



UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO

Facultad de Ingeniería

Departamento de Ingeniería Mecánica

El conformado en frío por embutición en la industria conservera

**Seminario de Título presentado en
conformidad a los requisitos para
obtener el título de Ingeniero de
Ejecución en Mecánica.**

Profesor Guía:

Sr. Víctor San Juan Ramos

Sergio Manuel Aguayo Silva

Concepción 2014

TABLA DE CONTENIDOS	PAG
CAPITULO I	
1.1 Introducción.....	1
1.2 Objetivos generales.....	1
1.3 Objetivos específicos.....	1
CAPITULO II	
2.1 Generalidades.....	2
2.1.1 Definición de embutición.....	2
2.1.2 Definición de conserva.....	2
2.1.3 Definición de lata.....	2
2.1.4 Revisión histórica.....	2
2.1.5 Antes de las conservas.....	3
2.1.6 Siglo XVIII.....	3
2.1.7 Siglo XX.....	4
2.1.8 En la actualidad.....	4
2.1.9 Atributos de los alimentos enlatados.....	4
CAPITULO III	
3.1 La industria conservera en Chile y en la Región.....	5
3.2 Productos.....	6
3.3 Materiales.....	9
CAPITULO IV	
4.1 Proceso de fabricación de envases.....	38
4.2 Esfuerzos generados durante el proceso.....	40
4.3 Cálculo de la silueta inicial.....	41
4.4 Tabla para el desarrollo de piezas embutidas.....	42
4.5 Parámetros del embutido.....	43

4.6 Radio del hombro del punzón “rp”	44
4.7 Radio del hombro de la matriz “rd”	44
4.8 Claro entre el pun y la matriz.....	45
4.9 Fuerza de embutición.....	46
4.10 El pisador o apretachapa.....	47
4.11 Maquinaria.....	48
4.12 Proceso fabricación de tapa básica.....	55
4.13 Tapas fácil apertura.....	56

CAPITULO V

5.1 Control de calidad.....	65
5.2 Control de calidad en la materia prima.....	65
5.3 Control de calidad en el producto terminado.....	75
Conclusión.....	82
Bibliografía.....	83

CAPITULO I

1.1 INTRODUCCIÓN

Debido a la gran cantidad de demanda y oferta que existe en el mercado nacional, y al avance tecnológico por parte de la industria alimentaria en lo que respecta a la mantención de las propiedades organolépticas de los alimentos por el mayor tiempo posible, la industria conservera perfecciona su producción de envases metálicos. A continuación se desarrollará el proceso necesario para llevar a cabo la producción de envases metálicos aptos para el correcto almacenamiento y consumo de alimentos en conserva.

1.2 OBJETIVO GENERAL

Se plantea como objetivo general estudiar el conformado en frío por embutición mediante la chapa metálica y maquinaria de última tecnología, lo cual permitirá conocer de qué manera se obtienen envases con gran acabado superficial, resistentes, ligeros, con la capacidad de almacenar y conservar alimentos sin producir alteración a sus propiedades.

1.3 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Estudiar la hojalata o chapa metálica para la obtención de envases metálicos.
- Analizar el proceso de “Embutición Invertida”.
- Analizar fallas en el envase embutido.
- Incrementar conocimientos sobre el tema expuesto, esperando además proporcionar un valioso elemento de consulta.

CAPITULO II

2.1 GENERALIDADES

2.1.1 Definición de embutición

La embutición es un proceso de conformado que consiste en la obtención de piezas huecas con forma de recipiente a partir de chapas metálicas. Este proceso permite obtener piezas de diversas formas y es una técnica de gran aplicación en todos los campos de la industria.

2.1.2 Definición de conserva

“Conserva Alimenticia” es el resultado del proceso de manipulación de los alimentos de tal forma que sea posible preservarlos en las mejores condiciones posibles durante un largo período de tiempo; el objetivo final de la conserva es mantener los alimentos preservados de la acción de microorganismos capaces de modificar las condiciones sanitarias y de sabor de los alimentos. El período de tiempo que se mantienen los alimentos en conserva es muy superior al que tendrían si la conserva no existiese.

2.1.3 Definición de lata

De forma genérica se llama “Lata” a todo envase metálico. La lata es un envase liviano y resistente que resulta adecuado para envasar líquidos y productos en conserva. Los materiales de fabricación más habituales son la hojalata y el aluminio.

2.1.4 Revisión histórica

El hombre siempre ha querido conservar los alimentos cazados o recolectados, una vez saciadas sus necesidades inmediatas, pues estos se degradaban rápidamente.

Ya en el neolítico, el hombre sabía que el frío servía para conservar alimentos y usaba hielo para tal efecto. También se dio cuenta de que la sal y el aceite, no sólo servían para condimentar alimentos, sino también para conservarlos. Los egipcios, por ejemplo, eran considerados importantes exportadores de pescado ahumado, otro famoso sistema de

conservación. La alimentación en las travesías del océano hacia las Américas se hacía a base de frutos secos, semillas y salazones, aunque con el riesgo de una misteriosa enfermedad, el escorbuto, debido a la falta de vitaminas. También se sabía que las frutas y algunos vegetales podían ser conservados en azúcar, ciertas legumbres y frutos toleraban el vinagre. Pero todos estos procedimientos conservaban los alimentos por poco tiempo y con escasas garantías, esto es, algunos métodos no acababan de ser totalmente seguros.

El pescado es un alimento perecible y, sin duda, uno de los más expuestos a las bacterias. Afortunadamente, hoy los tiempos han cambiado y se está mucho más seguro a la hora de consumirlo. No obstante, no conviene olvidar que el pescado en conserva es una forma, sana, segura y cómoda de disfrutar de éste alimento, ya que se puede saborear siempre que apetezca, en cualquier momento y en cualquier lugar.

2.1.5 Antes de las conservas

Antes de las conservas eran conocidos otros métodos para mantener las propiedades de los alimentos tales como conservarlos en lugares secos y oscuros, envolverlos en sustancias protectoras como azúcar para mantener frutas y vegetales, vinagre para legumbres y frutos, grasa, aceite, arcilla, miel, hielos, etc., y eran conocidos los procesos para ahumados y salazón.

2.1.6 Siglo XVIII

En el siglo XVIII Napoleón se encontraba en la campaña de Rusia cuando una hambruna diezmó sus tropas debido a la dificultad de hacer llegar víveres a zonas tan lejanas, esto hizo que Napoleón ofreciese una recompensa de 12.000 francos a aquel que hallase “un método para mantener los alimentos largo tiempo y en buen estado”. Nicolás Appert, un investigador francés al que se le otorgó el título de “Benefactor de la Humanidad” descubrió en 1803 un método para conservar los alimentos en botellas de vidrio, tapadas con tapones de corcho sujetos con alambre y sellados con cera, sometiéndolas a un calentamiento en agua hirviendo, consiguiendo con esto la recompensa de los doce mil francos y más tarde descubre que el vapor es más eficaz que el agua hirviendo, para la

esterilización. En 1810 Peter Durand, patentó la idea de usar recipientes de hojalata para desarrollar el método de Appert que dotó a las conservas de mayor resistencia y las previno del efecto de la luz que deteriora el contenido vitamínico.

2.1.7 Siglo XX

Es durante las dos guerras mundiales cuando se da en la industria conservera su gran auge debido a la necesidad de alimentar a los ejércitos.

Es en este siglo que los científicos descubren que el calor altera las vitaminas excepto que exista una ausencia total de oxígeno.

2.1.8 En la actualidad

En la actualidad se ha conseguido la esterilización en ausencia de oxígeno.

2.1.9 Atributos de los alimentos enlatados

Los elementos esenciales, los glúcidos, los lípidos y las proteínas contenidos en los alimentos casi no se modifican durante el proceso de conservación. La oxidación de los lípidos en alimentos enlatados es poco frecuente en comparación con la cocina casera, durante la cual muchas veces se suele producir peroxidación que, en algunos casos, puede convertirse en un riesgo sanitario. En lo que respecta a los macronutrientes de los alimentos en lata, los componentes esenciales, sus valores caloríficos y energéticos se mantienen en la misma medida que los alimentos frescos. Por otra parte, cabría preguntarse qué sucede con los ácidos grasos insaturados, de conocida tendencia a las isomerizaciones y las polimerizaciones, reacciones que invalidan totalmente el poder nutritivo de los mismos. Para soslayar este problema, la mejor forma de conservación es en lata de acero con atmósfera inerte, ya que así no puede actuar la radiación lumínica, que daría lugar a la formación de radicales libres, catalizadores de todo proceso. Adicionalmente, cuando la temperatura de esterilización no supera los 135 °C, tampoco sufren alteraciones. En consecuencia, los ácidos grasos Omega tres, de elevado interés nutricional, permanecen prácticamente inalterados durante el periodo de vigencia de la conserva.

CAPITULO III

3.1 LA INDUSTRIA CONSERVERA EN CHILE Y EN LA REGION

Debido a la gran importancia de satisfacer las necesidades de importantes empresas del rubro pesquero, las cuales poseen cómo principales mercados de destino en sus exportaciones a Asia, África, América del Norte y la Unión Europea, es por ello que se fabrican envases metálicos con personal calificado, tecnología de punta y altos estándares de calidad, lográndose de esta forma consolidar a las empresas envasadoras y al país en el mercado internacional.

3.1.1 Características de los envases

Las características fundamentales que deben cumplir los envases metálicos son:

3.1.1.1 Resistencia física

Viene dada por las características del material (espesor del material y límite elástico del acero) del envase y por el diseño del envase. Debe proteger al producto envasado durante la fabricación, almacenamiento, manipulación, transporte y distribución, para que llegue en condiciones adecuadas al consumidor.

3.1.1.2 Resistencia química

Es aportada por el material del envase (hojalata o T.F.S) y su recubrimiento (Barnices). Debe mantener las características químicas y organolépticas del producto envasado, no aportando elementos indeseables o tóxicos.

3.1.1.3 Hermeticidad

Viene dadas por las características del material con el que está fabricado el envase y debe aislar el oxígeno exterior y aislar de la influencia microbiológica. Debe evitar por tanto, alteraciones de color o contaminación microbiológica, que haga que el producto envasado pueda ser consumido.

3.2 PRODUCTOS

A continuación se muestran diferentes tipos de envases en forma separada y armada

3.2.1 Formato RO 185 (Ø 83/39)



Figura 3.2.1a, Envase separado.



Figura 3.2.1b, Envase armado

3.2.2 Formato RO 200 (Ø 83/43.5)



Figura 3.2.2a, Envase separado



Figura 3.2.2b, Envase armado



Figura 3.2.2c, Envase separado



Figura 3.2.2d, Envase armado

3.2.3 Formato RO 195 (Ø 83/40.2 BOWL)



Figura 3.2.3a, Envase separado



Figura 3.2.3b, Envase armado

3.2.4 Formato RO 120 (Ø 99/22)



Figura 3.2.4a, Envase separado



Figura 3.2.4b, Envase armado

3.3 MATERIALES

3.3.1 Hojalata

La hojalata es la conjunción de dos metales, el hierro que le da resistencia, dureza y maleabilidad, y el estaño, para el recubrimiento superficial, que le confiere ese color brillante y asegura la total inocuidad del conjunto frente a los alimentos o a los productos químicos que se envasen. Es en definitiva, una chapa de hierro recubierta por una delgada capa de estaño que la protege por ambos lados de los fenómenos de oxidación, principal problema que tiene el hierro.

El hombre conoció y utilizó el estaño antes que el hierro ya que al necesitar menos calor para fundir era más fácil de conseguir. El estaño ya aparece citado en la biblia. Se conocen objetos estañados de miles de años antes de Cristo. La edad del bronce (aleación de cobre y estaño) corresponde a unos 3.500 años a.C. y fue el prólogo de la

edad del hierro. El estaño tiene un comportamiento muy noble frente a la oxidación, parecido al del oro o la plata. De ahí que los primeros objetos estañados fuesen utilizados como joyas u ornamentos religiosos que como útiles de trabajo.

La península ibérica fue en la antigüedad un codiciado campo de yacimientos mineros. Las míticas islas Casitérides (de donde deriva la casiterita, principal mineral de estaño) de los griegos se situaban, probablemente, entre las costas gallegas y el sur de Inglaterra. Pero el estañado no solo era conocido en el mediterráneo, se conocen objetos elaborados en Alemania, Rusia e incluso en India.

La hojalata es anterior a la conserva, pero la conserva no se habría generalizado de no haber encontrado un envase idóneo y barato, como la hojalata. Esta aparece por primera vez en la Alemania del siglo XIV, en Baviera y Sajonia y pese a las deficiencias en su fabricación manual y a su alto precio, fue rápidamente muy apreciada. Precisamente por su gran valor, la fabricación de la hojalata constituía un verdadero secreto industrial. Sajonia poseía hacia el año 1.600 varias docenas de prósperas fábricas de hojalata dedicadas a la exportación.

No es hasta 1.700 que Inglaterra consigue una fabricación masiva de la hojalata, gracias a la laminación mecánica y en 1810 Peter Durand patenta el empleo de hojalata para la fabricación de envases para conservas. Es durante el siglo XIX que con la aplicación del vapor como energía motriz y el perfeccionamiento en la técnica de obtención del acero, alcanza un gran desarrollo la fabricación de hojalata, contando Inglaterra con noventa y siete fábricas de las ciento treinta y uno existentes en el mundo. Alemania contaba con cinco y España con dos.

Históricamente, los objetos estañados y luego la hojalata, se hacían por inmersión del hierro en el estaño fundido, hoja a hoja, siendo al principio del siglo XX cuando se desarrollan las primeras líneas de fabricación de hojalata por banda continua. La hojalata por inmersión fue un producto en fase de desaparición ya que en 1990 apenas llegaba al 0,3 % de la producción mundial. La hojalata utilizada actualmente deriva de un proceso electrolítico. Se obtiene a partir de bandas de acero con bajo contenido de carbono y recubiertas por las dos caras por deposición electrolítica del estaño. Esta técnica de fabricación, fue desarrollada a principios del siglo XX por el alemán Max Schlotter.

3.3.2 Características mecánicas de la hojalata

3.3.2.1 Simple reducción (SR).

La base del acero se ha reducido al espesor deseado por laminación en frío, y posteriormente, es recocido y temperizado.

3.3.2.2 Doble reducción (DR).

La base de acero se somete a una segunda e importante reducción en frío después del recocido, del orden del 35 %, que le proporciona una notable mejora en las características mecánicas y de mayor homogeneidad que una hojalata de simple reducción, consiguiéndose un sensible ahorro al permitir el empleo de espesores más reducidos (0,13 a 0,28 mm). La hojalata doble reducida se emplea fundamentalmente en la fabricación de envases de tres piezas, tapas roscadas, etc.

3.3.2.3 D.W.I. (Embutido – Estirado – Planchado)

La base de acero de alta limpieza, especialmente aluminio, y con la máxima uniformidad, es especialmente apta para sufrir una embutición y posterior estirado, haciéndola insustituible en la elaboración de envases de dos piezas, por ejemplo, envases de bebidas y cervezas.

3.3.3 Procesos de producción

3.3.3.1 Banda laminada en caliente

El material de partida para producir hojalata, es la banda de acero laminada en caliente, en bobinas y que pueden pesar entre 6 y 28 toneladas con un espesor de 1 a 20 mm.

3.3.3.2 Decapado

La elaboración comienza con el decapado de la banda laminada en caliente, eliminándose en una línea de decapado continuo la cascarilla producida durante la laminación en caliente, (Figura N°3.3.3.2). A la entrada, las bandas laminadas en caliente se unen soldándolas. Pasan como cinta sin fin por cuatro tanques dispuestos uno detrás de otro con ácido sulfúrico, cuya concentración aumenta escalonadamente desde el 16% hasta el 23%. Con una longitud total del baño de ácido de 100 metros y una velocidad máxima de banda de 220 m/min. En la parte de decapado, la banda pasa aproximadamente 30 segundos por el ácido caliente de unos 100 °C. Después del decapado, la banda se lava, se seca, se aceita y se enrolla formando bobinas de hasta 50 toneladas de peso. Según el uso previsto pueden recortarse los cantos antes de enrollarse. La banda laminada en caliente y tratada así, se lamina a continuación en uno de los dos trenes tándem de laminación en frío, en un ciclo de trabajo, a espesores finales entre 0,125 mm y 0,499 mm.



Figura N° 3.3.3.2, Línea de decapado.

3.3.3.3 Laminado en frío

En este proceso se dispone de un tren de laminación en frío de cinco cajas y uno de seis cajas, (Figura N°3.3.3.3). Los mismos se componen de cinco o seis cajas dispuestas una detrás de otra donde se lamina la banda entre dos cilindros de trabajo. Por las altas fuerzas de laminación (hasta 1.200 t = 12.000 KN), los cilindros de trabajo están apoyados por cilindros de gran diámetro.

La banda de acero se alarga durante la operación de laminado en frío de acuerdo con la reducción del espesor en las distintas cajas. Por lo tanto hay que incrementar la velocidad de laminación de caja a caja. La velocidad máxima de la banda, en la última caja del tren de laminación en frío de seis cajas, es de 2.414 m/min, que corresponde a 145 km/h.



Figura N°3.3.3.3., Tren de laminación en frío.

Para hacer posible el alto grado de deformación (reducción de espesor) con las altas velocidades de laminación, se lubrica la luz entre cilindros con una mezcla de aceite de palma y agua. Además se necesitan grandes cantidades de agua (hasta 30.000 l/min.) para refrigerar los cilindros y la banda, para evacuar el calor que se produce.

Para asegurar la calidad máxima del producto dentro de las tolerancias extremadamente rigurosas que se exigen, los trenes de laminación en frío disponen, entre otros, de:

- Ajustes hidráulicos en todas las cajas de laminación.
- Regulación automática del espesor de la banda para mantener tolerancias estrechas.
- Carga y descarga automática de bobinas.
- Dispositivo de cambio automático de los cilindros de trabajo en todas las cajas.
- Dispositivos de flexión de los cilindros en cada caja, así como dispositivos de medición y regulación continua de planeidad de banda.

Ordenadores de procesos controlan el proceso de laminación facilitando la supervisión constante de producción y calidad. El tren de laminación puede recibir bobinas de hasta 46 toneladas de peso y hasta 2.800 mm de diámetro exterior.

3.3.3.4 Desengrasado

Al laminar la banda, su espesor se reduce muchas veces en más de un 90%. El endurecimiento por deformación producido por el laminado en frío hay que volver a eliminarlo por recocido.

Antes de proceder al recocido de la banda, hay que limpiarla de las suciedades adheridas. Para ello se dispone de dos línea de desengrasado, (Figura N°3.3.3.4). Las bandas son soldadas de modo que forman una banda sin fin, recortados los cantos para pasar entonces por el proceso de limpieza. En la primera fase se rocía la banda con una lejía caliente. Con cepillos se elimina el 80% del aceite de laminación de los trenes tándem. En el desengrase electrolítico que se realiza a continuación queda limpio el metal de la banda y se precipita una película protectora de silicato. Después de pasar una segunda vez por los cepillos, la banda se lava, se seca y, finalmente se rebobinan en bobinas de hasta 25 toneladas de peso.



Figura N°3.3.3.4, Línea de desengrasado.

3.3.3.5 Recocido en horno de campana

Debido a la deformación originada por la laminación en frío, la banda se endurece y se pone frágil y, en ese estado, no sirve como material de embalaje. El recocido de recristalización de la banda desengrasada restablece la necesaria conformabilidad. Para ello existen dos procesos de los cuales se aplica el más apropiado para obtener las características requeridas del material.

Con el proceso de recocido en horno de campana se obtiene, tratándose de idéntico análisis del acero, una menor dureza que en el proceso de recocido en horno continuo. La estructura cristalina de la banda, destruida por la laminación en frío, se restablece en un proceso de tratamiento mediante recocido en horno de campana que dura varios días y que comprende las operaciones de calentamiento, mantenimiento y enfriamiento.

Varias bobinas apiladas una sobre otra hasta un peso total de 62 toneladas se colocan sobre la base del horno y se cubren tanto con una campana protectora como con una campana calentadora, (Figura N°3.3.3.5a y 3.3.3.5b). Para evitar la oxidación de la banda y para asegurar una transmisión eficaz del calor, se emplea un gas protector sin oxígeno, como nitrógeno o hidrógeno. Las temperaturas de recocido son del orden de 600 °C a 650 °C.



Figura N°3.3.3.5a, Horno de campana.



Figura N°3.3.3.5b, Horno de campana.

3.3.3.6 Recocido continuo

El proceso de recocido continuo consiste en una pasada rápida y continua de la banda, en atmósfera protectora, por una instalación de recocido continuo, llamada también horno continuo o línea de recocido continuo. La atmósfera protectora evita también la oxidación de la superficie de la banda. Con idéntico análisis del acero, la banda recocida brevemente entre 670 °C y 830 °C resulta un poco más dura que el material tratado en el horno de campana. Para el recocido continuo, las distintas bobinas se unen soldando para que formen una banda sin fin que, una vez terminado el proceso, se vuelve a separar. La banda pasa en bucles verticales por el sector correspondiente al horno. El paso total incluyendo recocido y refrigeración dura nada más que unos pocos minutos. Las líneas de recocido están dimensionadas exclusivamente para chapas de embalaje y el control dirigido de la temperatura hace que la banda adquiera exactamente aquellas características mecánicas requeridas para el uso previsto.

3.3.3.7 Relaminación

Por el recocido de recristalización sí bien se ha restablecido la estructura cristalina, el material recocido todavía no se puede emplear para transformarlo en embalaje de hojalata puesto que se podrían producir fuertes pandeos e irregular comportamiento de deformación (formación de figuras de fluencia). Para darle a la banda las características de conformación necesarias, después del recocido tiene lugar una relaminación en seco, (Figura N°3.3.3.7), llamada también laminación de acabado (sin lubricación ni refrigeración). La deformación (grado de acabado) varía entre 0,4% y 1,4%, dependiendo del uso previsto. En esta operación se produce al mismo tiempo, una rugosidad superficial adecuada a los fines de empleo y se mejora la planeidad de la banda. Además en el tren de laminación se tiene la posibilidad de efectuar laminado de acabado húmedo, así como la propiedad de reducir el espesor hasta el 42%. La reducción doble (DR) del material así obtenida significa un ahorro de material para los clientes, ya que los espesores menores se compensan mediante una rigidez mayor.

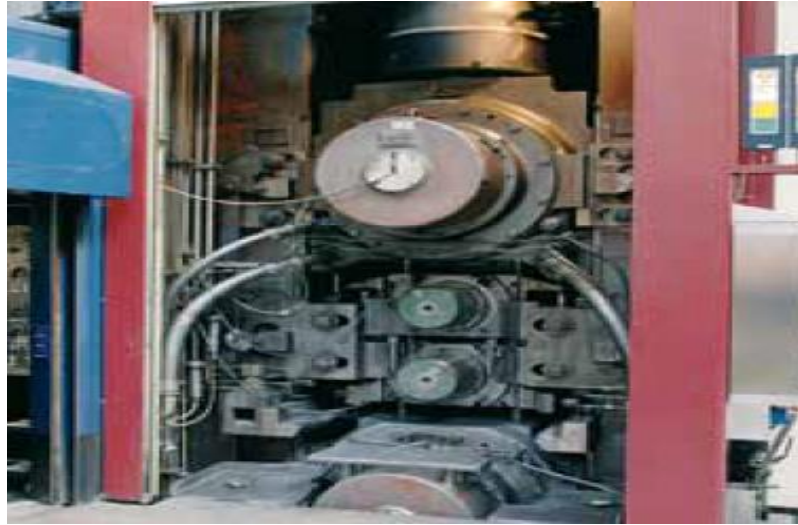


Figura N°3.3.3.7, Tren de relaminación.

3.3.3.8 Estañado y Cromado

Sólo tras el proceso de revestimiento se convierte la chapa extra fina en hojalata. Para ello se dispone de líneas de estañado y cromado. En las líneas de estañado, las bobinas de banda extra fina primero se unen a través de una máquina soldadora láser, obteniendo de esta manera una sola banda sin fin. La reserva de banda almacenada en las torres de acumulador hace posible que la banda pase continuamente por la línea de estañado.

Después de limpiar la banda a fondo, tras someterla a un tratamiento alcalino electrolítico, de decaparla y lavarla a continuación, la banda entra en el baño electrolítico de estaño. Allí la banda pasa como cátodo entre dos filas de ánodos de estaño, mediante la ayuda de la corriente eléctrica se desprende el estaño de los ánodos para depositarlo en la banda, (Figura N°3.3.3.8). Electrolíticamente, se pueden depositar cualquier espesor deseado de estaño y también, si fuera necesario, diferentes espesores de estaño sobre ambas caras de la banda (estañado diferencial). Las capas corrientes de estañado son hoy en día entre $1,0 \text{ g/m}^2$ y $5,6 \text{ g/m}^2$ y el electrolito está compuesto por ácido metanosulfónico. Al calentar seguidamente la banda a una temperatura sobre el punto de fusión del estaño de $232 \text{ }^\circ\text{C}$ y enfriarla bruscamente en agua se obtiene el aspecto brillante de la hojalata electrolíticamente estañada.

La alta capacidad de adherencia de la capa de estaño, lograda por el procedimiento de recargue por fusión, genera características anti corrosivas favorables que se pueden mejorar aún más mediante un tratamiento químico posterior (pasivado o pasivación). Un aceitado de pocos mg/m^2 mejora las propiedades de deslizamiento para su posterior transformación por el cliente.

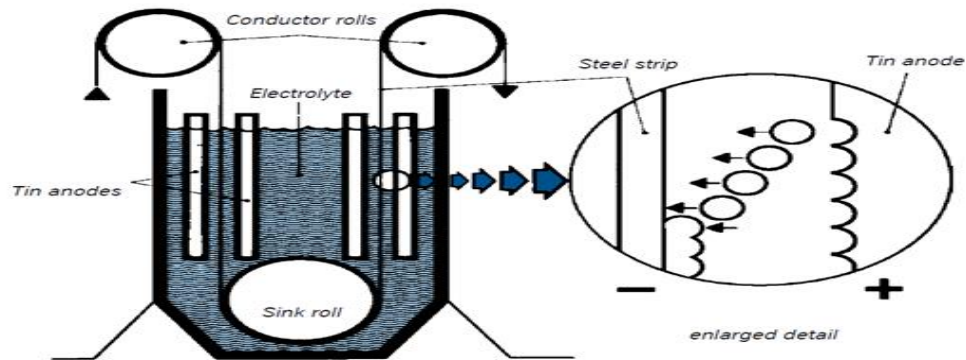


Figura N°3.3.3.8, Baño electrolítico.

3.3.3.9 Pasivación

La penúltima operación de tratamiento superficial de la hojalata es la pasivación y radica en formar una capa de óxido sobre la misma. Esta capa protectora ayuda a evitar la oxidación, no solo durante la fabricación, sino también en operaciones sucesivas, cómo puede ser el barnizado. Tiene una importancia decisiva en la correcta adhesión de los barnices a la hojalata. Los métodos empleados son varios, químicos o electroquímicos, diseñados cada uno de ellos para obtener características especiales y normalmente son conocidos por las siglas USS y un número de tres cifras.

La primera indica el tipo de solución (1 = ácido crómico, 2 = fosfato de cromo, 3 = bicromato de sodio, 4 = carbonato de sodio), la segunda indica la polaridad de la hojalata en la solución (0 = no electrolítica, 1 = catódica, 2 = catódica/anódica), y la tercera cifra se refiere aproximadamente al nivel de corriente empleado.

Dentro de estos métodos los más empleados para su realización son tres, diseñados cada uno de ellos para obtener características especiales. Estos tres tipos básicos de pasivación son:

- **Pasivación 300:**

Se obtiene por procedimiento químico, por inmersión en solución de dicromato sódico ($1 - 3 \text{ mg/m}^2$), generando una capa de óxido de cromo. Da buenos resultados desde el punto de vista de la adherencia del barniz, por esta razón se utiliza para la fabricación de envases embutidos barnizados o impresos. Además ofrece una débil protección contra la sulfuración. Esta pasivación es sin embargo inestable, su efectividad se va reduciendo con el tiempo, y sobre ella influyen las condiciones de almacenamiento y temperatura, por ello es necesario la utilización rápida de la chapa. Tiene una amplia utilización para envases tipo D.W.I. (Embutido – Estirado – planchado), para bebidas.

- **Pasivación 311:**

Obtenida por procedimiento electroquímico por deposición electrolítica en un baño de dicromato sódico de una capa de cromo y óxido de cromo ($3,5 - 9,0 \text{ mg/m}^2$). Es la pasivación más utilizada, tiene unos rendimientos convenientes desde el punto de vista de la adherencia de las tintas y barnices, aunque inferiores a la pasivación 300. Es mucho más estable en el tiempo que la 300 y por esta razón se utiliza también cada vez más para envases embutidos. Por tanto se puede considerar un compromiso entre la estabilidad en el tiempo y la calidad de la adherencia de los sistemas litográficos.

- **Pasivación 312:**

Se consigue por el mismo sistema que la 311, de hecho es una pasivación 311 reforzada. Se utiliza principalmente para las hojalatas que deben resistir productos sulfurantes, como carnes, sopas, productos para perros y gatos, etc. Su adherencia a tintas y barnices es inferior a la 311, por esta razón la pasivación 312 se utiliza principalmente sobre hojalata que se va a usar desnuda.

- **Pasivación 314:** Se obtiene por tratamiento electroquímico catódico con corrientes de alta densidad con dicromato sódico.

Los diferentes tratamientos de pasivación, no solo afectan a la adherencia de barnices, soldadura, etc., sino que también producen diversas formas de ataque o manchado al estar sujeta la hojalata al contacto con productos corrosivos o con compuestos azufrados. Aún desde el punto de vista estático o de presentación, este detalle reviste importancia, por ejemplo con la leche condensada.

3.3.3.10 Aceitado

Es la aportación final a la superficie de la hojalata y esta operación consiste en aplicar una capa muy delgada de aceite sobre las dos caras de la chapa.

Este lubricante tiene varios fines:

- Por un lado, proteger la pasivación y para no contrarrestar las propiedades de esta, se aplica una capa muy ligera.
- Consigue aumentar la protección de la superficie de la hojalata contra la oxidación, evita rayas en la manipulación de la misma y facilita las operaciones ulteriores de barnizado, impresión, conformación y manejo.

El método de aplicación más comúnmente usado es por electrodeposición, aunque puede hacerse por aspersion o inmersión. El lubricante más empleado es dioctilsebacato (D.O.S) aunque también se pueden emplear otros lubricantes cómo aceite de algodón, acetil-tributil-citrato (A.T.B.C) y butil-estearato (B.S.O). Estos aceites son naturales o sintéticos y se aplica una carga de aceite comprendida entre 4 a 10 mg/m².

En las líneas de estañado se miden automáticamente los espesores de la banda y de la capa de estaño, se controla el grado de pureza del interior del material y se registran puntos defectuosos de la banda. Los bordes de la hojalata son cortados al ancho deseado por el cliente y, seguidamente, optimizada la planeidad de la banda por un aplanador de tensión y flexión. Un inspector controla, asistido por un sistema automático de control de superficies, la banda en marcha para ver si hay defectos en la superficie. En el extremo de la línea de estañado, la banda sin fin se vuelve a rebobinar en rollos y se separa.

3.3.3.11 Corte longitudinal y corte transversal

En este proceso, la banda se corta en líneas de corte transversal que dan la medida requerida a las hojas, o se cortan en una línea de scroll que les da a las chapas el corte de conformación y las longitudes requeridas, (Figuras N°3.3.3.11a y 3.3.3.11b) y Cizallando la banda se obtienen bobinas de fleje, (Figura N°3.3.3.11c).

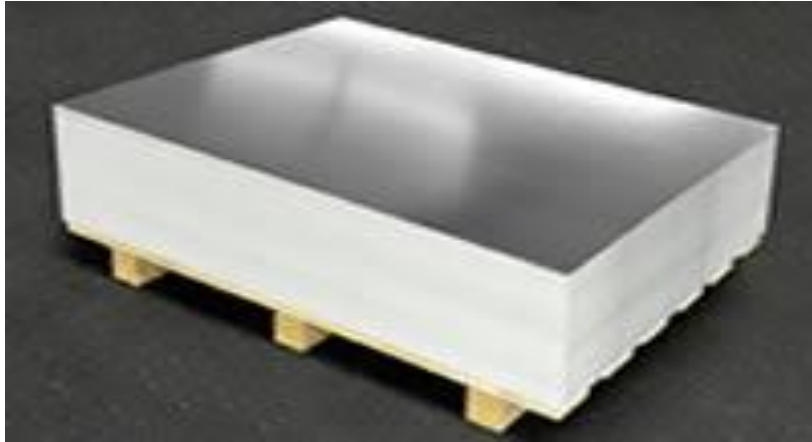


Figura N° 3.3.3.11a, Corte de chapa transversal.

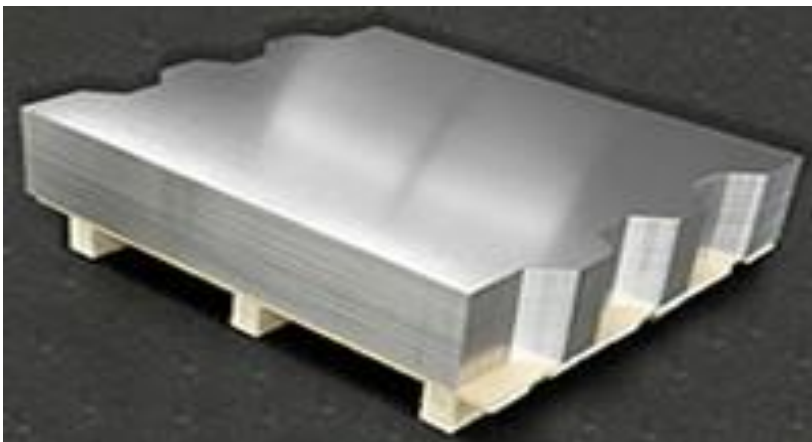


Figura N°3.3.3.11b, Corte de chapa scroll.



Figura N°3.3.3.11c, Corte de chapa en fleje.

Sistemas online de medición controlan la exactitud de medida de todas las chapas, y las que presentan defectos son rechazadas automáticamente, quedando así garantizada una alta calidad de suministro. Mediante precisión y técnica moderna de corte es posible mantener las tolerancias más mínimas de la anchura.

3.3.3.12 Revestimiento con película y barnizado

Para emplearla como material de embalaje, la hojalata (chapa) se barniza o se reviste con película, así como hojas barnizadas (Figura N°3.3.3.12). La hojalata o chapa extra fina especialmente cromada se pueden recubrir, en esta línea, de un lado o por ambos lados con películas de material plástico (PET, PP o PE). Existe también la posibilidad de producir material recubierto de un lado, de manera tal que la otra cara puede ser barnizada o impresa por el cliente.

En el taller de barnizado se aplican los barnices de fondo, barnices de capa final y barnices pigmentados con la capa de barniz deseada, con el método de bobinado. Los barnices se secan a continuación pasando durante diez minutos por un horno de secado a una temperatura de hasta 210 °C. Por otro lado es posible que el barnizado sea por una cara, dos caras, de una o varias capas, así como barnizado intermitente.



Figura N°3.3.3.12, Revestimiento de chapa con película.

3.3.3.13 Embalaje

Una vez que la hojalata ha sido revestida, se rebobina o bien se corta, para posteriormente efectuar el embalaje adecuado que protege el producto contra daños producidos en el transporte y por las influencias meteorológicas (Figura N°3.3.3.13a y 3.3.3.13b). El tipo de embalaje lo determinan el medio de transporte, el destino y puede comprender desde una ejecución sencilla hasta embalajes costosos con envoltorio de chapas de acero apta para el transporte marítimo (galvanizadas).



Figura 3.3.3.13a, Embalaje de bobina.



Figura N°3.3.3.13b, Embalaje en bulto cerrado para transporte marítimo.

3.3.4 Acabado superficial

Hay dos maneras de actuar sobre la rugosidad del acabado superficial de la hojalata. Una es consiguiendo diferentes acabados superficiales de los cilindros de trabajo de la segunda caja del tren de laminación en frío, en el momento del rectificado de los mismos, y otra en función de la refusión aplicada sobre el estaño superficial del material. También influye sobre el acabado la magnitud del revestimiento de estaño. La refusión del estaño es una operación que se realiza en la línea de estañado, inmediatamente después de la de estañado y antes de la de pasivación. Permite dar un acabado brillante a la hojalata, ya que la simple electro-deposición del estaño produce una superficie micro-rugosa de aspecto mate. En esta operación se produce una capa de aleación hierro-estaño, intermedia entre el acero base y el estaño superficial en cada cara, que aumenta la resistencia de la hojalata a elementos corrosivos.

Actuando sobre estas variables se obtienen los siguientes tipos de acabado superficial:

- **Acabado brillante:**

Para realizar este acabado, es indispensable obtener en los cilindros un pulido a espejo. Este se mantiene en el transcurso de la laminación mediante un sistema de pulido "in situ", reforzado con un dispositivo de aspiración. Es en efecto, imperativo eliminar todos los cuerpos extraños ya que su presencia es perjudicial para el aspecto deseado y además es necesario aplicar la refusión del estañado. La misma proporciona a la chapa un aspecto brillante asegurando al mismo tiempo, la formación de una zona intermedia de aleación estaño-hierro. Este tipo de acabado es, junto al piedra, el más solicitado. Una chapa con un acabado de esta clase necesita por parte del utilizador, cuidados minuciosos para no dañar su apariencia.

- **Acabado piedra:**

Los cilindros se someten a dos pasadas de rectificación con una muela de grano especial que da al producto un aspecto como estriado. La utilización de los cilindros así preparados permite al suministrador asegurar un aplanado más constante, al mismo tiempo que se obtiene una chapa menos sensible a las

eventuales rayas finas que se pueden presentar antes del estañado. Como en el caso precedente, el revestimiento de estaño se refunde, lo cual asegura, además de la brillantez, la obtención de la aleación estaño-hierro, necesaria para un buen comportamiento de la chapa en trabajos de soldadura. Es un acabado muy utilizado, la hojalata doble reducida lo usa cómo estándar. Se ha encontrado en su utilización mejores resultados en el barnizado y en la impresión, así como una menor sensibilidad de la chapa a las rayas finas que siempre son frecuentes en las líneas de fabricación.

- **Acabado mate:**

Presenta una superficie poco reflexiva. Para realizarlo, los cilindros se granallan y la operación de refusión después del estañado se suprime. La hojalata en acabado mate no es la adecuada para las utilizaciones en las que se emplee la soldadura al no existir la aleación estaño-hierro. Por el contrario es adecuada para tapón corona, cápsulas o envases embutidos, ya que puede permitir eliminar la aplicación de la sisa o barniz base.

Existen otros acabados menos utilizados cómo pueden ser:

- **Acabado granallado:**

Si los cilindros se granallan con menor intensidad que antes, puede obtenerse un aspecto brillante especial estañando la banda con un revestimiento bajo y aplicando refusión.

- **Acabado plata:**

Este tipo de acabado se realiza empleando cilindros fuertemente granallados. La pasada de refusión aporta al metal un aspecto brillante sobre las múltiples asperezas de la superficie, lo que permite obtener una gran luminosidad.

3.3.5 Revestimientos

3.3.5.1 Estaño

Es un metal plateado, maleable, que no se oxida fácilmente y es resistente a la corrosión. Se encuentra en muchas aleaciones y se usa para recubrir otros metales protegiéndolos de la corrosión, como por ejemplo el cobre, hierro y diversos metales usados en la fabricación de envases metálicos para conservas.

El estaño utilizado en la fabricación de la hojalata es de una pureza superior al 99,6%. Las impurezas se deben a la presencia de plomo (0,25%), hierro (0,05%), arsénico (0,05%) y cobre (0,04%).

El estaño posee una serie de propiedades que lo hacen muy apropiado para la industria de la alimentación:

- Buena soldabilidad y conductividad eléctrica
- Alta resistencia a la corrosión
- Alto poder lubricante
- Sus sales son inofensivas para la salud
- Alta capacidad para admitir lacas y barnices
- Apariencia agradable

El estaño se recibe en lingotes que son fundidos para obtener en moldes, los ánodos para las cubas de estañado.

El estaño es un producto cuyo costo no cesa de aumentar, lo que ha obligado a las siderurgias a buscar otros revestimientos minimizando la utilización del estaño.

3.3.5.2 Tfs o tin free steel

Este material iniciado en Japón, tiene actualmente un uso muy extendido. Utiliza el cromo en vez del estaño en la aleación con hierro (hojalata o chapa cromada).

- Es muy abrasivo. No puede ser procesado y utilizado sino es barnizado por las dos caras (hojalata).
- El papel protector del cromo es más limitado que el del estaño. De hecho no es válido para todos los productos alimentarios, sobre todo para productos ácidos.
- No es soldable como el estaño, por lo que no se puede utilizar para cuerpos de tres piezas.
- Su utilización se limita a tapas, fondos y cuerpos embutidos.

3.3.5.3 Hojalatas bajas de estaño

Se trata de aleaciones estaño/hierro con aportaciones muy pequeñas de estaño es (inferiores a 1 gr/m²). La debilidad de la capa de estaño es compensada por una pasivación más importante.

- Estos materiales deben barnizarse por las dos caras para prevenir problemas de corrosión.
- El papel protector del revestimiento es semejante al del TFS.
- Son soldables eléctricamente, por lo que se pueden utilizar en la fabricación de cuerpos de tres piezas.

3.3.5.4 Barniz, couchés, tintas

Una vez obtenida la hojalata cortada se procede a la aplicación de barnices, couchés o tintas que son compuestos macromoleculares que, cuando son aplicados en delgadas películas sobre un sustrato (hojalata, TFS, aluminio) forman por evaporación de los solventes y transformación química de la materia filmógena, un film sólido, continuo y adherido al sustrato.

- **Barniz:**

Está constituido por diferentes resinas disueltas (o dispersadas) en un solvente, presentándose bajo la forma de un líquido homogéneo, que tras su aplicación y secado aparece como un film coloreado o no, cuya característica es la transparencia.
- **Couché:**

Contiene los constituyentes de un barniz (resinas/solventes) además de pigmentos que son partículas sólidas que reflejan en todo o en parte la luz. El resultado después de la aplicación y secado es un film opaco y coloreado.
- **Tinta de secado convencional:**

Contiene todos los constituyentes de un couché (resinas/diluyentes/pigmentos) con una fuerte proporción de pigmentos.
- **Tinta de secado UV:**

Conocidas como tintas “verdes” no llevan solventes en su formulación. Reticulan por la acción de foto-iniciadores que desencadenan la reacción ante la presencia de la radiación UV.

3.3.5.5 Tipos de barnices

- **Acrílicos:**

Son poco utilizados para la protección interior de envases alimentarios. No amarillean a alta temperatura y su principal aplicación es en barnices de acabado y esmaltes blancos muy cubrientes, así como para decoración exterior. Poseen buena resistencia al calor, retención del color, permiten la aplicación de tintas sobre ellos con buena adherencia, buena adherencia en muchos soportes y buena resistencia a la esterilización.
- **Vinílicos-organosoles:**

Tienen excelentes propiedades mecánicas y flexibilidad. Se utilizan en tapas de fácil apertura, twist – off y tapón corona (envases de vidrio).

- **Epoxi-fenólicos:**

Dada su resistencia química son los de mayor empleo. Muy extendidos para fruta, legumbres y carnes. Además, pueden acompañarse de aditivos con propiedades deslizantes para facilitar la extracción de productos sólidos envasados (carne, chopped o cecinas, etc.) evitando que queden adheridos a las paredes del envase. También pueden ser utilizados en botes de pintura, detergentes, aceites, aerosoles, etc.

- **Epoxi – modificados:**

Estos barnices se formulan para obtener un buen equilibrio entre flexibilidad y resistencia química. Son barnices muy utilizados para el contacto alimentario, se utilizan como incoloro exterior y pigmentado con blanco (porcelana).

- **Poliésteres:**

Se utilizan como protección interior para TFS, en envasados sulfurosos como la carne, pescado, legumbres, guisantes, que son ricos en contenidos de azufre y que pueden reaccionar con los componentes del envase formando sulfuros coloreados (negros o marrones) a pesar incluso de la presencia de un barniz. Además presentan buena adherencia, dureza, cubrición, flexibilidad y discreta resistencia química.

3.3.6 Diseños

Los envases se decoran por medio de su litografía. La litografía de un envase es en realidad la aplicación de una serie de recubrimientos protectores que además cumplen el fin de decorar el mismo aportando simultáneamente los datos legales necesarios. La litografía offset (offset lithography), una variante indirecta de la litografía que fue descubierta hacia 1904 por Ira W. Rubel, un impresor de Nueva Jersey (Estados Unidos). Rubel descubrió accidentalmente que cuando la plancha imprimía la imagen sobre una superficie de caucho y el papel entraba en contacto con ésta, la imagen que el caucho reproducía en el papel era mucho mejor que la que producía la plancha directamente. La razón de esta mejora es que la plancha de caucho, al ser blanda y elástica se adapta al papel mejor que las planchas de cualquier tipo y transmite a tinta de forma más homogénea.

3.3.7 La máquina offset

En el siguiente esquema (muy simplificado), podemos ver cómo funciona una rotativa de litografía offset, (Figura N°3.3.7).

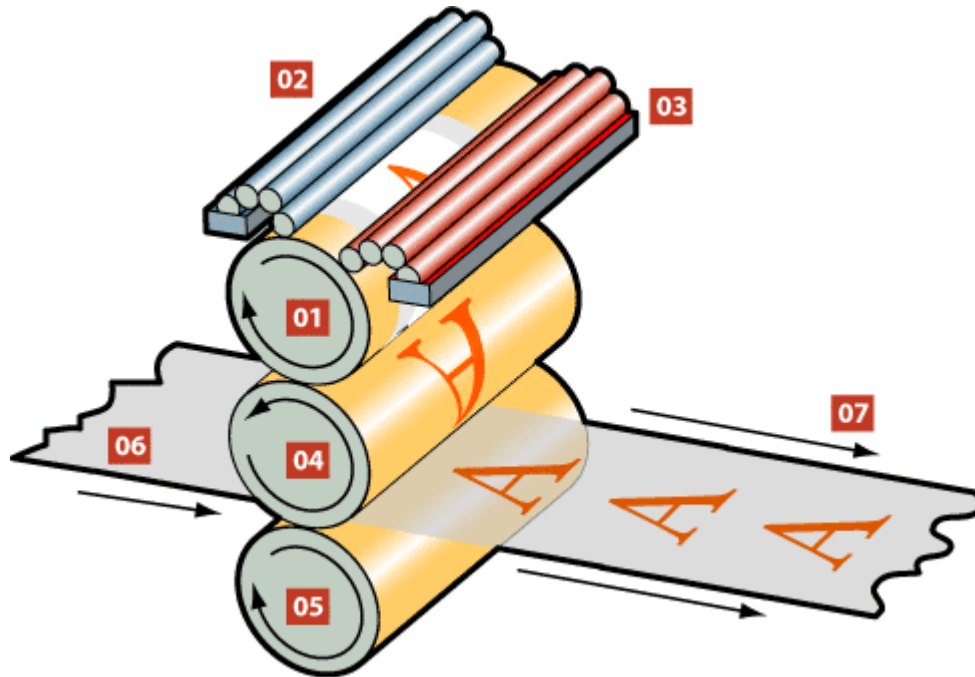


Figura N°3.3.7, Funcionamiento de rotativa offset.

1. Se prepara la plancha. Tiene zonas que repelen el agua (hidrófugas) y zonas que la admiten o atraen (hidrófilas). Las zonas que la repelen serán las que tomen la tinta (que es de tipo graso).
2. La plancha se coloca sobre el cilindro portaplancha o portaplancha (01) y se engancha el soporte sobre el que se va a imprimir (06) al sistema.
3. Una vez en marcha, los cilindros de mojado (02) humedecen con una solución especial las zonas de la plancha que deben rechazar la tinta. Las zonas que se van a imprimir están preparadas para rechazar el agua y quedan sin humedecer.
4. La plancha sigue girando hasta llegar a los cilindros de entintado (03), que depositan una tinta grasa en la plancha. Como el agua repele la tinta, la plancha sólo toma tinta donde se va a imprimir (o sea: en las zonas no “mojadas”).

5. La plancha, ya entintada, sigue girando y entra en contacto con el cilindro portacaucho (04), cuya superficie de caucho o similar es la mantilla. La imagen queda impresa de forma invertida (en espejo) en ese cilindro, que gira en sentido contrario a la plancha.
6. El soporte (papel, cartón, hojalata, etc.) (06) pasa entre el cilindro portacaucho y el cilindro de impresión (05), que sirve para presionar el papel contra la mantilla.
7. El soporte (papel, cartón, hojalata, etc) recibe la imagen de tinta de la mantilla, que la traspasa ya en forma correcta (sin invertir), y sale ya impreso (07).

Ese proceso imprime un color. Cada sistema de cilindros/plancha/mojado/entintado es un cuerpo de rotativa capaz de imprimir un color. Para imprimir cuatro colores hacen falta cuatro cuerpos, aunque las variantes y posibilidades son muy numerosas.

3.3.8 Planchas y tintas para litografía offset

A diferencia de la litografía tradicional, en litografía offset las planchas suelen ser de materiales metálicos, (Figura N°3.3.8).

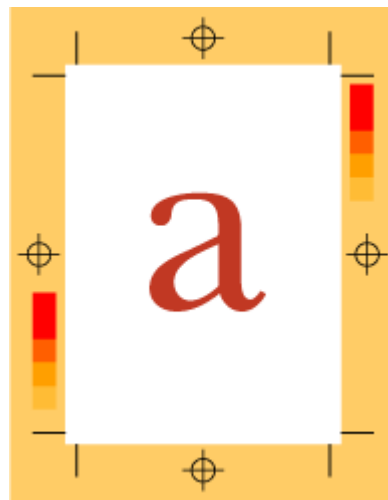


Figura N°3.3.8, Chapa litografiada.

Además la plancha es de lectura directa (no invertida en espejo). Las planchas pueden ser positivas (usual en Europa) o negativas (más corriente en Estados Unidos). En cada caso, eso tiene sus ventajas e inconvenientes (la plancha positiva es más difícil de trabajar pero tiene menor ganancia de punto).

Las tintas de offset son básicamente grasas y translúcidas. Es decir: no son opacas y cuando imprimimos una tinta encima de otra, los colores se suman, no se tapan (mezcla de colores sustractiva: los pigmentos sustraen luz).

3.3.9 Impresión litográfica

Un diseño litográfico está formado por una serie de barnices y tintas que se aplican sucesivamente sobre el metal a litografiar. Estos se aplican en un orden secuencial que se determina por el fin de cada uno de ellos, su clase y las condiciones de horneado de los mismos. Todas las aplicaciones deben sufrir un proceso de curado y secado. En el caso del papel, al ser un producto absorbente, cualquier tinta se impregna en el material, pero cuando se trata de un metal como hojalata, no ocurre esto. Por tanto se requiere recurrir a un secado y curado mediante reacciones químicas internas que llevan implícito la oxidación y/o la polimerización del producto. Ello se consigue haciendo pasar las hojas por un horno después de la aplicación.

La secuencia normal de una tirada litográfica es:

- Sisa
- Color base
- Tintas
- Barniz de acabado

Cada vez que un barniz o una tinta se aplican sobre las hojas se conoce con el nombre de “pase” o “paso”. En algunas ocasiones se requieren repetir el pase para asegurar una buena calidad en el resultado final, por ejemplo si se quiere aplicar un color blanco a base de tinta. Los pases por la prensa litográfica rotativa dependerán del número de colores que precisa el diseño y el tipo de máquinas. Las hay que solo son capaces de aplicar un color con un solo cuerpo, dos bicolor, o más.

3.3.9.1 Sisa

El recubrimiento por medio de una sisa es opcional, es decir no se usa con todos los sistemas sino en algunos de ellos. Se aplica principalmente cuando la litografía va destinada a un envase que se obtendrá por medio de una embutición profunda o cuando el sistema va a estar sujeto a un proceso de elevada temperatura. La sisa funciona como un elemento de unión entre la superficie del metal y el recubrimiento siguiente a aplicar. Por tanto mejoran las cualidades de adherencia y flexibilidad del sistema, permitiendo soportar mayores requerimientos mecánicos (estiramiento, doblez, plegado) y térmicos sin que se produzcan desprendimientos y se aplican por rodillos sobre barnizadora y están formulados a bases de resinas que pueden ser de diferentes tipos (vinílicas, epoxi, etc.).

3.3.9.2 Color base

Se emplea para dar el fondo de color al diseño litográfico. Puede ser un color sólido, aplicándose por rodillo en barnizadora. Si es de diseño complejo se podrá dar en rotativa. Es frecuente que se prefiera mantener el color metalizado y el brillo de la hojalata, en este caso no se precisa la aplicación de este color base, eliminando por tanto un pase. Como su nombre lo indica es el primer color del sistema y sirve de base al resto de colores. Además de su función como color también realiza una tarea de protección de la hojalata de rayas y abrasiones. Se aplica con cargas y su color casi siempre es el blanco. De ahí que se le designe generalmente bajo el nombre de “blanco couché”, su formulación es a base de resinas vinílicas, acrílicas o poliéster pigmentadas con óxidos de titanio que son los que le dan la tonalidad blanca.

3.3.9.3 Tintas

Las tintas litográficas se presentan en forma de pasta y requieren una espátula para su manejo inicial y son bastante “pegajosas”. Son una dispersión de pigmentos colorantes en un medio como barniz, al que se le añaden secantes y diluyentes. Estos pigmentos están acondicionados para ser insolubles al agua o al aceite, todas ellas tienen un elevado poder colorante.

Las tintas tienen una compatibilidad limitada con el agua, además son capaces de tomar una cantidad reducida de agua (inferior al 15%) y permanecen estables durante la corrida. La pequeña cantidad de agua ayuda a que la tinta fluya bien durante la impresión. Una cantidad excesiva de agua le da a la tinta una apariencia “lavada” y muy poca agua no fija la tinta a la plancha en las áreas receptoras, contaminando las zonas que no deben ser manchadas. El grado de pegajosidad de la tinta influye en su adherencia a la superficie a imprimir y su valor determina el volumen de tinta transferido.

Cuando se aplican una serie de tintas, los colores más ligeros son los primeros que se imprimen (pues son los que se comercializan con mayor grado de pegajosidad) seguidos de los más oscuros. Así una secuencia normal es: amarillo, azul, rojo y negro. Si se emplea una rotativa bicolor, es importante que las dos tintas frescas aplicadas al mismo tiempo no se “corran” es decir no se mezclen entre sí, por tanto deben repelerse.

Existen dos grandes familias de tintas:

- **Tintas convencionales:** que precisan un horno para su secado.
- **Tintas UV:** que están formuladas de manera que se secan con la luz emitida por una batería de lámparas UV.

3.3.9.4 Barniz

Una vez terminada la aplicación de las diferentes tintas, es necesario cubrir las mismas con un barniz adecuado y que al mismo se le designa “barniz de acabado”. Estos barnices se aplican con rodillo sobre máquina barnizadora.

Tipos de barnices de acabado:

- Aquellos que se pueden aplicar aprovechando el último pase de tinta, es decir sobre una barnizadora que está ubicada a continuación de la rotativa y antes del horno de secado y reciben el nombre de barnices “wet on wet”(húmedo sobre húmedo). En ellos, sus componentes, especialmente el solvente usado, se repelen con la tinta fresca.
- Barnices que requieren aplicarse sobre tintas ya perfectamente secas y además suponen un pase independiente por una línea de barnizado. Cuando la hojalata barnizada pasa por el horno, el solvente se evapora y solo queda el residuo sólido en forma de película protectora, dura y brillante. Es posible añadir en pequeñas cantidades una parafina al barniz antes de ser aplicado. Cuando pasa por el horno, la misma aflora a la superficie, quedando por tanto encima de todo el sistema litográfico, actuando como lubricante en las operaciones de troquelado o formación del envase.

Las resinas empleadas para la formulación de barnices de acabado deben dar un aspecto transparente al mismo (no deben amarillear) para no cambiar las tonalidades de las tintas, también debe tener un alto grado de dureza y buena elasticidad. Ambas cualidades son importantes para que cumpla bien su función. La misma consiste en proteger al sistema, principalmente a las tintas ya que estas son en general blandas y sensibles al rayado. Un barniz de acabado una vez curado, necesita uno o dos días de tiempo para desarrollar al máximo grado sus propiedades, además de proteger al sistema durante la fabricación del envase, también cumple una función protectora durante el proceso de llenado y procesado del mismo en la fábrica conservera.

CAPÍTULO IV

4.1 PROCESO DE FABRICACIÓN DE ENVASES

4.1.1 Etapas del proceso

La chapa inicial para embutir un vaso cilíndrico con pestaña, es de geometría circular y durante el proceso de embutido esta silueta circular fluye hacia el centro de la matriz (formador) a medida que la matriz desciende y obliga al material a pasar por la abertura de la misma.

Este proceso consta específicamente de cuatro etapas, (Figura N°4.1):

4.1.1.1 Primera etapa:

Se coloca una silueta circular sobre la superficie inferior del troquel, específicamente en la almohadilla amortiguadora y con la matriz (formador) en el punto muerto superior (PMS), es decir, en el punto más alto que alcanza la parte superior de la herramienta con cero o trescientos sesenta grados.

4.1.1.2 Segunda etapa:

La herramienta desciende hasta llegar a los noventa grados quedando fija la silueta circular, por medio de la presión que ejerce el pisador o apretachapa.

4.1.1.3 Tercera etapa:

La herramienta desciende nuevamente generando el embutido progresivo, mientras que el perímetro de la silueta se desliza sobre el diámetro interior de la matriz al hacer contacto con él punzón (pilón), hasta llegar a los ciento ochenta grados y alcanzando la forma final del envase en el punto muerto inferior (PMI).

Nota: Cuando la herramienta baja, el eyector sube por medio de generación de vacío.

4.1.1.4 Cuarta etapa:

La herramienta continúa su recorrido hasta llegar a los trescientos sesenta grados y al mismo tiempo se genera una presión de aire actuando sobre el eyector, por lo cual expulsa el envase fuera de la herramienta.

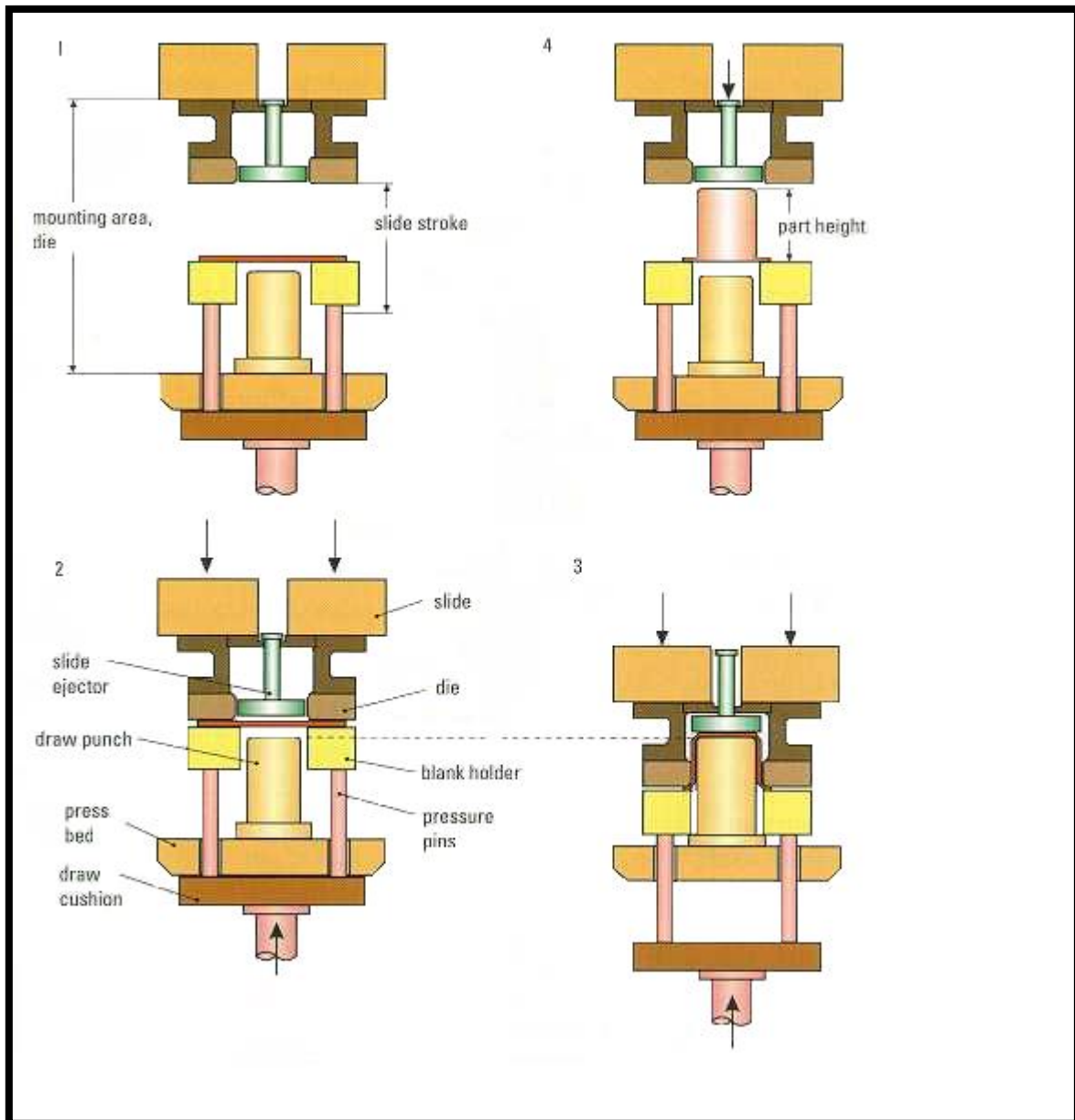


Figura N°4.1, Etapas del proceso.

4.2 ESFUERZOS GENERADOS DURANTE EL PROCESO

Mientras el punzón aplica la presión en el fondo del vaso, la lámina entre el fondo y la pared del mismo se estira considerablemente. Durante el embutido de la chapa, la silueta exterior de la misma disminuye en diámetro y la zona cercana a esta silueta tiende a incrementar su espesor como consecuencia de las fuerzas de compresión (Figura N°4.2) que se generan durante el proceso en esta zona (tendencia a aparecer arrugas por pandeo, fenómeno que evita el pisador o apretachapa).

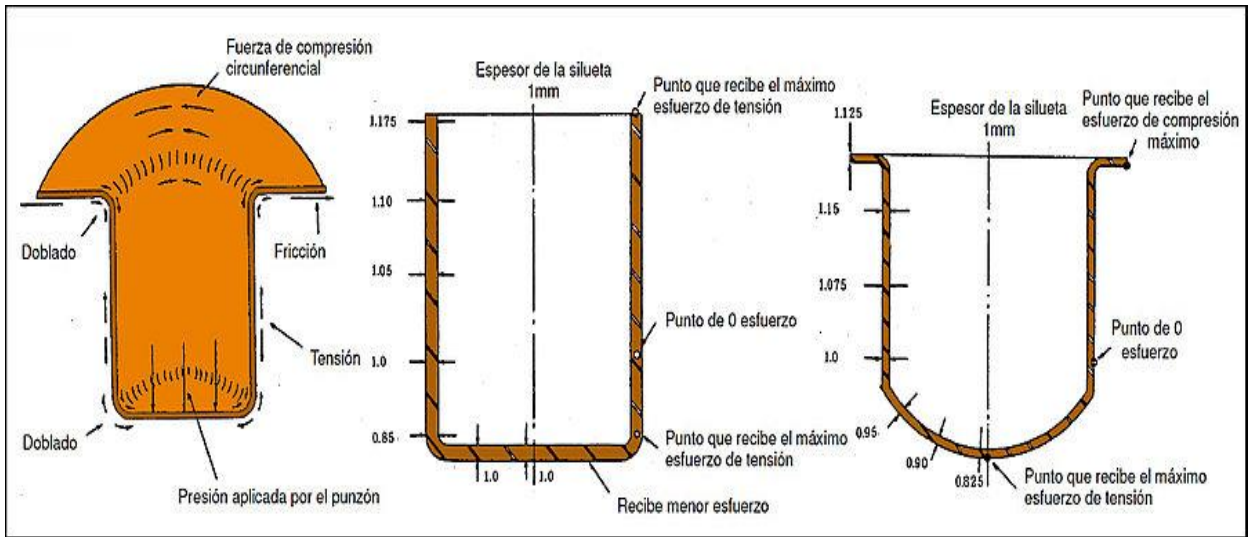


Figura N°4.2, Esfuerzos del proceso.

La variación de espesor del material está directamente relacionada con el flujo del mismo. En un vaso con fondo plano, la variación de espesor en el fondo es mínima siendo el esfuerzo generado en esta zona mínimo y la deformación permanente inexistente. En un vaso cuyo fondo fuese esférico, el esfuerzo aplicado a esta zona, sí que provoca una disminución de espesor del fondo asociada a las tensiones generadas en dicha lámina.

4.3 CÁLCULO DE LA SILUETA INICIAL

La dimensión y geometría de la chapa inicial se debe calcular en función del diseño de la pieza final a embutir, por lo cual la idea de partida general es que la superficie de chapa inicial corresponderá al desarrollo de la pieza final embutida. Esto no es cierto un 100% ya que no se considerarían las deformaciones del material. Generalmente tras el embutido se procede al recorte y eliminación de orillas (reborde o pestaña), por lo que es muy importante considerar en el cálculo de la chapa inicial la necesidad de material suplementario en las zonas de la pieza a recortar.

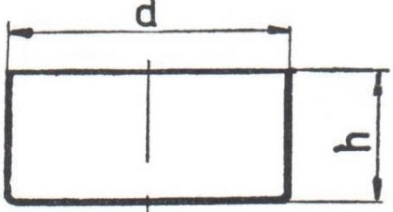
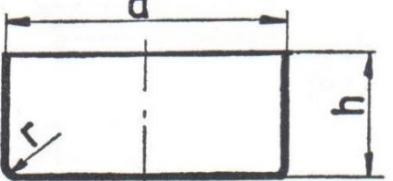
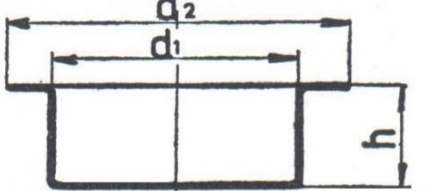
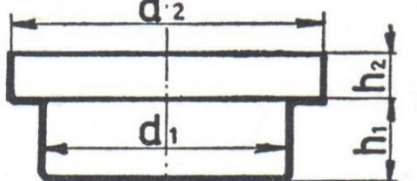
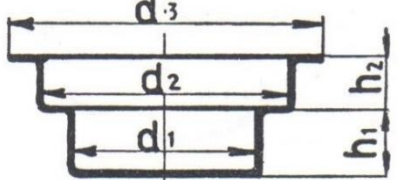
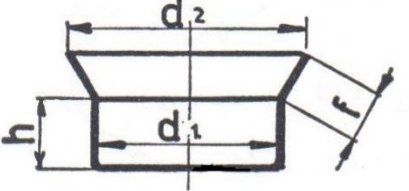
Por ejemplo, el área de la chapa inicial en el caso de un envase cilíndrico será igual a la suma de las áreas de los elementos geométricos que forman el vaso (círculo del fondo y cilindro de las paredes laterales), por lo tanto:

$$A_{\text{vaso}} = \frac{\pi d^2}{4} + \pi dh \quad ; \text{ siendo } d \text{ y } h \text{ el diámetro y la altura del vaso}$$

$$A_{\text{chapa}} = \frac{\pi D^2}{4} \rightarrow D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} \quad ; \text{ siendo } D \text{ el diámetro de la chapa inicial}$$

$$D = \sqrt{d^2 + 4dh}$$

4.4 TABLA PARA EL DESARROLLO DE PIEZAS EMBUTIDAS

Forma del recipiente	Diámetro del disco $D =$
	$\sqrt{d^2 + 4 d h}$
	$\sqrt{d^2 + 4 d h - r}$
	$\sqrt{d_2^2 + 4 d_1 h}$
	$\sqrt{d_2^2 + 4 (d_1 h_1 + d_2 h_2)}$
	$\sqrt{d_3^2 + 4 (d_1 h_1 + d_2 h_2)}$
	$\sqrt{d_1^2 + 4 d_1 h + 2 f (d_1 + d_2)}$

4.5 PARÁMETROS DEL EMBUTIDO

Una medida de la severidad de una operación de embutido profundo es la relación de embutido DR también llamada razón máxima de embutido RME. Esta se define, para una forma cilíndrica, cómo la relación entre el diámetro del disco inicial D_d y el diámetro del punzón D_p , En forma de ecuación:

$$D = \frac{D_d}{D_p}$$

A mayor relación, mayor severidad de la operación. Un límite superior aproximado de la relación de embutido es un valor de 2.0. El valor limitante real para una operación depende del radio de las esquinas en el punzón y de la matriz (R_p y R_m), de las condiciones de fricción, de la profundidad de embutido y de las características de la lámina de metal (por ejemplo, ductilidad y grado de direccionalidad de las propiedades de resistencia en el metal).

Otra forma de caracterizar una operación dada de embutido es por la reducción r , donde:

$$r = \frac{D_d - D_p}{D_d}$$

El valor de r está vinculado muy estrechamente con la relación de embutido, consistente con el límite previo de DR, el valor de la reducción r debe ser menor que 0.50.

Una tercera medida en el embutido profundo es la relación de espesor al diámetro t/D_d , (espesor de la forma inicial t dividido por el diámetro de la forma D_d) cuyo valor en porcentaje es recomendable que sea mayor que 1%. Conforme decrece t/D_d , aumenta la tendencia al arrugado. En los casos en que el diseño de la parte embutida exceda los límites de la relación de embutido, la reducción r y la relación t/D_d , la forma debe ser embutida en dos o más pasos, algunas veces con recocido entre los pasos.

4.6 RADIO DEL HOMBRO DEL PUNZÓN “ r_p ”

Para obtener la mayor profundidad en un solo proceso del embutido, el radio del hombro del punzón “ r_p ” debe ser cuatro veces o mayor el espesor de la lámina. Sin embargo, si el valor “ r_p ” es muy grande, se incrementa el área de la lámina que queda fuera de la restricción del herramental durante el proceso del embutido, lo cual puede ocasionar arrugas con mayor facilidad. Por lo general, el “ r_p ” se establece igual o menor al radio del hombro de la matriz “ r_d ”. En caso de un embutido profundo que requiere de varios procesos, el “ r_p ” disminuye gradualmente conforme avanza el proceso para minimizar la reducción del espesor de la lámina en la zona donde se da el contacto con el radio del hombro del punzón, de tal manera que el centro del “ r_p ” del proceso actual quede ligeramente en interior con respecto al diámetro exterior del proceso posterior. Además es recomendable que el “ r_p ” coincida en los procesos final y penúltimo, o bien el “ r_p ” del proceso penúltimo quede al exterior del “ r_p ” del proceso final.

4.7 RADIO DEL HOMBRO DE LA MATRIZ “ r_d ”

Mientras mayor es el radio del hombro de la matriz “ r_d ”, menor fuerza se requiere para el embutido, facilitando la transformación de piezas. Sin embargo, si dicho radio es se convierte en causa de arrugas.

Contrariamente, si el “ r_d ” es menor, se ejerce en el material un esfuerzo de doblado excedente además de alta fuerza de doblado y de rebote que se generan en la zona, por lo que el material se endurece siendo difícil de embutirse. Si es demasiado pequeño el “ r_d ”, se incrementa la fuerza de embutido y se provoca ruptura en el material.

Comúnmente, para el “ r_d ” se consideran cuatro veces el espesor de la lámina y su valor final se determina a través de pruebas realizadas con pequeños radios.

En la figura N°4.7 se muestra la correlación entre el radio del hombro del punzón " r_p " y el radio del hombro de la matriz " r_d ".

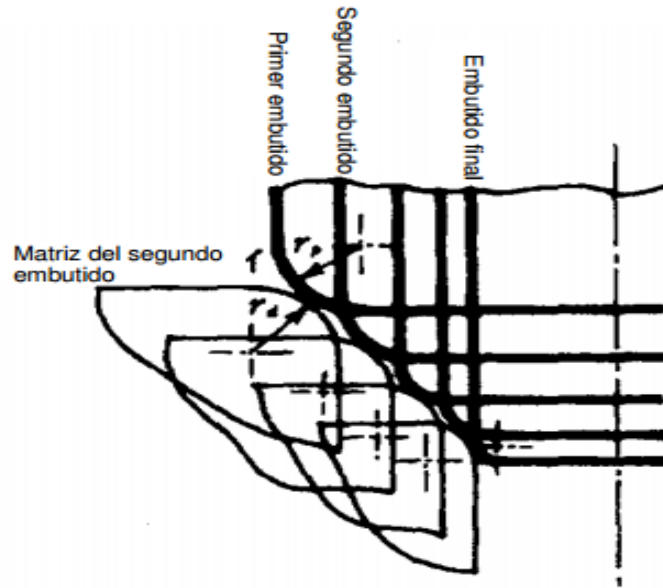


Figura N° 4.7, Correlación de radio de punzón y matriz.

4.8 CLARO ENTRE EL PUNZÓN Y LA MATRIZ

Se entiende por claro entre punzón y matriz a la separación que existe entre estos. Además de la tolerancia natural que se debe dejar entre el punzón y la matriz que corresponde al espesor de la lámina embutir, es conveniente agregar un 20% más, esto con el fin de permitir que el material se adapte bien a la forma del punzón, evitando el exceso de fricción, que origina defectos y marcas en las piezas embutidas.

La magnitud del claro que hay entre el punzón y la matriz tiene mucho que ver con la calidad del producto embutido. Si se establece un claro menor, se crea un proceso parecido al planchado durante el proceso de embutido. En este caso, aunque se requiere una mayor fuerza de embutido, se puede obtener un producto de buena calidad y alta precisión. Mientras tanto, al establecer un claro mayor, se genera una pequeña cantidad de arrugas o pandeo en la pared del producto, sin embargo disminuye el desgaste y agarrotamiento del herramental.

Un claro aceptable experimentalmente, pero limitado, es igual a 1.4 veces el espesor de la chapa. Se han obtenido diferentes fórmulas empíricas para la obtención de este claro:

- Para chapa de acero: $C = e + 0,07a\sqrt{10e}$
- Para chapa de aluminio blanda: $C = e + 0,02a\sqrt{10e}$
- Para chapas de materiales no férreos: $C = e + 0,04a\sqrt{10e}$
- Para chapas de aleaciones resistentes a altas temperaturas: $C = e + 0,20a\sqrt{10e}$
- Donde para embuticiones cilíndricas se cumple: $a = \beta \cdot \frac{Dp}{D}$

En donde:

- e: Espesor de la chapa
- Dp: Diámetro del punzón
- D: Diámetro del desarrollo
- β : Relación de gradación que depende del número de embuticiones y propiedades del material.

4.9 FUERZA DE EMBUTICIÓN

La fuerza de embutición requerida para realizar una operación dada, se puede calcular mediante las siguientes fórmulas:

Según Groover:

$$F = \pi D_p t(S) \left(\frac{D_d}{D_p} - 0,7 \right)$$

Donde:

F: Fuerza de embutido, (N);

t: Espesor original de la forma, (mm);

S: Resistencia a la tracción (MPa);

D_d y D_p son los diámetros del disco inicial y del punzón, respectivamente, en (mm). La constante 0,7 es un factor de corrección para la fricción y la ecuación estima la fuerza máxima en la operación. La fuerza de embutido varía a través del movimiento hacia abajo del punzón, alcanzando usualmente su valor máximo a una tercera parte de la longitud de la carrera.

Según Wassilieff:

$$Pp = \pi \cdot d \cdot t \cdot m \cdot k$$

d : Diámetro del punzón;

t : Espesor original de la forma, (mm);

m : Factor de tablas

k : Resistencia a la tracción (MPa)

4.10 EL PISADOR O APRETACHAPA

Ejerce la presión sobre la chapa (hojalata) contra la matriz, esto evita la formación de pliegues y controla la fluencia entre la matriz y el punzón.

La fuerza de sujeción es un factor importante en la operación de embutido. Como una primera aproximación, la presión de sujeción se puede fijar en un valor igual a 0.015 de la resistencia a la fluencia de la lámina de metal. Este valor se multiplica por la porción del área de la forma inicial que será sostenida por el sujetador.

$$Fh = 0,015 S\pi [Dd^2 - (Dp + 2,2t + 2rm)^2]$$

Donde:

Fh : Fuerza de sujeción en embutido, (N);

S : Esfuerzo de fluencia de la lámina de metal, (MPa);

t : Espesor inicial del material, (mm);

rm : Radio de la esquina de la matriz, (mm);

Dp : Diámetro del punzón, (mm);

Dd : Diámetro del desarrollo inicial, (mm).

La fuerza de sujeción es usualmente una tercera parte aproximadamente de la fuerza de embutido:

$$Fh = \frac{1}{3}F$$

4.11 MAQUINARIA

4.11.1 Prensa de embutición profunda

Se utiliza para la fabricación de envases metálicos de diferentes formatos (Figura N°4.11.1) y posee las siguientes especificaciones técnicas, (tabla N°4.11.1a).

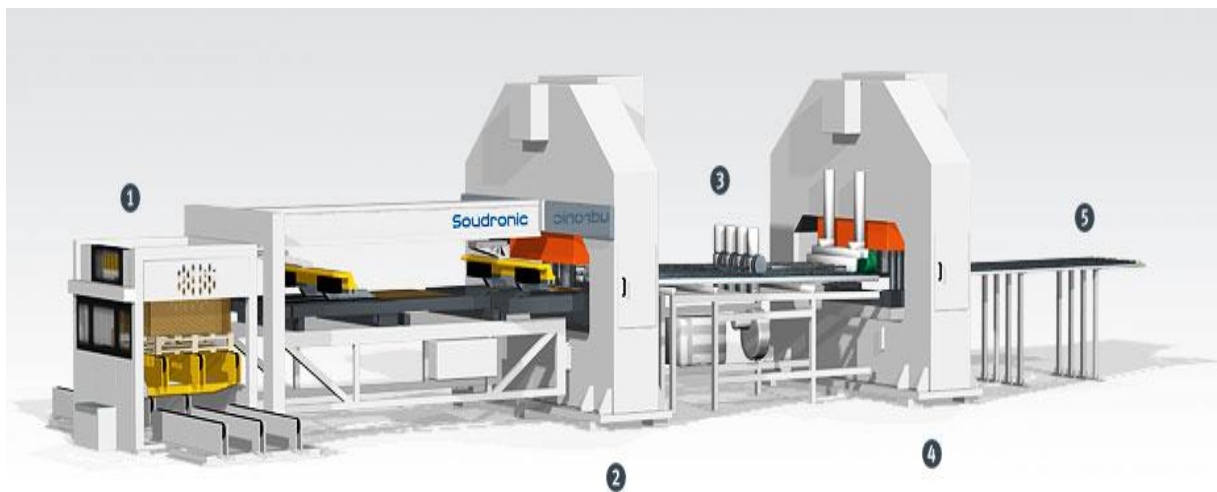


Figura N°4.11.1, Prensa de embutición profunda.

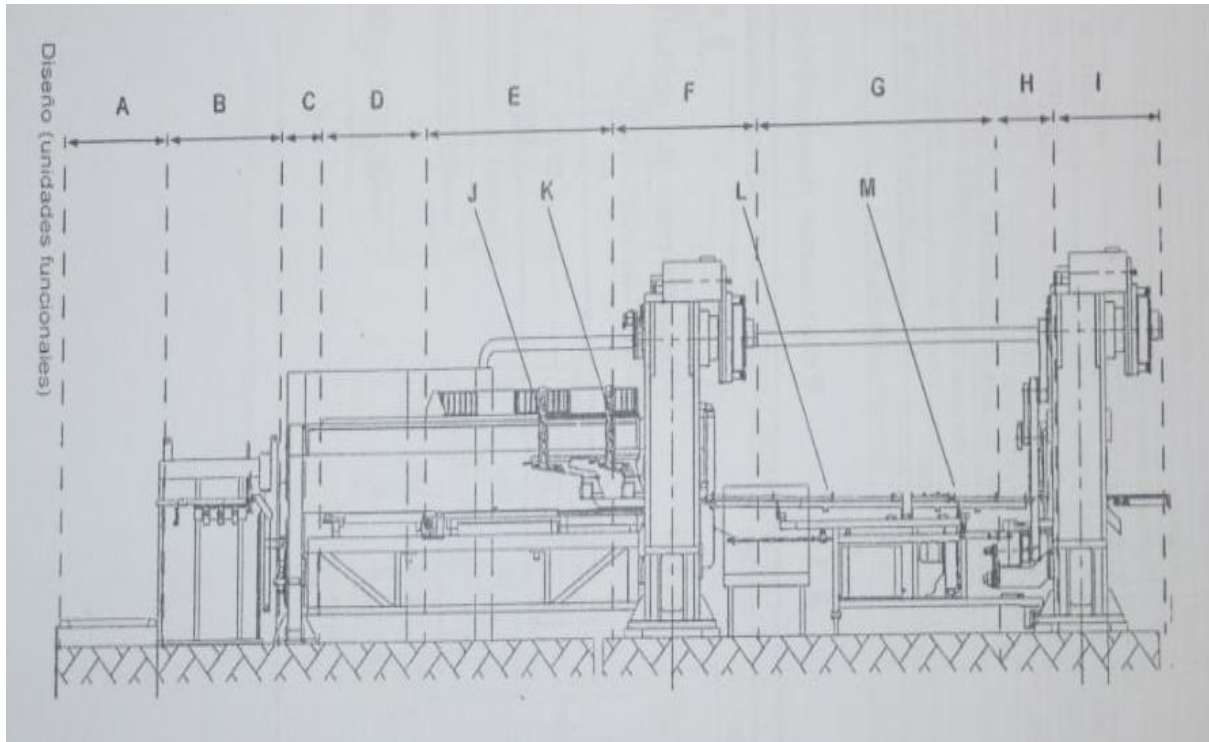
1. Desapilador de chapas
2. Prensa con herramienta intercambiable de tres troqueles según formato y se conforma el envase de primera operación (embutido redondo y con pestaña)
3. Transportador de escobillas
4. Prensa con herramienta intercambiable de tres troqueles según formato, que consta de segunda y tercera operación, es decir, estampado en panel central o fondo de envase y recorte de pestaña.
5. Transportador de salida a paletizador automático.

Fuerza de embutición	320 KN
Profundidad de embutido	28 – 55 mm
Número de golpes/minuto	80 – 140
Tamaño de la hoja máximo	1100 × 1100 mm
Tamaño de la hoja mínimo	650 × 650 mm
Espesor de la chapa (Fe)	0,11 – 0,49 mm
Espesor de la chapa (Al)	0,15 – 0,35 mm
presión	6 – 8 Bar

Tabla N°4.11.1a, Especificaciones técnicas.

4.11.2 Descripción de funcionamiento

Según la figura N°4.11.2 se describe a continuación:



La prensa está diseñada para fabricar todo tipo de productos para la industria de embalaje en chapa. Las herramientas permiten cortar, embutir y estampar los productos en una sola carrera de la matriz o formador ya que en este caso, el punzón o pilón se encuentra fijo. Las funciones de las distintas unidades se describirán a continuación:

El transportador impulsado A, lleva las chapas apiladas en un pallet al desapilador de chapas B. En el desapilador de chapas B, la pila de chapas se separa a través de toberas de aire e imanes separadores y las chapas individuales se suministran a los rodillos de entrada de la estación de avance de chapas E, mediante el movimiento de vaivén de ventosas que trabajan con vacío. Los rodillos de entrada están dotados de un sistema de lubricación C y posteriormente depositan las chapas sobre la mesa de transferencia D.

La mesa de transferencia D transporta las chapas hasta la mesa de posicionamiento de la estación de avance de chapas E. En esta zona, la chapa es alineada en las direcciones X e Y por medio de guías deslizantes neumáticas y topes (Dirección Y = sentido de paso; Dirección X = transversal al sentido de paso). Después, un par de pinzas en la unidad lineal que obtienen su movimiento a través de servomotores, toma la chapa y la transporta en la dirección Y hacia la herramienta de la primera prensa (F). El avance en dirección X e Y entre los procesos individuales de corte y de embutición se efectúan mediante el sistema de pinzas J.

La estación de avance de chapas E consta de un segundo sistema de pinzas H para aumentar la productividad, de esta forma se consigue una alimentación ininterrumpida de chapas y se evita la carrera en vacío de la prensa (F). Tras el último proceso de corte de una chapa en la prensa, los cilindros extractores extraen la chapa residual de la zona de la herramienta (Transportador de eyección de chapa residual).

El producto semiacabado (lata embutida en la primera prensa) es guiado a través de los canales de soplado de las pistas de cada troquel y de la unidad de transferencia G, hasta la segunda prensa de reembutición (I). La alta velocidad de las latas embutidas en las guías de deslizamiento L, se reduce mediante correas de escobillas M a una velocidad determinada y las latas embutidas se van acumulando en una fila en el tope de latas delante de la segunda prensa. Además un sensor de atasco mínimo y máximo controla la liberación del flujo de latas a la prensa de reembutición (I) y en esta prensa las latas se estampan en el panel central o fondo del envase por la segunda operación y se efectúa el recorte de pestaña, por la tercera operación siendo trasladados a un paletizador automático.

4.11.3 Herramienta intercambiable de tres troqueles

Cabe destacar que la herramienta (Figura N°4.11.3 y N°4.11.3a) se fabrica específicamente para cada producto, la cual se adapta a la prensa quedando unida a través de pernos, es decir, la placa superior (móvil) y la placa inferior (fija) de modo que el montaje o desmontaje se efectúa de manera sencilla a través de extractores auxiliares que se instalan para tal efecto.

La herramienta dispone de componentes internos, los cuales requieren una presión de aire comprimido superior al disponible, por lo tanto para ello está instalado un multiplicador de presión. Además cada troquel está refrigerado a través de conexiones que están integradas en el cuerpo de la prensa (circuito de refrigeración).

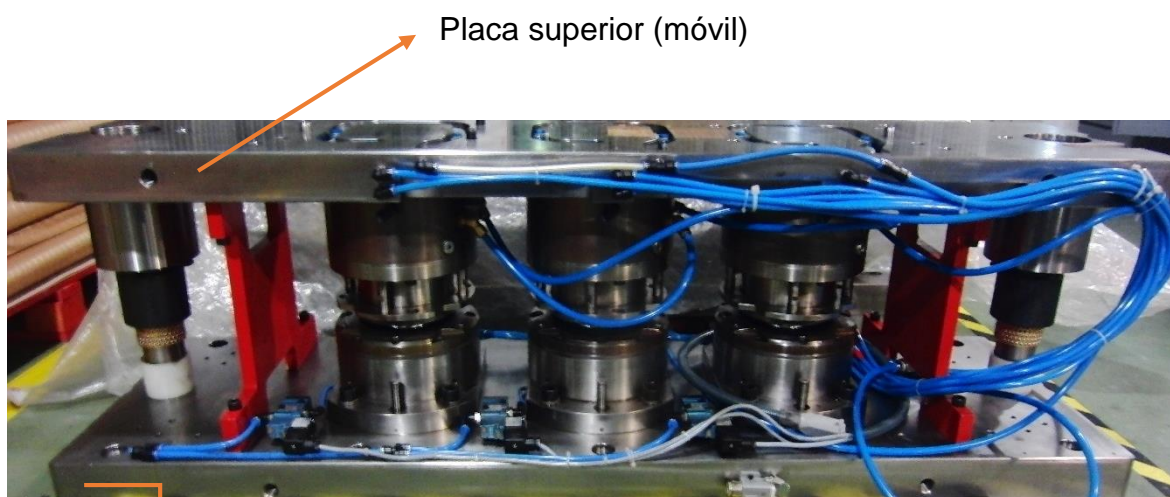


Figura N°4.11.3, Herramienta intercambiable de tres troqueles.

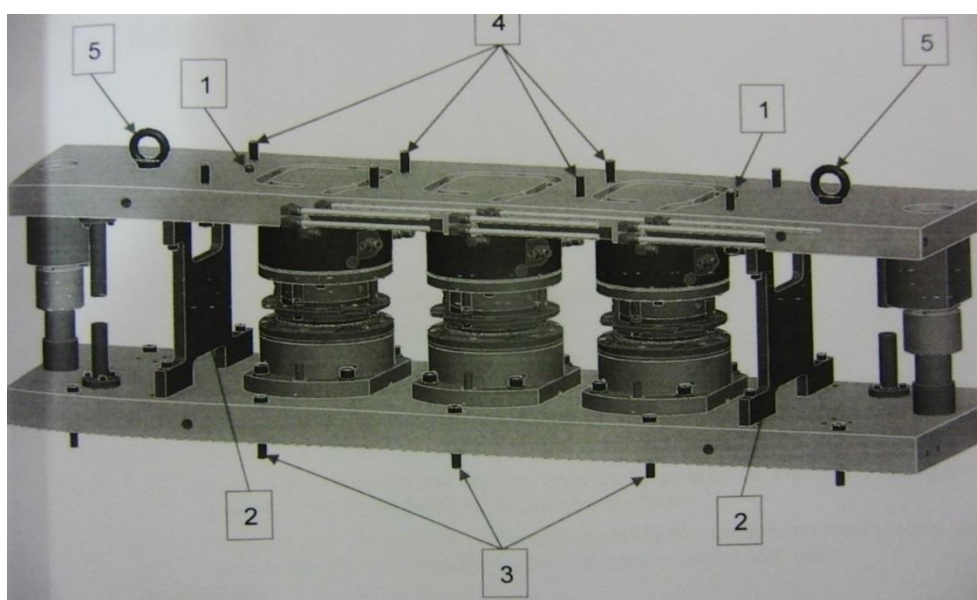


Figura N°4.11.3a, Herramienta intercambiable de tres troqueles.

4.11.4 Detalle de troquel completo

Este tipo de troquel efectúa tres funciones simultáneas, es decir, realiza el corte, embutido y estampado del envase. A continuación se muestra el troquel en vista (Figura N°4.11.4), visualizando de esta manera el envase conformado en su interior y con la matriz en el punto muerto inferior (P.M.I).

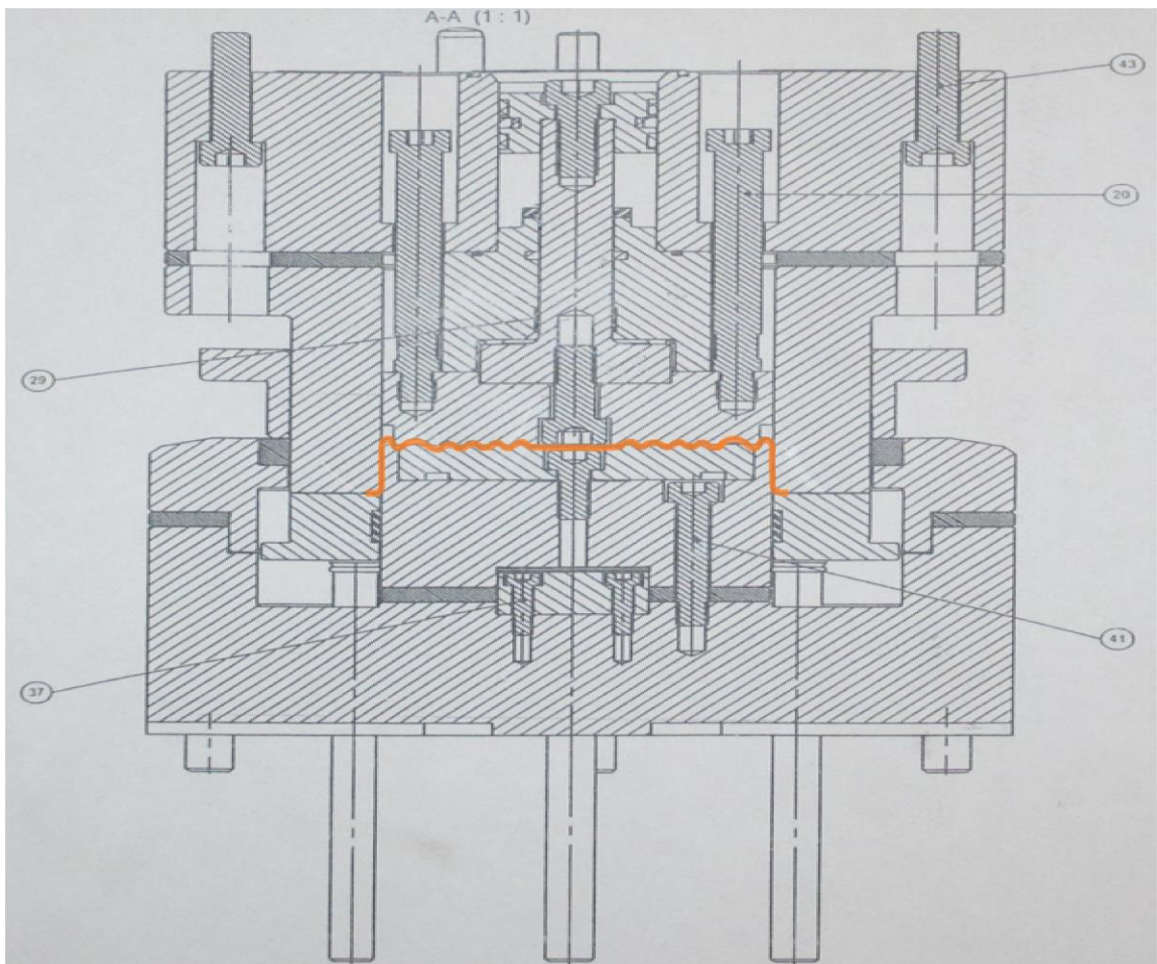


Figura N° 4.11.4, Troquel en etapa de conformado del envase (P.M.I).

4.11.5 Fallas en el embutido

Según tabla N°4.11.5, se puede apreciar fallas en el embutido:

ANOMALIA	CAUSA	SOLUCIÓN
Envase queda pegado en la matriz, no siendo expulsado.	Hojalata o chapa seca.	Chequear dosificación en sistema recubrimiento de chapa.
	O"-ring en vástago del eyector, defectuoso.	Desmontar matriz y efectuar mantención.
	Exceso de vacío.	Ajustar generador de vacío.
	Electroválvula del eyector en mal estado o desactivada.	Cambiar o activar desde panel de control.
	Exceso de aceite en chapa.	Ajustar tiempo de inyección en parámetros de máquina.
	Chapa con impurezas (grumos de barniz, carbonilla)	Revisar bulto y de haber más laminas contaminadas, cambiar bulto.
	Chapa con espesor incorrecto.	Chequear con micrómetro de exterior.
Envase sale abollado.	Canal de descarga fuera de posición.	Reubicar canal de descarga.
Envase sale marcado en su interior.	Suciedad adherida en el punzón.	Limpiar con alcohol Isopropílico.
Envase rayado en la cara exterior.	Chapa con impurezas, se excede juego entre matriz y punzón.	Pulir matriz y punzón.
Envase agrietado en panel central.	Mala regulación de altura en la prensa.	Ajustar de acuerdo plano del envase.
Envase con exceso de pestaña.	Presión insuficiente en apretachapa o almohadilla amortiguadora.	Ajustar de respectivo regulador de presión.

4.12 PROCESO FABRICACIÓN DE TAPA BASICA

Las tapas básicas (no fácil apertura), requieren para su fabricación una instalación que esquemáticamente está formada por figura N°4.12, figura 4.12a y tapa terminada según figura 4.12b:



Figura 4.12, Proceso de fabricación.



Figura 4.12a, Proceso de fabricación.



Figura 4.12b, Tapa básica terminada.

Cuando las tapas están terminadas, son embaladas y trasladadas para alimentar una prensa multiestación de gran precisión, en donde a partir de estas tapas, se transformaran en la llamada “Tapa fácil apertura”.

4.13 TAPAS FÁCIL APERTURA

La industria conservera utiliza para el cerrado del envase embutido, las denominadas “Tapas fácil apertura”, las cuales constan de un perfil o panel central con la finalidad de permitir al envase adaptarse adecuadamente a las condiciones de presión interior, que soporta a lo largo de sus diferentes etapas de uso (llenado, esterilización y posterior almacenado). Además con una anilla que permite abrir la tapa. Las tapas presentan un panel central plano o con algún gradiente de poca profundidad lo cual las clasifica como del tipo indeformable. El material a emplear puede ser Hojalata estañada, TFS (Hojalata o chapa cromada) y aluminio.

4.13.1 Componentes de un perfil

Son distintos los elementos que configuran un perfil, en la figura N°4.13.1 se aprecian los elementos típicos que lo determinan.

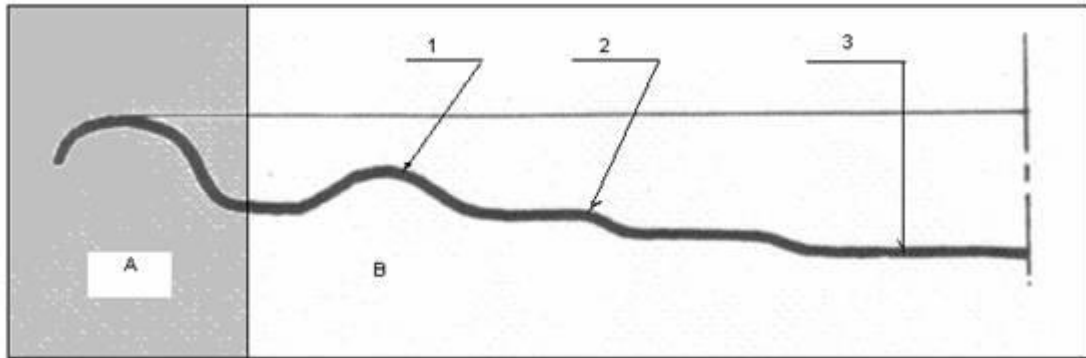


Figura N°4.12.1, Elementos de un perfil de tapa.

- **A:** Ala, es la zona que se incorporara al cierre del envase.
- **B:** Perfil (Área de estudio).

Dentro del perfil se puede encontrar:

- **Anillo de expansión (1):**

Tienen una forma geométrica semitoroidal. Su función básica es dar elasticidad a la tapa, es decir, realizar un efecto de resorte ante la presencia de una diferencia de presión en el interior como en el exterior.

- **Gradientes (2):**

Gradas en forma de escalones, su función es aumentar la resistencia mecánica del perfil, es decir mejora la resistencia a la deformación ante los esfuerzos internos y externos. Para incrementar la misma, también pueden presentarse varios en forma continuada.

- **Panel central (3):**

Es la parte interna del perfil, donde usualmente no se colocan anillos ni gradientes, es decir completa la superficie del fondo que no ha sido ocupada por los mismos.

4.13.2 Fabricación de la tapa

La transformación de la tapa se realiza a través de una prensa multiestación (Figura N° 4.13.2 y Figura 4.13.2a). Las tapas avanzan paso a paso en forma lineal, por las diferentes estaciones y dentro de ellas se van realizando acciones sobre ellas (Figura N°4.13.2b):



Figura N°4.13.2, Prensa multiestación.

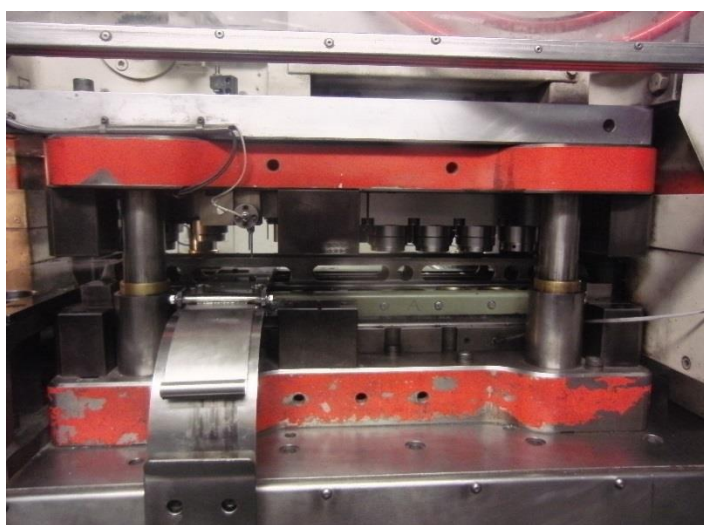


Figura 4.13.2a, Herramienta con estaciones.

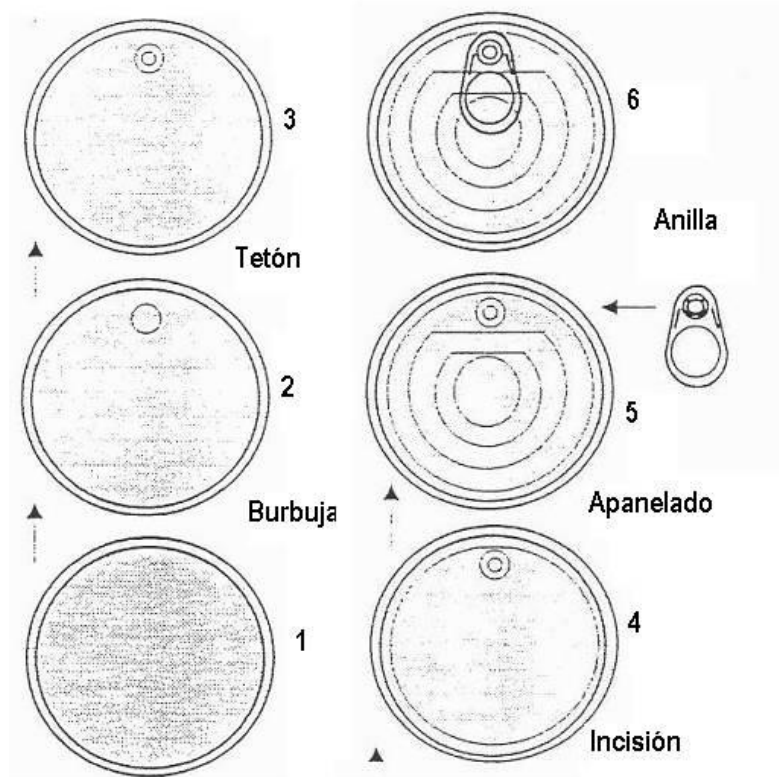


Figura N° 4.13.2b, Pasos en la fabricación de una tapa fácil apertura.

En las primeras operaciones se forma una burbuja que luego se transforma en un tetón de menor diámetro y paredes verticales, que posteriormente recibirá el orificio de la anilla y será remachado para fijar la misma.

En los pasos intermedios se realiza la incisión para el desgarre y el panel central de la tapa. La operación más delicada es la ejecución de la incisión, que debe tener una profundidad exacta para permitir un desgarre suave. Si la incisión es escasa, el esfuerzo de apertura será excesivo, y si es demasiada hay alto riesgo de explosión de la tapa durante el proceso de conserva.

4.13.3 Fabricación de la anilla

La anilla se fabrica en la misma prensa multiestación a través de un fleje de hojalata estañada, TFS, material zincado, o aluminio de características particulares. En su fabricación se combinan acciones de corte, embutición, plegado, doblado y recorte (Figura N°4.13.3). En la anilla hay tres cotas de gran importancia con tolerancias muy ajustadas:

- El diámetro del orificio que se insertará en el tetón de la tapa para su fijación.
- La distancia de este orificio a la nariz de la anilla y la configuración de esa nariz.

Nota: Se designa como nariz de anilla, al extremo que incidirá sobre la incisión, para iniciar la apertura de la tapa.

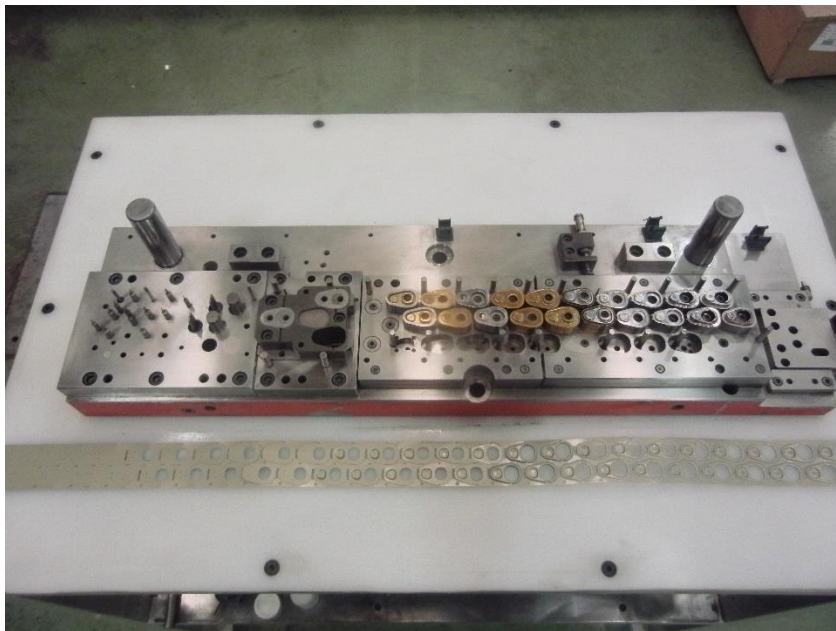


Figura N°4.13.3, Matriceria de herramienta que transforma el fleje en anilla y que posteriormente se inserta en la tapa.

4.13.4 Control de cierre

La formación del doble cierre es el resultado de dos operaciones separadas, sincronizadas con precisión. En la primera parte del proceso de cierre el borde es arrollado sobre la pestaña del cuerpo (envase). El borde tiene tres espesores, mientras que el envase tiene dos.

El propósito de la segunda operación durante el proceso es completar el cierre, presionando estos espesores fuertemente. El material de sellado previamente aplicado a este borde, formará una junta elástica para compensar las imperfecciones y asegurar la hermeticidad del envase.

4.13.4.1 Terminología de dimensiones de cierre

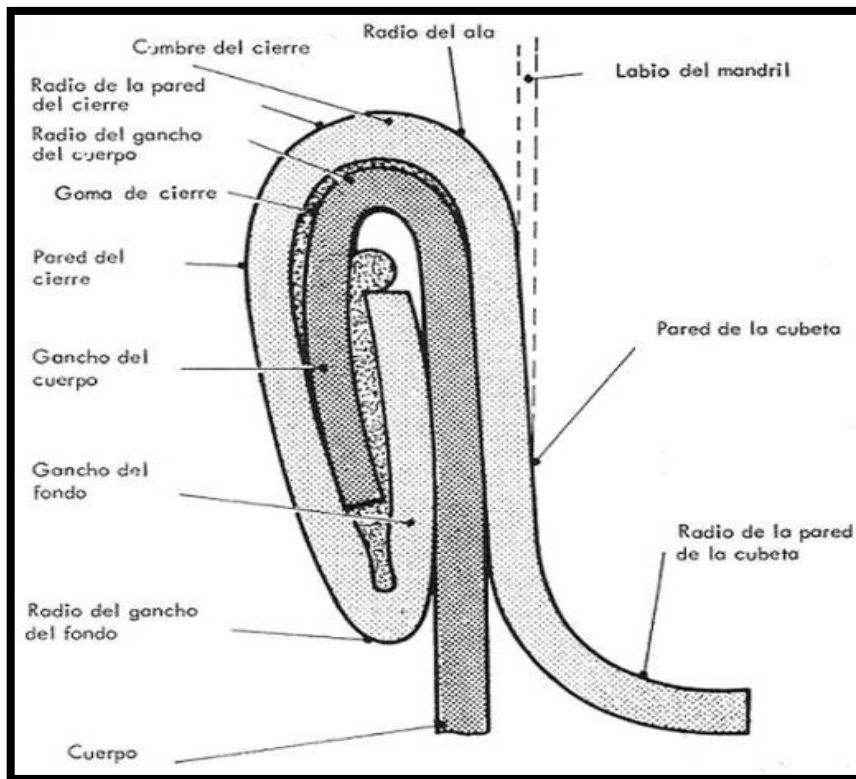


Figura 4.13.4.1, terminología del cierre.

4.13.4.2 Medidas

- Primera operación:
Se debe controlar la altura y el espesor.
- Segunda operación:
Efectuar cálculo del largo del solape, (Gancho tapa + Gancho cuerpo + espesor tapa – altura de cierre)
- Porcentaje solape:

$$\frac{(\text{Gancho tapa} + \text{Gancho cuerpo} + \text{Espesor tapa}) - \text{Altura de cierre}}{\text{Altura de cierre} - (2 \times \text{Espesor tapa} + \text{Espesor cuerpo})} \times 100$$

4.13.4.3 Test visual de cierre

4.13.4.3.1 Primera operación de cierre normal

Es esencial tener una buena primera operación de cierre, para tener un cierre bien terminado. La primera operación es esencial para controlar el gancho de la tapa, el gancho del cuerpo, la profundidad del avellanado, las arrugas en la tapa y el final del gancho. La primera operación también determina la altura de la segunda operación una vez terminada, es decir cuanto más estrecho el perfil de la rulina o moleta de primera operación, es más estrecho el cierre terminado, cuando todas las regulaciones son correctas. La longitud y espesor del cierre de la primera operación variará dependiendo del espesor de la hojalata, del diámetro del envase y del perfil de la ranura.

Cuando se pone en marcha por primera vez una cerradora o cuando son instaladas o reajustadas nuevas rulinas para corregir un defecto de cierre, siempre será necesario eliminar las rulinas de la segunda operación y controlar las series de envases cerrados solamente con la primera operación.

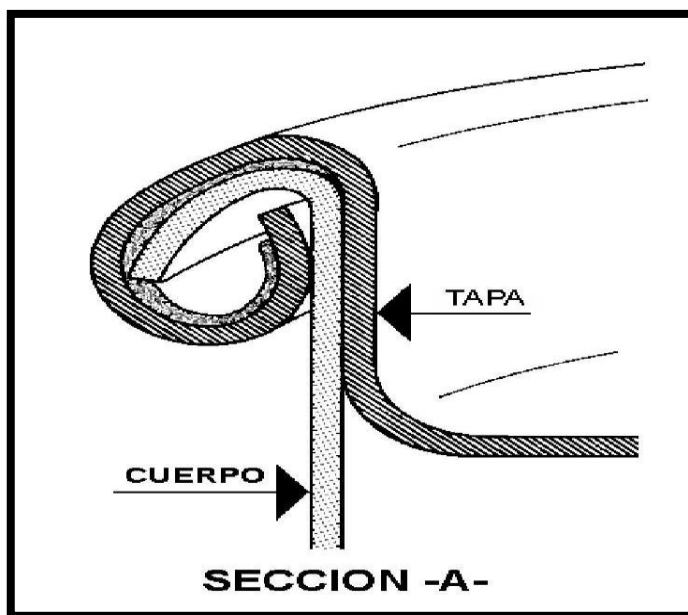


Figura 4.13.4.3.1, Cierre de primera operación,

4.13.4.3.2 Primera operación de cierre apretada

Si la primera operación de cierre está demasiado apretada, su fondo queda casi plano o el gancho de la tapa se mete hacia dentro del gancho del cuerpo

CAUSA	SOLUCIÓN
Rulina de primera operación, demasiado apretada.	Aflojar rulina de primera operación
Perfil primera operación, demasiado estrecho.	Cambiar rulina por una de perfil más estrecho.

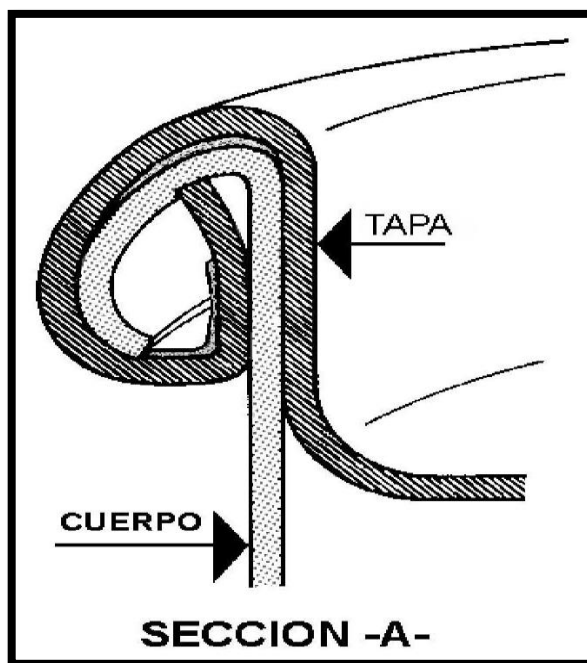


Figura N°4.13.4.3.2, Primera operación de cierre apretada.

4.13.4.3.3 Primera operación de cierre floja

Si la primera operación es demasiado floja, el borde de la tapa no hace bien contacto con el cuerpo del envase, originando un pliegue insuficiente del curvado final, necesario para una buena pestaña y un buen solape.

CAUSA	SOLUCIÓN
Rulina de primera operación, demasiado floja.	Apretar rulina de primera operación
Rulina primera operación, con desgaste	Cambiar rulina por una nueva.
Perfil de rulina demasiado ancho	Cambiar por una con perfil más estrecho

CAPITULO V

5.1 CONTROL DE CALIDAD

El control de calidad tanto en la materia prima como en el producto terminado, además de disponer de medios técnicos y personal altamente calificado, es muy importante para obtener un producto que cumpla con estándares que exige la norma ISO 9000, por ende obtiene la satisfacción del cliente al asegurar la calidad del producto y servicio de manera consistente dada la estandarización de los procedimientos y actividades.

5.2 CONTROL DE CALIDAD EN LA MATERIA PRIMA

5.2.1 Control de espesor de hojalata

5.2.1.1 Materiales

5.2.1.1.1 Micrómetro de exterior

5.2.1.1.2 Muestra de hojalata

5.2.1.1.3 Algodón o papel de traza

5.2.1.1.4 Disolución desbarnizadora

5.2.1.1.5 Acetona

5.2.1.2 Elementos de seguridad

5.2.1.2.1 Ropa de trabajo

5.2.1.2.2 Elementos de protección personal acordes a plan de prevención

5.2.1.3 Modo de trabajo

5.2.1.3.1 Tomar una tira de hojalata a lo ancho de la bobina o una hoja.

5.2.1.3.2 Con el micrómetro de exterior medir el espesor en el centro de la hoja o tira.

5.2.1.3.3 En el caso de hojalata barnizada o litografiada, efectuar un decapado del barniz introduciendo una probeta de hojalata en disolución desbarnizadora; posteriormente enjuagar con agua y limpiar con un algodón o papel de traza impregnado de acetona. A continuación realizar la medida de espesor.

5.2.1.3.4 Anotar el resultado en el registro correspondiente

5.2.1.3.5 Finalmente comprobar que el valor obtenido de espesor, está dentro de las especificaciones de hojalata.

5.2.2 Control de recubrimiento de estaño

5.2.2.1 Materiales

5.2.2.1.1 Equipo medidor de estaño “Stannomatic”



5.2.2.1.2 Disolución Ácido Clorhídrico

5.2.2.1.3 Acetona

5.2.2.1.4 Alcohol Isopropílico

5.2.2.1.5 Disolución desbarnizadora

5.2.2.1.6 papel de traza

5.2.2.2 Elementos de seguridad

5.2.2.2.1 Ropa de trabajo

5.2.2.2.2 Elementos de protección personal acordes a plan de prevención

5.2.2.3 Modo de trabajo

5.2.2.3.1 Introducir los datos de la bobina/paquete hojalata en el programa del Stannomatic, seleccionando el tipo de recubrimiento nominal de la hojalata.

5.2.2.3.2 Tomar la tira de la bobina/ hoja en el sentido longitudinal de laminación de la hojalata, y obtener tres probetas de 10 cm x 10 cm en posición izquierda, centro y derecha, dejando al menos 25 mm a cada lado de los bordes, (Figura N° 3).

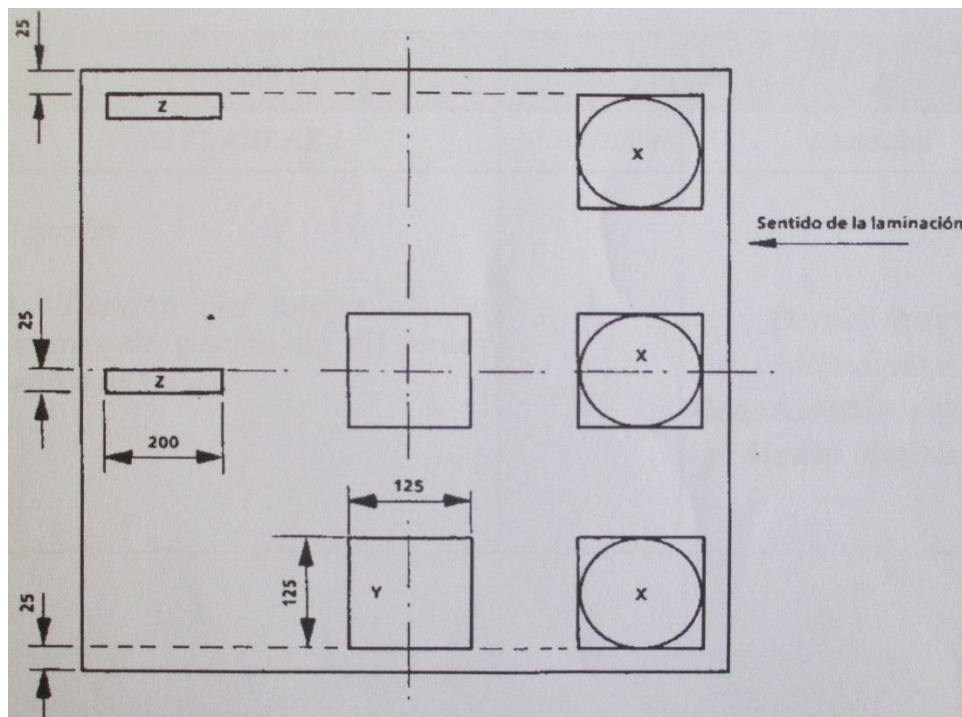


Figura N°3, Disposición de corte de probetas en la hojalata.

X: Son las muestras para la determinación de la masa de recubrimiento.

Y: Son las muestras para la determinación de la dureza y de la variación del espesor.

Z: Es la muestra para el ensayo de tracción.

5.2.2.3.3 En el caso de efectuar una verificación del recubrimiento de estaño, se obtiene solamente la probeta lateral (más desfavorable).

5.2.2.3.4 En el caso de hojalata barnizada o litografiada, efectuar un decapado del barniz introduciendo una probeta de hojalata en disolución desbarnizadora; posteriormente enjuagar con agua y limpiar con un algodón o papel de traza impregnado en acetona.

5.2.2.3.4 Limpiar las muestras de hojalata frotando con un papel empapado en alcohol o disolvente.

5.2.2.3.5 Colocar cada probeta en la celda del Stannomatic, llenar la celda de electrólisis con disolución Ácido Clorhídrico, y comenzar el proceso de medida. Comprobar visualmente que se ha desestañado la probeta en su totalidad y en caso contrario, repetir la medida.

5.2.2.3.6 Anotar los resultados en el sistema informático.

5.2.2.3.7 Comprobar que el valor obtenido está dentro de los rangos de aceptación de las especificaciones de la hojalata.

5.2.3 Control de temper

5.2.3.1 Materiales

5.2.2.1.1 Durómetro



Figura N°1

5.2.2.1.2 Probeta de hojalata

5.2.3.2 Elementos de seguridad

5.2.3.2.1 Ropa de trabajo

5.2.3.2.2 Elementos de protección personal acordes a plan de prevención

5.2.3.3 Modo de trabajo

5.2.3.3.1 Tomar una tira de hojalata a lo ancho de la bobina/paquete, tomar una muestra y desestañar (se puede utilizar una de las muestras obtenidas del control de recubrimiento de estaño). Obtener una probeta de 1cm x 1cm aproximadamente.

5.2.3.3.2 Introducir la muestra en el durómetro aplicándole una precarga de 3 Kg y posteriormente una carga de 30 Kg.

5.2.3.3.3 Anotar el resultado del medidor analógico en el registro correspondiente.

5.2.3.3.4 Comprobar que el valor obtenido de dureza está dentro de los rangos de aceptación de las especificaciones de hojalata.

5.2.4 Control de peso película seca

5.2.4.1 Materiales

5.2.4.1.1 Hoja barnizada

5.2.4.1.2 Cinta adhesiva extra fuerte

5.2.4.1.3 Acetona

5.2.4.1.4 Pinzas

5.2.4.1.5 Disolución desbarnizadora

5.2.4.1.6 Algodón o papel de traza

5.2.4.1.7 Mechero bunsen



Figura N° 5.2.4.1.7, Mechero bunsen.

5.2.4.1.8 Balanza de precisión



Figura N°5.2.4.1.8, Balanza de precisión.

5.2.4.1.9 Troqueladora



Figura N° 5.2.4.1.9, Troqueladora.

5.2.4.2 Elementos de seguridad

5.2.4.2.1 Ropa de trabajo

5.2.4.2.2 Elementos de protección personal acordes a plan de prevención

5.2.4.3 Modo de trabajo

5.2.4.3.1 Peso película seca material barnizado

- Tomar una hoja de cada orden de barnizado.
- Cortar una probeta circular de superficie "S" de la hoja barnizada con la ayuda de la troqueladora.
- Limpiar la superficie de la probeta, frotando ligeramente de un algodón o papel de traza impregnado con acetona, y dejar secar.
- En el caso de utilizar una solución desbarnizadora a base de etilenglicol, pesar la probeta, anotar P₁ y proteger con cinta adhesiva extrafuerte la superficie de la probeta en la que no se vaya a determinar el peso de película seca.
- Si se empleara una disolución desbarnizadora a base de anilina, eliminar físicamente el barniz de esa superficie con una rasquilla, y posteriormente pesar la probeta y anotar P₁.
- Introducir la probeta en la solución desbarnizadora calentada con mechero bunsen con ayuda de unas pinzas.
- Una vez transcurrido el tiempo de desbarnizado, extraer la probeta de la disolución desbarnizadora con unas pinzas, enjuagar con agua, quitar la cinta adhesiva si se ha utilizado etilenglicol, y limpiar ambas superficies de la probeta con un algodón o papel de traza impregnado de acetona.
- Secar frotando con un papel de traza seco y volver a pesar. Anotar P₂ en el registro correspondiente.
- Comprobar que el valor obtenido está dentro de los rangos de aceptación de las especificaciones de barnizado.

$$\mathbf{5.2.5 \text{ Peso Película Seca (g/m}^2\text{)} = \frac{10000 \times (P_1 - P_2)}{S}}$$

Donde:

P₁ = Peso de probeta con barniz

P₂ = Peso de probeta desbarnizada

S = 35.94 cm² (circular)

5.2.6 Control de adherencia de barniz

5.2.6.1 Materiales

5.2.6.1.1 Rayador

5.2.6.1.2 Cinta adhesiva

5.2.6.1.3 Disolución Sulfato de cobre

5.2.6.2 Elementos de seguridad

5.2.6.2.1 Ropa de trabajo

5.2.6.2.2 Buena iluminación

5.2.6.2.3 Elementos de protección personal acordes a plan de prevención

5.2.6.3 Modo de trabajo

5.2.6.3.1 Tomar una hoja barnizada del primer paquete de partida.

5.2.6.3.2 Rayar la superficie de la hoja con el rayador de forma enrejada.

5.2.6.3.3 Cubrir la superficie rayada con cinta adhesiva bien pegada y sin burbujas de aire.

5.2.6.3.4 Transcurridos 30 segundos, tirar fuerte y en ángulo recto para desprender la cinta.

5.2.6.3.5 Frotar con un algodón empapado en sulfato de cobre.

5.2.6.3.6 Comprobar visualmente el grado de desprendimiento del barniz en el enrejado, y comprobar con la tabla de adherencia de barniz.

5.2.6.3.7 Anotar el resultado en el registro correspondiente.

5.2.6.3.8 Comprobar que el valor obtenido está dentro de los rangos de aceptación de las especificaciones de barnizado.

5.2.6.3.9 Tabla de valores de adherencia de barniz

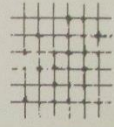
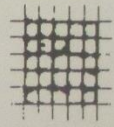
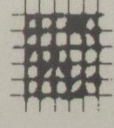
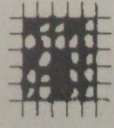
Clasificación	Descripción	Aspecto de la superficie de la zona cuadrículada con desprendimientos (ejemplo para 6 incisiones paralelas)
0	Los bordes de las incisiones son perfectamente lisos; ningún cuadrado del enrejado se ha desprendido	—
1	Se observan ligeros desprendimientos del revestimiento en las intersecciones de las incisiones. El área afectada no es mucho mayor al 5%	
2	Se observan desprendimientos del revestimiento en los bordes y/o en las intersecciones de las incisiones. El área afectada es del 5 al 15% aproximadamente	
3	El revestimiento se ha desprendido parcial o totalmente en grandes bandas a lo largo de los bordes de las incisiones y/o se ha desprendido parcial o totalmente en distintas partes de los cuadrados. El área afectada es del 15% al 35% aproximadamente	
4	El revestimiento se ha desprendido en grandes bandas a lo largo de los bordes de las incisiones y/o algunos cuadrados se han desprendido parcial o totalmente. El área afectada es del 35% al 65% aproximadamente	
5	Se observa un grado de desprendimiento superior al de la clasificación 4	

Figura N°5.2.6.3.9, Tabla de valores adherencia de barniz.

5.2.7 Control de porosidad interna / externa

5.2.7.1 Materiales

5.2.7.1.1 Disolución de sulfato de cobre

5.2.7.1.2 Papel de traza o algodón

5.2.7.2 Elementos de seguridad

5.2.7.2.1 Ropa de trabajo

5.2.7.2.2 Buena iluminación

5.2.7.2.3 Elementos de protección personal acordes a plan de prevención

5.2.7.3 Modo de trabajo

5.2.7.3.1 Tomar una hoja barnizada del primer paquete de partida, o una hoja por orden de barniz de tapas y depositarla sobre una mesa horizontal.

5.2.7.3.2 Empapar un algodón en sulfato de cobre y frotar toda la superficie de la hoja con el mismo.

5.2.7.3.3 Transcurrido un minuto, secar con un papel la superficie de la hoja y comprobar el nivel de porosidad (puntos rojizos que aparecen sobre la superficie de la hojalata) que presenta.

5.2.7.3.4 Comprobar que el valor obtenido está dentro de los rangos de aceptación de las especificaciones de barnizado.

5.2.7.3.5 Anotar el resultado, Ausencia (0), porosidad baja (B), o porosidad alta (A) en el registro correspondiente.

5.2.8 Control del color de litografía

5.2.8.1 Materiales

5.2.8.1.1 Hoja litografiada

5.2.8.1.2 Archivo de cuerpos litografiados

5.2.8.1.3 Pruebas de impresión

5.2.8.2 Elementos de seguridad

5.2.8.2.1 Buena iluminación

5.2.8.2.2 Ropa de trabajo

5.2.8.2.3 Elementos de protección personal acordes a plan de prevención

5.2.8.3 Definición

- **Incidencia de menor grado:** Ligera desviación en la intensidad y tonalidad de un color respecto de un testigo que no implica una diferencia significativa en el aspecto global de toda la litografía.

5.2.8.4 Modo de trabajo

5.2.8.4.1 Tomar una hoja de cada tiraje de litografía.

5.2.8.4.2 Realizar una comparación visual del aspecto general de la litografía de cada uno de los diferentes artículos presentes en la hoja litografiada en los siguientes casos:

- Artículos litografiados a partir de bocetos corrientes: comparar con muestras presentes en archivos de cuerpos litografiados.
- Artículos litografiados a partir de bocetos nuevos: comparar con pruebas de impresión por parte del departamento de litografía.

5.2.8.4.3 Anotar el resultado de la evaluación en el registro correspondiente.

5.2.8.4.4 Definir la conformidad o no conformidad del producto.

5.3 CONTROL DE CALIDAD EN EL PRODUCTO TERMINADO

5.3.1 Control de electrotest

5.3.1.1 Materiales

5.3.1.1.1 Tijeras

5.3.1.1.2 Cronómetro

5.3.1.1.3 Disolución de electrotest

5.3.1.1.4 Analizador de porosidad

5.3.2 Elementos de seguridad

5.3.2.1 Ropa de trabajo

5.3.2.2 Elementos de protección personal

5.3.3 Modo de trabajo

Nota: Este ensayo es aplicable a envases barnizados interiormente.

5.3.3.1 Tomar un número de envases definido.

5.3.3.2 Efectuar un corte en la pestaña de cada uno de los envases con la tijera.

5.3.3.3 Llenar cada envase con disolución de electrotest hasta una altura de 5 mm por debajo de la altura total del envase.

5.3.3.4 Ajustar el voltaje aplicado en el analizador de porosidad a 6.4 voltios.

5.3.3.5 Conectar la pinza (ánodo) en el corte efectuado en la pestaña del envase.

5.3.3.6 Introducir el electrodo cilíndrico (cátodo) en la vertical central del envase y en contacto con la disolución anterior que llena el envase.

5.3.3.7 Asegurar el contacto eléctrico del circuito creado. En caso contrario revisar los contactos respectivos del ánodo y cátodo.

5.3.3.8 Poner en marcha el cronómetro con una duración de cinco minutos.

5.3.3.9 Anotar el resultado de intensidad de corriente medido (intensidad electrotest).

5.3.3.10 Realizar el siguiente cálculo:

$$I = (\text{mA/cm}^2 \times 10^{-3}) = K \times I \text{ electrotest (mA)}$$

Donde:

I (mA/cm²) = Densidad de corriente

I electrotest (mA) = Valor medido de intensidad de corriente

K = Coeficiente de cálculo de densidad de corriente

5.3.3.11 Comprobar que el valor obtenido de densidad de corriente está dentro de los rangos de aceptación.

5.3.3.12 Si el resultado estuviera fuera de las tolerancias, llenar el envase con disolución de sulfato de cobre y tras dos minutos, enjuagar con agua y determinar la presencia de porosidad por la existencia de puntos de color rojizo.

5.3.2 Control de prueba de estanqueidad

5.3.2.1 Materiales

5.3.2.1.1 Cantidad de envases según número de troqueles, específicamente tres por troquel.

5.3.2.1.2 Comprobador de estanqueidad

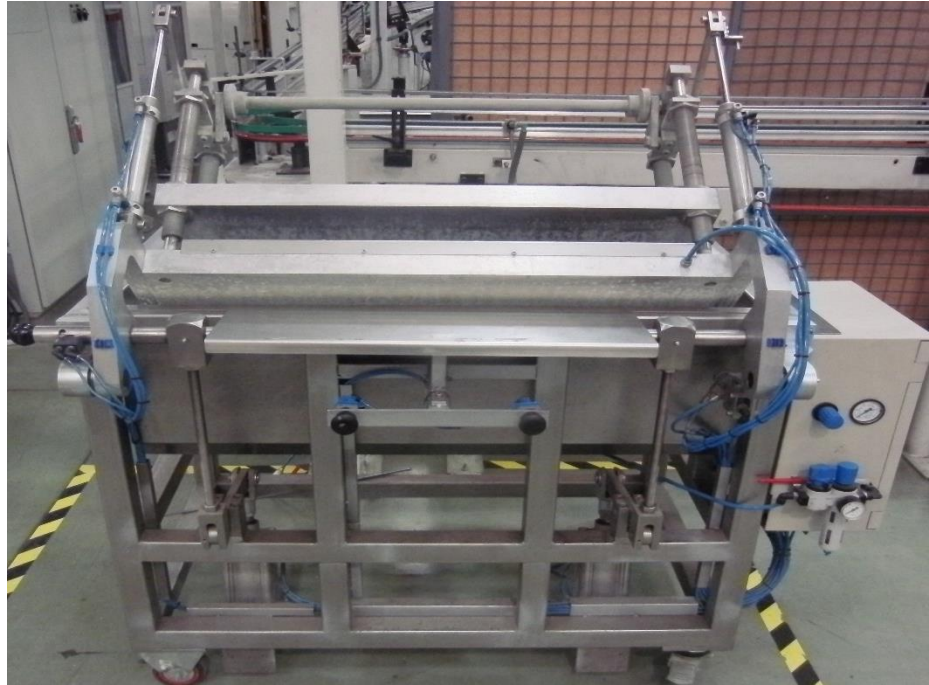


Figura N°5.3.2.1.2, Comprobador de estanqueidad.

5.3.2.2 Elementos de seguridad

5.3.2.2.1 Ropa de trabajo

5.3.2.2.2 Elementos de protección personal acordes a plan de prevención

5.3.2.3 Modo de trabajo

5.3.2.3.1 Comprobar que la presión de aire aplicada es de 1.5 Bar para envase cilíndrico.

5.3.2.3.2 Revisar el nivel de agua en el comprobador.

5.3.2.3.3 Introducir los envases en el soporte del comprobador.

5.3.2.3.4 Pulsar en forma simultánea los interruptores de accionamiento de soporte sumergible.

5.3.2.3.5 Una vez que los envases se encuentren sumergidos, verificar la ausencia de burbujeos continuado en la pestaña del envase y en forma general.

5.3.2.3.6 En el caso de detectar burbujeos continuos, desmontar el envase y verificar su estado determinando de esta forma la causa raíz del defecto y por consiguiente la detención de la producción para eliminar problema.

5.3.2.3.7 Durante el proceso de producción de envases, se debe realizar este control cada veinte minutos.

5.3.2.3.8 Anotar los controles efectuados durante el turno en el registro correspondiente.

5.3.3 Control de tratamiento térmico en autoclave

5.3.3.1 Materiales

5.3.3.1.1 Autoclave



Figura N °5.3.3.1.1, Autoclave.

5.3.3.2 Elementos de seguridad

5.3.3.2.1 Ropa de trabajo

5.3.3.2.2 Guantes antitérmicos

5.3.3.2.3 Elementos de protección personal acordes a plan de prevención

5.3.3.3 Modo de trabajo

5.3.3.3.1 Seleccionar los envases o tapas correspondientes.

5.3.3.3.2 Regular el nivel de agua de autoclave que cubre las resistencias hasta la marca de nivel abriendo la entrada de agua.

5.3.3.3.3 Introducir los envases/tapas en el interior de la cesta de autoclave.

5.3.3.3.4 Cerrar la tapa de autoclave llevando hasta el final de carrera, las tuercas de seguridad.

5.3.3.3.5 Abrir la espita de salida de vapor.

5.3.3.3.6 Conectar el controlador automático de regulación de temperatura, comprobando que están predeterminados los siguientes indicadores de tratamiento térmico:

- Temperatura de esterilización
- Tiempo total de autoclavado: 90 minutos
- En autoclave semiautomático efectuar manualmente las siguientes Comprobaciones:
 - Verificar la completa expulsión del aire contenido en el interior del autoclave, cuando comience a fluir vapor de agua de forma continua por la espita de salida y la temperatura del termómetro sea superior a 90 °C.
 - Cerrar la espita de salida de vapor para que aumente gradualmente la presión y temperatura en el interior del autoclave.

5.3.3.3.7 Tras comprobar que la presión del manómetro sea cero, abrir la tapa de autoclave con la ayuda de guantes antitérmicos.

5.3.3.3.8 Sacar la cesta de autoclave con ayuda de guantes antitérmicos y dejar enfriar los envases/tapas a temperatura ambiente.

5.3.3.3.9 Anotar el resultado de la visualización en el registro correspondiente.

5.3.3.3.10 Comprobar la ausencia de defectos definidos según en el rango de aceptación del plan de control correspondiente.

5.3.4 Control dimensional del envase

5.3.4.1 Materiales

5.3.4.1.1 Cantidad de envases según número de troqueles, específicamente tres por troquel.

5.3.4.1.2 Reloj Comparador con base mármol.

5.3.4.1.3 Plano del envase.



Figura N°5.3.4.1.2, Reloj Comparador con base mármol.

5.3.4.2 Elementos de seguridad

5.3.4.2.1 Ropa de trabajo

5.3.4.2.2 Elementos de protección personal acordes a plan de prevención

5.3.4.3 Modo de trabajo

5.3.4.3.1 Posicionar el envase en el reloj y efectuar medición en cuatro puntos a noventa grados, en la altura total y en altura inferior de panel central.

5.3.4.3.2 anotar resultados y calcular el promedio entre el límite inferior y superior.

5.3.4.3.3 Comparar resultados de acuerdo a medidas según plano del envase.

CONCLUSIÓN

Los envases metálicos para conservas forman parte de un proceso de fabricación mecánica, y en la cual se requieren maquinarias de alto desempeño y especificación. Los envases metálicos y sus diversos tipos son empleados en la industria alimentaria, se utilizan distintos materiales y maquinarias específicas para la creación de envases metálicos, necesarios para la industria alimentaria y los posteriores consumidores. Gracias al avance tecnológico se crean envases con alto estándar de alta calidad, los cuales se fabrican en frío. Sin duda alguna la industria Conservera cumple un rol muy importante en el área de la alimentación, proveyendo el envase necesario para los distintos tipos de alimentos que se conservan en la actualidad en envases metálicos.

BIBLIOGRAFÍA

Autor: Mario Rossi.

Título: Estampado en frío de la chapa.

Editorial: Dossat, S.A

Año: 1979.

Autor: Mikell P. Groover.

Título: Fundamentos de manufactura moderna.

Editorial: MCGraw-Hill.

Año: 2007.

<http://www.slideshare.net/oscarprieto/embutido-corte-y-troquelado>

Categoría: Procesos de manufactura

[Consulta: 09 de mayo 2014]

<http://es.wikipedia.org/wiki/Embutici%C3%B3n>

Categoría: Proceso de conformado

[Consulta: 15 de mayo 2014]

<http://www.mundolatas.com/Informacion%20tecnica/Portada%20INFORMACION%20TECNICA.htm>

Categoría: Información técnica

[Consulta: 04 junio 2014]

Autor: Serope Kalpakjian y Steven Schmid.

Título: Manufactura, ingeniería y tecnología.

Editorial: Prentice Hall.

Año: 2002

