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Commercial fruit and vegetable products. W.V. Cruess. 3a. edición, 2a. reimpre-
sión. 1948. Mc Graw Hill. USA. PP:180
-193.
- 2.- Tecnología del acero. José Ma. Lasheras y Esteban. Editado
por el autor. 2a. edición. España -
1967. PP: 21-83.
- 3.- Principios básicos del proceso de laminación. Marco Antonio Chamorro Díaz. Tesis.-
UNAM. 1974. PP: 4-17.
- 4.- Annual Book of ASTM Standard Parte 23. 1964.
- 5.- El hombre, el acero y el tiempo Grupo acero Hylsa. la. edición. Monte-
rrey México, 1968. PP: 56-57
- 6.- Ingeniería electroquímica. C.L. Mantell. Editorial Reverté S.A.-
la. edición. 1962. PP: 91-98.
- 7.- Standard Specification for single-
reduced electrolytic tin plate. ASTM Designation A 624 PP: 564-569.
- 8.- Standard Specification for double-
reduced electrolytic tin plate. ASTM Designation A 626 PP: 572-575.
- 9.- Standard methods for determination
of tin coating weights for hot-dip
and electrolytic tin plate ASTM Designation A 630 PP: 578-589.
- 10.- Standard Specification for general
requirements for tin mill products. ASTM Designation A 623 PP: 529-563.
- 11.- Standard methods of test for Rock-
well hardness and Rockwell superfi-
cial hardness of metallic materials. ASTM Designation E 18 PP: 178-189
- 12.- Centenera. Fábricas sudamericanas de envases SAIG
Argentina. PP: 13-20.
- 13.- Barnices para latas. Miguel Olgin Alguillar. Tesis. UNAM.
1976. PP: 5-14; 29-40.
- 14.- Código latinoamericano de alimentos VII Congreso latinoamericano de Quími-
ca. Argentina. 1969. PP: 50-53.
- 15.- Enciclopedia de química industrial Dr. Fritz Ullman.-Editorial Gustavo -
Gili S.A. 2a. edición. Vol. X. Barce-
lona. 1958. PP: 538-544; 564-566.

- 16.- Conservación de alimentos
- 17.- Encyclopedia of chemical technology.
- 18.- Pequeñas fábricas de conservas
- 19.- Alimentos enlatados; principio - para control del procesamiento - térmico y evaluación de cierres - de envases.
- 20.- Norma oficial B35-1949 para definir los términos empleados con - relación a la industria de envases de hojalata.
- 21.- El mercado de la hojalata en América latina.
- 22.- Cámara nacional de la industria del hierro y el acero.
- Circular No. V-1
 - Circular No. I-13
 - Circular No. IIQ4
 - Circular No. II-3
- Desrosier Norman W. CECOSA. 3a. impresión de la 1a. edición en español. México. 1971. PP: 197-213.
- Kirk-Othmer. Interscience Publishers. 2a. edición. Vol. VI. USA. PP: 797-802.
- Centro regional de ayuda técnica del Instituto de asuntos interamericanos. Reverté. 1958. PP: 10-15.
- National cannars association y Western research laboratory. The food processors institute. Berkeley, California. 1975 PP: 3.1-3.24.
- Secretaría de industria y comercio. - Dirección general de normas. México - 1963. PP: 1-3.
- Instituto latinoamericano del fierro y el acero. ILAFA. Santiago, Chile.- 1973. PP: 66-73.
- Departamento de estudios económicos.
- Consumo nacional aparente de productos siderurgicos en el período 1967-1976. 13-05-1977.
- Producción siderurgica nacional en el período 1970-1976. 11-05-1977.
- Importación nacional de materias primas y productos siderurgicos en el período 1968-1976. 14-03-1977.
- Exportación nacional de materias primas y productos siderurgicos en el período 1967-1976. 14-03-1977.