

# Contrucción formal

Fabio Cruz P.

## **Edición y esquemas**

Nicolás Abarca  
Patricio Contreras  
Daniela Labra  
Constanza Ordenes  
Daniel Serrano  
Rodrigo Varela

2º año diseño industrial

e.ad

# Índice

PRÓLOGO	5
Primera parte PLANTEAMIENTO GENERAL	9
Segunda parte LA MEDIDA EN EL MUNDO MATERIAL	19
Tercera parte MATERIALIZACIÓN DE LA IMAGEN FORMAL	25
Cuarta parte ACERCA DEL MENSAJE CONSTRUCTIVO	59
Apéndice PROCESOS INDUSTRIALES	67



## PRÓLOGO

*Este texto trata acerca de los procesos constructivos que se requieren para llevar a cabo cualquier clase de obra material. Es decir, sus conceptos son aplicables con pleno rigor tanto a la realización de un edificio de última generación, como para cocinar un plato de comida. Está escrito con un lenguaje general que expresamente evita cualquier especialización, por lo que no tiene tiempo. El modo que propone para enfrentarse a cualquier tipo de construcción no depende de los avances tecnológicos, pues se sitúa precisamente en la esencia de toda tecnología. Es, en el fondo, un tratado acerca de la técnica, pero entendida ésta como la posibilidad de lo creativo; la técnica en sí misma considerada como un medio -y no como un fin- de la creatividad. La "Construcción Formal" de Fabio Cruz es la invención de un lenguaje y como tal sirve a la comunicación de los oficios; los reúne en un campo común de suerte que hace posible la interacción, reunión y colaboración de múltiples disciplinas frente a casos constructivos de la más variada índole. Un verdadero lenguaje es aquel que permite la comunicación entre campos disímiles y distantes; que consigue establecer parámetros objetivos sobre los cuales se funde una relación efectiva y real entre especialidades que normalmente no pueden comunicarse. El que un buen albañil pueda conversar en el mismo lenguaje con un ingeniero constructor de puentes y éstos con un pintor, no es una cuestión corriente. Es por ello que nos parece que este escrito puede hacer un inmenso aporte al desarrollo creativo de diferentes disciplinas técnicas, profesionales y artísticas.*

*El libro "Construcción Formal" es la creación de un lenguaje abstracto que relaciona a las actividades creativas que se ocupan de tratar con la materia. No importa ni el oficio ni la ocupación. Su importancia reside en que se trata de una creación profundamente original que introduce un lenguaje que puede comunicar a los oficios allí donde antes no había comunicación posible. Este es un libro que se ocupa del buen obrar y la seriedad con que se toma el hecho mismo de una obra -cualquier obra- da cuenta de un intento por aprender de los secretos que toda construcción conlleva.*

*Este texto es significativo, sensible y de profunda utilidad para todos aquellos oficios que tratan de diferentes maneras con la materia, y se ha venido impartiendo, durante los últimos 20 años, como un constituyente fundamental de los cursos de construcción (no es un texto de consulta, sino que tiene la cualidad y calidad de un curso en sí mismo) en las carreras de arquitectura y diseño industrial de la Escuela de Arquitectura y Diseño de la U.C.V.*

*A través de este libro pretendemos extender las ideas expuestas a todas las instancias académicas, profesionales y artísticas que anhelan interrelacionarse y comunicarse, mediante la creación de obras materiales.*

Jaime Reyes G.

Poeta

Primera Parte

# PLANTEAMIENTO GENERAL









## a. Cuerpos Materiales y Artificiales.

Si miramos a nuestro alrededor, vemos que estamos rodeados de una infinidad de cuerpos materiales de que nos servimos para dar curso a nuestra vida: utensilios, herramientas, máquinas, muebles, edificaciones, etc., etc.

Estos cuerpos no se encuentran en la naturaleza con el orden, forma y características que les exigimos. Vale decir, que ha sido necesario construirlos especialmente. Son, por lo tanto, cuerpos artificiales o “artefactos” (artificio, hecho por arte).

Para su construcción empleamos materiales de distinta índole que transformamos (= modificamos su forma) y disponemos en el espacio según un orden que nos habíamos propuesto de antemano, según un “proyecto”. Tales materiales a que echamos mano los llamamos, hablando en términos generales “materia prima”.

Cabe señalar que salvo cuando se trata de situaciones especialmente primitivas o aisladas, la “materia prima” con que se construye un cuerpo artificial no se encuentra en estado natural, sino que forma parte de un patrimonio de materiales que ha sido preparado en procesos anteriores.

Podemos distinguir tres situaciones o momentos en este construirse de los objetos aludidos:

- La existencia de un propósito inicial (o proyecto) en que se prefigura el ordenamiento que habrá que darle al o los materiales.
- El proceso en que los materiales se van disponiendo concretamente según el propósito.
- La existencia independiente y finiquitada del nuevo cuerpo material.

## b. Aspecto Constructivo Formal.

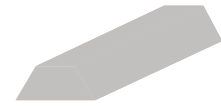
En este estudio nos proponemos reflexionar fundamentalmente en torno al segundo paso de esta secuencia, el cual se vincula necesariamente con el primero y con el último. Además, esta reflexión la haremos desde el punto de vista de la consecución de la forma material del objeto – por eso al curso lo denominamos “construcción formal”.

Con esto queremos decir que se tratará de reparar y considerar sólo aquellos aspectos que tengan incidencia directa en la forma del cuerpo.



Esquema A.a.1

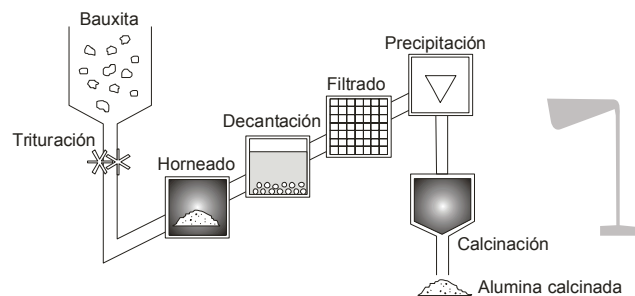
Materia prima en estado natural.



Propósito formal  
Lingote de aluminio.



Planteamiento de los materiales.



Esquema A.a.2.

Proceso de disposición de los materiales escogidos.



Imagen formal - Lingote  
para la refundición de  
aluminio.

Este punto de vista abre el campo del estudio a cualquier magnitud que pueda tener el cuerpo o artefacto construido - magnitud, eso sí, de orden macroscópico – desde un alfiler o un engranaje de reloj hasta el muro de una represa o la cinta de un camino; y ante cualquier material sólido: cuerpos de acero, de madera, de tierra, de paja o de lana; ante cualquier posición o ubicación en el espacio: una pieza suelta (por ej. un clavo) o un pilar empotrado en el suelo, vale decir, en un punto preciso de la tierra; ante cualquier función: un surco para sembrar, una ventana, una taza; ante cualquier grado de desarrollo tecnológico: lo construido por pueblos salvajes o civilizados.

Se pretende así abarcar todas las obras materiales que edifican los hombres, de acuerdo a un propósito formal, y tener un grado de generalidad que sea válido en todos los casos.

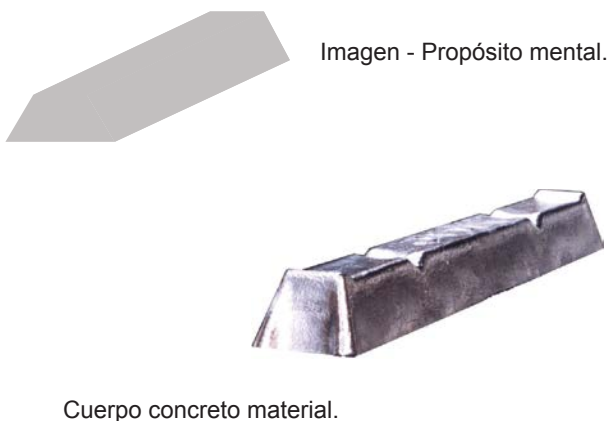
Volviendo a lo señalado anteriormente respecto a los tres momentos que distinguimos, podemos ahora precisar más y decir: el propósito aludido es un propósito formal; los materiales se seleccionan y disponen en el espacio en razón de la consecución de una forma; finalmente, lo que cobra existencia independiente es un cuerpo conformado.

Es debido a este punto de vista específico que no se considera, por ejemplo, propiedades de resistencia, o tales como las acústicas o térmicas o de conductibilidad eléctrica que puedan tener los materiales como tampoco sus características “plásticas” (estéticas).

### c. Imagen Formal.

Mirado globalmente, podemos decir que en este proceso ha tenido lugar el paso de un propósito mental – “interior” – a una realización material – “exterior”; en otras palabras, el paso de una imagen a un cuerpo concreto material.

Con relación al ‘propósito formal’ o ‘imagen formal’, que hemos mencionado, cabe señalar que con ella estamos aludiendo a la figuración (“simulación”) que nos hacemos mentalmente del objeto que queremos realizar, no se pretende aludir en ningún caso a cómo se origina y gesta en nosotros tal propósito o voluntad de realización. Y para más claridad, podemos decir que tal propósito o imagen formal se configura igualmente y con similares características para nuestro estudio cuando se trata de reproducir o copiar un objeto material ya



existente, el cual se constituye así en el modelo que guía nuestra actividad constructora. En este caso, para poder llevar a cabo la construcción del nuevo cuerpo es absolutamente imprescindible que el objeto que sirve de modelo primero se “convierta” en propósito formal: el objeto material en sí es inerte, inoperante (aquí no nos estamos refiriendo a seres orgánicos vivientes). Según lo afirmado, podríamos definir ahora la construcción que nos proponemos estudiar como el “proceso de materialización de una imagen formal”.

Si nos detenemos a reflexionar en este proceso veremos que encierra un hecho muy complejo y difícil de explicar: ese paso – o mejor dicho salto – que es necesario dar para relacionar dos dominios aparentemente contradictorios e irreconciliables: el del pensamiento (al cual pertenece la imagen), que es el de las abstracciones y generalizaciones; y el de lo material, que es justamente el de las particularidades.

Y sin embargo, para que se pueda construir artificialmente un nuevo cuerpo material es ineludible que se produzca este encuentro especial y esta suerte de adecuación impropia.

## Transmisión de Información Formal

¿Cómo tiene lugar este encuentro? Podemos desde luego afirmar lo siguiente: es necesario que el propósito formal (o imagen propósito, o proyecto formal) adquiera una modalidad y características tales que sea transmisible a los materiales y, obviamente, recibida por éstos (¡que sea “entendible” por los materiales!).

## Capacidad formal

A la aptitud del material para recibir bajo cierta manera y en determinadas condiciones el propósito formal, la denominaremos Capacidad Formal. Por muy múltiples y variantes que nos aparezcan estas capacidades en algunos materiales, podemos decir que para los efectos del proceso constructivo, cada material tiene ciertas potencialidades formales y no otras. Dicho en términos de la metafórica, el material sólo podrá “entender” una gama delimitada de instrucciones formales - variable, desde luego, según las condiciones en que éstas son transmitidas.

## Abstracción

Se trata, entonces, de la transmisión y recepción de una información (información, in-formar, introducir una forma).

Esta información – para ser eficiente, operante – deberá tener la capacidad de pertenecer en determinada medida tanto al dominio de la imagen-propósito como al de los materiales, sin ser ella ni lo uno ni lo otro completo. ¡Porque “todo” no es información transmisible, es la cosa misma!

Es necesario, por lo tanto, para constituir la información, seleccionar ciertos aspectos – los más eminentes, los más determinantes, los más eficaces – en vistas a la acción constructiva que pretendemos llevar a cabo.

A este proceso selectivo según un punto de vista lo llamamos abstraer (abstraer: traer separado).

## Rasgos

En nuestro caso, se trata de transmitir formas. Tomando como ejemplo el dibujo figurativo en cuanto se ocupa de representar bidimensionalmente la forma de cuerpos materiales, vamos a denominar Rasgos a aquellas partes determinantes de la forma que conviene abstraer en vistas a la exteriorización del propósito formal.

Entonces, podemos decir que el proceso constructivo formal consiste en transmitir a materiales formalmente capaces, una información que consta de Rasgos abstraídos del propósito formal.

Y si expresamos este “transmitir” bajo la palabra más activa y más propia de los materiales: “imprimir” (imprimir, in-presionar: presionar hacia dentro), podemos definir la construcción formal como: el proceso de impresión en los materiales elegidos, de los rasgos formales abstraídos de la imagen-propósito.



Dibujo figurativo , poseedor de los rasgos que conviene abstraer en cuanto a forma y que serán transmitidos al cuerpo concreto material (lata de bebida).

## El Medio Impresor

Con relación a esa dualidad difícil de conciliar: 'imagen abstracta' (gral.) v/s. 'materia concreta' (partic.) hemos avanzado con la introducción de lo que hemos denominado rasgo, por cuanto éste viene a constituir un elemento en cierta medida común a ambos dominios.

Sin embargo, aún no hemos aclarado cómo este rasgo se materializa, se "encarna" realmente, en la cosa que estamos construyendo.

Para que esto acontezca es necesario que el rasgo se introduzca o vierta en un medio impresor. Este medio, a su vez, accionando el material en su capacidad formal, aprovechándose de ella, transmite el rasgo dejándolo "impreso" en el material.

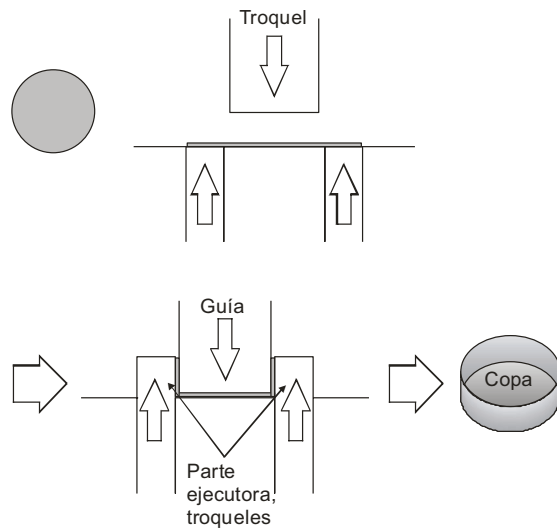
Esta reunión o apareamiento eficiente del material constructivo y el medio impresor conlleva, obviamente, la aplicación de determinadas fuerzas o energías transformadoras.

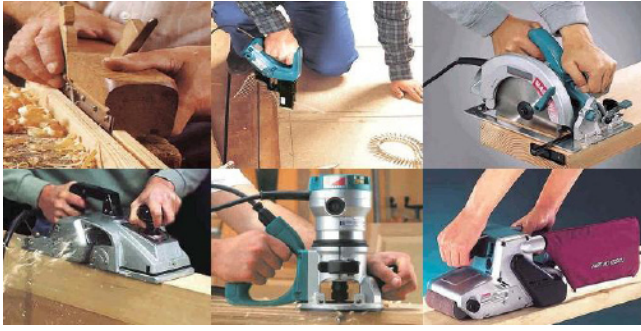
Desde luego señalamos que, tanto el material, como el medio impresor, como la energía, abarcan un amplísimo abanico de tipos y características, variable según los procesos y formas constructivas de que se trate.



Troqueladora - Medio impresor - imprime rasgos en el material aluminio. Ejemplo: fabricación de copas para latas de bebida.

Esquema A.g.2

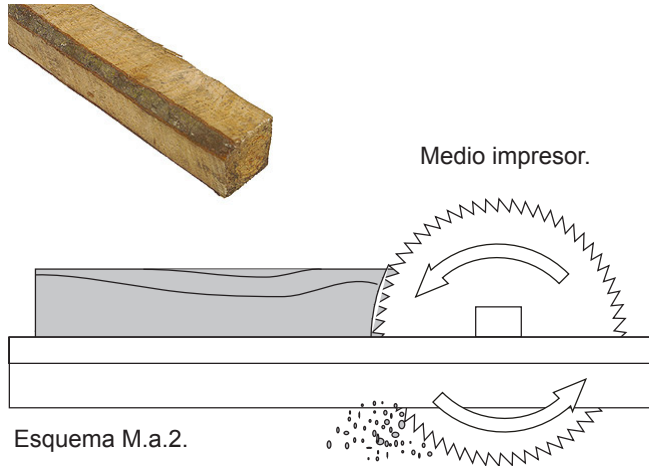




Nuestro cuerpo es el traductor, pues es quien aporta la energía para transmitir los rasgos en el cuerpo a conformar mediante el medio impresor.

### Caso 1

Imagen formal - Paralelepípedo de madera.



### Caso 2



Medio impresor - superficie y boquilla por donde sale la arena.

## Nuestro Cuerpo, Unico Traductor

Al introducir la idea de medio impresor, todavía no hemos respondido cabalmente a la encrucijada en que nos coloca la relación: imagen mental – materia particular; ya que no hemos explicado cómo los rasgos formales se introducen en el medio impresor.

Tomemos como ejemplos dos casos de construcción bien diferentes: la construcción de un paralelepípedo de madera, y la de un cono de arena seca.

Hemos dicho que para que tenga lugar un hecho constructivo es necesario introducir el material conformable en un medio impresor (= portador de los rasgos formales).

En el primer caso vamos a decir, esquemáticamente, que el medio impresor es una sierra circular en movimiento a través de la cual se pasa el tronco en determinado ángulo, n veces; la madera, adecuando sus fibras y propiedades

“naturales” a este medio impresor, se irá disponiendo en el orden formal deseado.

En este banco aserrador – dijimos – deben estar contenidos los rasgos formales; ciertos rasgos y no otros, atendido nuestro propósito formal y el material empleado.

En el segundo caso diremos que el medio impresor es fundamentalmente una superficie donde se asentará el nuevo cuerpo, y una tolva con su boquilla, a través de la cual pasa cierta cantidad de arena seca en condiciones climáticas dadas. La arena, siguiendo su “talud natural”, se irá disponiendo en la forma cónica que nos habíamos propuesto.

Pero ¿cómo y por quién fueron introducidos en el medio impresor los rasgos adecuados? ¿Cómo se concibieron tales instrumentos?

Si seguimos este camino hacia atrás llegaremos a la conclusión que la selección de rasgos y su traspaso originario y primero a aquellos cuerpos que después serán empleados como herramientas o medio impresor, fueron realizados directamente por el cuerpo humano. Quiero decir que lo que nuestra mente concibió, se introdujo en la materia exterior y salió a luz por primera vez a través de nuestro cuerpo y sus miembros. Todo el proceso de traducción del mundo de las generalizaciones al mundo de las particularizaciones tiene lugar



en nuestro cuerpo.

Esa distancia entre orillas – aparentemente inconciliables – ha sido salvada a la postre por nuestro cuerpo entero, poseedor de ambas orillas y puente entre ellas. (De esta manera se lleva a cabo un proceso inverso al que se realizó en la percepción y formación de imágenes).

## La Regeneración Material del Objeto

De todos modos, lo que es muy importante insistir para nuestro estudio sea cual fuera el modo como originariamente ha sucedido esta introducción, es que en cada medio impresor están contenidos ciertos rasgos específicos y cierta cantidad de energía transformadora.

Y estos rasgos, al ser traspasados por el medio impresor al material poseedor de una particular capacidad formal, desencadenan en éste una acción que engendra – mejor dicho, regenera – la forma contenida en la imagen propósito; imagen que, para los efectos de nuestro estudio, puede provenir de un modelo existente que queremos reproducir o de un cuerpo nuevo que hemos concebido.



Segunda Parte

## LA MEDIDA EN EL MUNDO MATERIAL



Dentro del mundo material no tienen cabida ni aplicación, en sentido estricto, conceptos válidos en el espacio geométrico tales como: igualdad, congruencia, semejanza.

Ello se debe a que no existe, ni es posible que exista, un cuerpo material “idéntico” a otro – al menos a escala macroscópica -: no hay un diedro igual a otro, una longitud igual a otra; no hay un plano que sea plano ni un cilindro que sea propiamente un cilindro, etc.

Este hecho se da tanto en los cuerpos naturales como en los cuerpos producidos artificialmente.

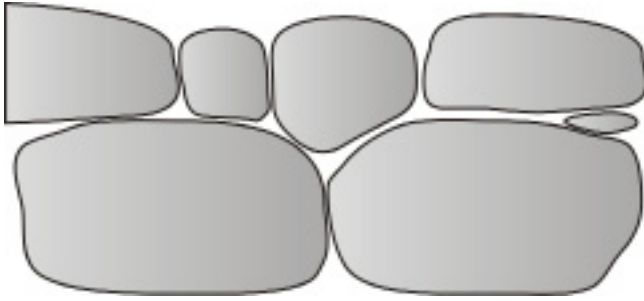
Tenemos entonces, que los cuerpos materiales que construimos son sólo “parecidos” a los propósitos formales (imágenes formales) que les sirven de origen y modelo. Así como en nuestra mente no caben sino generalizaciones, en el mundo material no hay sino particularizaciones.

## MARGEN DE JUEGO DE PARTICULARIDADES

Ahora bien, al construir un artefacto debemos acoger necesariamente estas particularidades y, para gobernarlas, debemos encuadrarlas dentro de ciertos rangos que nos fijamos previamente de acuerdo a las circunstancias concretas de cada caso.

A este rango formal de encuadramiento lo denominaremos “Margen de Juego de Particularidades” o simplemente “margen de particularidades” (MJP).

Ordinariamente, a este rango de medidas se le llama “tolerancia” o, en otros casos, “margen de error”; preferimos no usar estos nombres porque, en el trasfondo resultan con un carácter negativo o peyorativo al apuntar a un género de perfección – una ilusión – que nada tiene que ver con la realidad material de una construcción y que a la postre nos confunde.



Las piedras utilizadas para la construcción de una pirca no corresponden a una módulo (una forma patrón que se repite y que es posible acomodar para llenar el espacio) son distintas entre sí e irregulares a la vista, pero eso no afecta ni la confección ni la funcionalidad de la pirca, ya que en esta lo importante es que sus piezas constituyentes se encuentren bien acomodadas y firmes, no el llenar todos los espacios vacíos.

De este modo podemos decir que las piedras de la pirca poseen un alto MJP, pero son exactas dado que se encuentran dentro de los márgenes de MJP dados por el propósito formal.

A la vez, dado el alto MJP de las piedras diremos que la pirca tiene una baja precisión constructiva formal.

## LA EXACTITUD CONSTRUCTIVO – FORMAL

La exactitud en sí misma, entendida como la perfecta correspondencia de dos figuras determinadas e invariables, no tiene sentido plantearse en una construcción material.

Sin embargo, emplearemos este término con un sentido especial, nacido justamente de aceptar la condición particular de cada cuerpo material.

Diremos que la exactitud de un cuerpo se define por el modo cómo el tamaño y forma de sus superficies se encuadran dentro del margen de juego de particularidades establecidos por el propósito formal. Si el encuadramiento se produce, diremos que la construcción es formalmente exacta. Si no se produce, es inexacta.

No cabe, entonces, hablar de grados de exactitud, sino tan sólo de su existencia o inexistencia.

Lo que hemos hecho al considerar la exactitud desde el punto de vista señalado, es comparar el cuerpo construido con un cuerpo virtual cuya envolvente no es una figura superficial, sino “un espesor” determinado por el MJP. Por ejemplo, una pirca de piedras naturales cuyo paramento se construye de acuerdo a un propósito formal que se encuadra en un MJP de 5 cm., es igualmente exacto que un eje de acero que – según el propósito formal – se encuadra dentro de un MJP de 0,05 cm. en su diámetro.

## LA PRECISION

Nos referimos a ella una vez establecido y recalcado lo relativo a la exactitud.

Con el término “precisión” designaremos la amplitud del MJP dentro del cual se inscribe un cuerpo material. Al respecto, decimos que la precisión es inversamente proporcional al MJP. Vale decir, que a menor amplitud de este margen, mayor es la precisión constructivo-formal del artefacto.

En este sentido, el eje mencionado en el ejemplo anterior es un cuerpo formalmente más preciso que la pirca.

## FACTORES QUE INCIDEN EN EL MJP

Al concebirse el “margen de juego de particularidades” dentro del cual se encuadrará el cuerpo que se quiere producir, debe tenerse presente conjuntamente:

- a. La homogeneidad de la materia prima
- b. Las características del medio impresor

Para los efectos de este análisis no hemos considerado el grado de complejidad formal de cuerpo, ya que damos por supuesto una adecuada elección del medio impresor y del material en función de tal complejidad.

### a.- Relación MJP – Homogeneidad del Material

La amplitud del MJP está en relación inversa al grado de homogeneidad, continuidad y regularidad propias de un material determinado.

Vale decir, que a mayor homogeneidad del material, menor MJP. Se subentiende que para igual esfuerzo y nivel tecnológico del medio impresor.

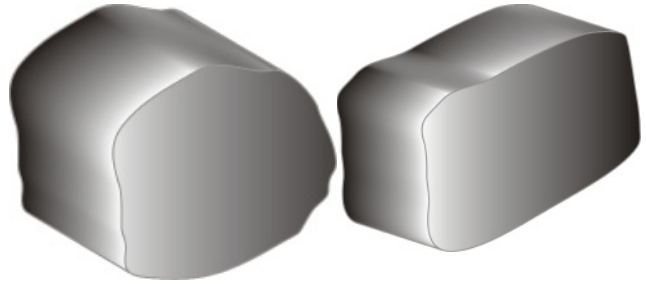
Por ejemplo: si con un determinado cepillo y operario se trabaja una pieza de madera de pino insigne y otra de raulí, el MJP de esta última pieza será menor que en la primera debido a que el raulí es una madera más homogénea que el pino insigne.

El concepto de homogeneidad que aquí se emplea abarca también aquellas propiedades físicas o químicas tales como capacidad higroscópica, contracciones, dilataciones, etc. Por esto, este concepto es cabalmente aplicable también en los casos en que la operación constructiva se realiza por ‘traducción’.

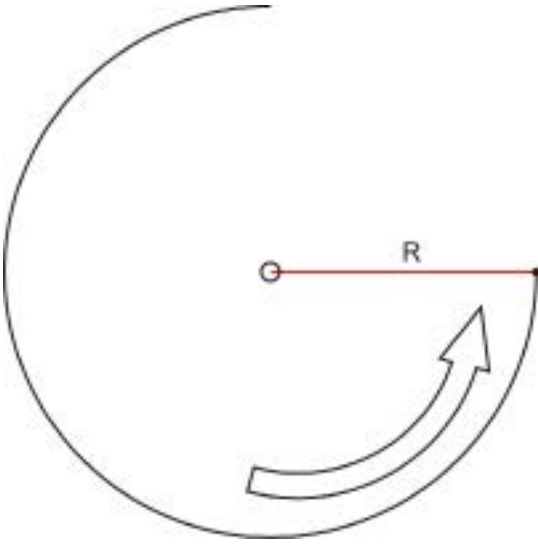
### b.- Relación MJP – Características del Medio Impresor

El medio impresor incide de dos maneras:

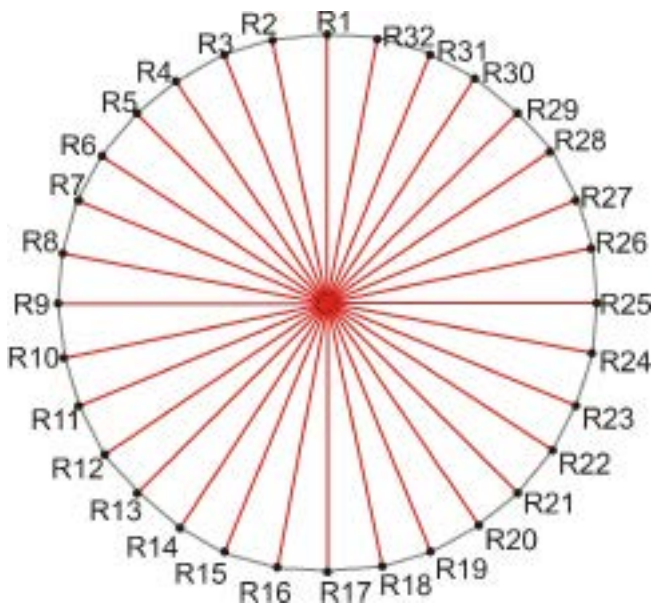
- en cuanto al nivel de precisión que posee;
- en cuanto a la ‘simplicidad’ con que opera.



Las variaciones entre una piedra y otra y su falta de homogeneidad hacen que la pirca tenga un alto MJP.



El compás, al tener una sola medición, tiene un MJP bajo y sólo uno, por lo cual la figura final es homogénea y podemos afirmar que esta es un círculo.



Como no podemos dibujar dos trazos iguales ni medir exactamente dos veces la misma distancia al dibujar el círculo a partir de una serie de marcas tenemos muchas medidas distintas, que dan como resultado una figura poco homogénea.

En el primer caso, resulta claro que, por ejemplo, el pulido de una pieza realizado con una lija de grano fino conducirá a un MJP menor que si se lo hace con una de grano más grueso; igual cosa sucederá al entablar sobre una viga cepillada con relación a hacerlo sobre una viga ‘en bruto’.

En cuanto a la simplicidad con que opera el medio impresor, se está aludiendo a las características de su ‘geometría interna’.

Siendo posible generar una misma forma material por diversos procedimientos, comprobamos que mientras más mediciones primarias (no meras verificaciones de medidas) sea necesario hacer en las secuencias constructivas correspondientes, mayor resultará el “margen de juego de particularidades” que poseerá el cuerpo construido. Se entiende que dados un nivel y esfuerzo tecnológico constantes.

Demos un ejemplo:

construir un círculo con un compás permite un menor MJP que construido midiendo diferentes radios y uniendo sus extremos entre sí. El compás opera en base a una sola medida inicial que hay que fijar: el radio. En el otro caso, las mediciones son múltiples.

La afirmación hecha se aplica tanto a la construcción misma del cuerpo deseado como a la construcción del instrumental con que se lo realiza.

Supongamos, a título de ejemplo, que se produce por extrusión (matriz de figura cerrada) una barra de sección circular y otra de sección cuadrada.

Tratándose de un mismo material y de condiciones tecnológicas equivalentes, el problema del MJP no se decide en la producción misma del perfil, sino que se traspa a la construcción de las matrices: una perforación cilíndrica y una paralelepipedal.

Ahora bien, si la construcción de la matriz cilíndrica se realiza al torno –y por lo tanto, en base a un radio– y la matriz paralelepipedal en base a varias perforaciones y cortes, esta última se encuadra en un MJP mayor que la matriz cilíndrica.

Un caso concluyente que ilustra lo que se ha venido afirmando es el de los “cilindros” de máquinas que operan en base a la compresión de gases o líquidos.



Tercera Parte

## MATERIALIZACION DE LA IMAGEN FORMAL



Hemos dicho en la Primera Parte que para que tenga lugar la conformación de un cuerpo material artificial, es necesario que el propósito formal adquiera una modalidad y características tales que lo hagan transmisible a los materiales.

Diremos primeramente que la materialización del propósito formal se lleva a cabo por pasos diferenciados que llamaremos operaciones.

Tales pasos son sucesivas relaciones -diferentes o iguales- que se establecen cada vez entre el Medio Impresor y el Material, edificando así el propósito formal.

Por lo tanto, para que se materialice la imagen formal es necesario que concurren:

- materiales formalmente capaces
- un medio impresor de la forma-propósito, y
- las operaciones que establecen la relación de ambos.

Capítulo I

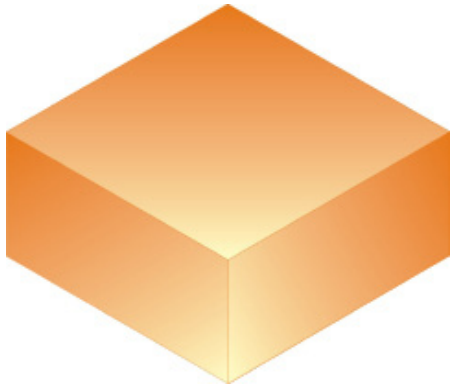
## MATERIALES FORMALMENTE CAPACES

Cada material tiene ciertas propiedades o capacidades formales y de permanencia que, puestas en contacto con el medio impresor, generan cierta forma.

Desde el punto de vista que nos hemos situado, los materiales o materia prima tienen propiedades o potencialidades formales.

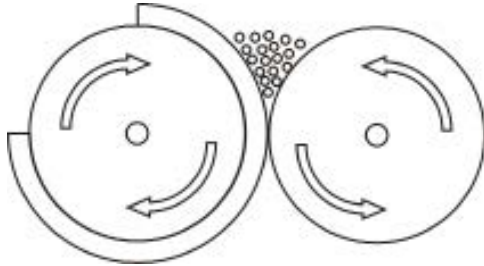
Es decir, son capaces de asumir -en virtud de estas propiedades-, cierta gama de formas y no otra.

El medio impresor que se emplee -elegido según el propósito formal y las circunstancias concretas del momento- determinará definitivamente la propiedad formal que se aprovecha dentro de la gama de posibilidades.



En el proceso de fabricación de la goma de borrar la materia prima (la goma) llega en un estado amorfo, es decir que no presenta ningún rasgo aprovechable.

Esquema C.d.1.



Desde el laminado en adelante se encuentra en un estado semiconformado, ya que la superficie lisa de la lámina es un rasgo aprovechado en el proceso.

Esquema C.d.12.



No es sino cuando la goma es pulida que esta pasa a estar del todo conformada.



## 1. Propiedad de Conformidad

Con relación al propósito formal perseguido en una operación constructiva, los materiales (materia prima) pueden presentarse en diversos estados, más próximos o menos próximos a dicho propósito.

a. En un extremo están los materiales que denominaremos conformados. El material presenta en este caso características formales congruentes con ciertas partes del artefacto que se está construyendo. A los materiales así conformados los llamamos piezas. En estos casos, la operación consiste exclusivamente en cambiar la posición del material y coordinarlo con relación a otro u otros

b. En el otro extremo están los materiales que denominaremos amorfos. Aquí el material no presenta ninguna característica formal aprovechable directamente en el cuerpo que se está realizando.

Naturalmente este material tiene características granulométricas, de fibrosidad, densidad, etc., que van a incidir en la configuración del cuerpo; pero, en este caso, no las consideramos como propiedades propiamente formales, porque no reconocemos en cada una de sus partículas -individualmente consideradas características formales aprovechables.

(Ejemplos de materiales amorfos: la argamasa de hormigón antes de entrar al molde; una barra de acero a tornearse, etc.)

c. Entre los extremos citados, hay una serie de materiales en los cuales aprovechamos parcialmente sus características formales en el proceso constructivo, a los cuales denominaremos semi-conformados.

(Ejemplos: el alambre trefinado para hacer clavos; el cartón troquelado que se plegará para formar la caja, etc.)

## 2. Propiedad de Consistencia

Llamamos “nivel de consistencia” de un material a su característica de dureza, fijeza, firmeza.

a. Materiales consistentes son aquellos cuyo nivel de consistencia les permite recibir y mantener una “forma” en las condiciones de permanencia requeridas por el propósito formal de acuerdo al funcionamiento que tendrá el objeto producido.

b. Materiales inconsistentes son aquellos cuyo nivel de consistencia no les permite recibir y mantener tal forma.

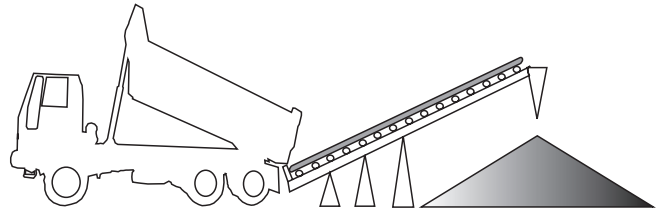
Hay casos en que el nivel de consistencia de la materia prima varía fundamentalmente durante la operación constructiva, pasando de ser inconsistente a consistente.

Siempre que se construye con materia prima inconsistente debe producirse necesariamente este cambio, ya que de otro modo no sería posible obtener un cuerpo conformado. Esta variación se produce por causas de orden químico, (p. ej. fraguado, cocción, cristalización, etc.), físico (presiones que provocan amoldamiento de partículas, compactaciones, etc.) o físico-químico (sinterización).

No debe confundirse el concepto de “consistencia” con el de “conformidad”: todo material que ya ha recibido la forma-propósito (artefacto ya conformado) es necesariamente consistente, pero no toda materia prima consistente es de suyo conformada.

Por ejemplo, el bloque de mármol en el cual se va a tallar un cuerpo es consistente pero amorfo. La arena seca, con la cual se va a realizar un talud de pendiente  $30^\circ$  - que es el talud de la arena seca – es consistente y amorfa en cuanto materia prima; pero esta misma arena seca sería inconsistente y amorfa si se tratara de hacer un paramento vertical.

Debe tenerse presente entonces, que las propiedades de consistencia y de conformidad de un material se definen según el propósito formal y, por lo tanto, estas propiedades pueden variar – en un mismo material – según los casos de que se trate.



Los materiales básicos para la producción de vidrio son almacenados en pilas ordenadas por la distribución natural de los granos, siendo por ello consistentes para esta etapa del proceso, no así para los procedimientos posteriores.

Esquema C.e.11.



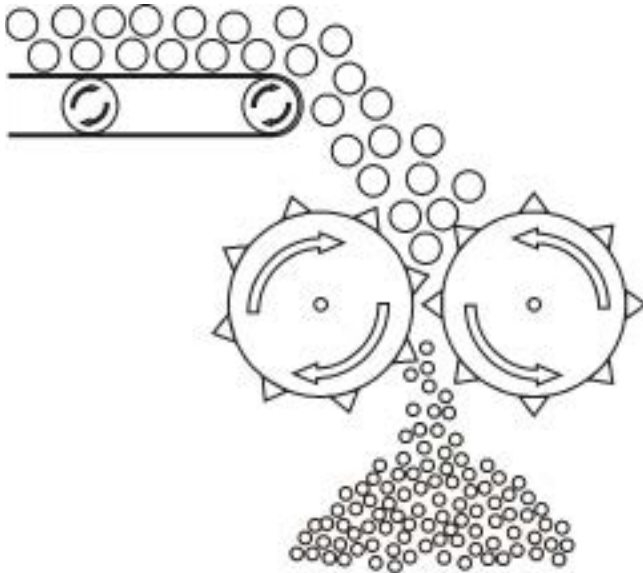
El curado es un proceso muy importante en la fabricación de neumáticos, ya que proporciona el nivel de dureza y resistencia necesarias para que este pueda cumplir su función. Aquí vemos como un material pasa de ser inconsistente a consistente.

Esquema A.a.5.



En el caso del vaciado del aluminio fundido en el molde del lingote se habla de operación por transcripción porque la forma del molde, que es el rasgo que se quiere plasmar, se puede ver claramente en la forma del lingote.

Esquema C.a.3.



En el proceso de desmenuzamiento durante la producción de caucho se da una operación por traducción, ya que no es reconocible la forma de los rasgos de las puntas de los rodillos en la forma final del material luego de este procedimiento.

### 3. Propiedad de Operabilidad

Hemos visto los materiales respecto al estado de conformación y consistencia desde el punto de vista del propósito formal.

Ahora veremos su comportamiento respecto de las acciones que sobre ellos ejerce el “medio impresor” en la OPERACIÓN CONSTRUCTIVA; a esto lo llamaremos OPERABILIDAD FORMAL.

Aún cuando son múltiples y muy diversas estas modalidades de comportamiento, veremos que ellas tienden a polarizarse en dos categorías:

a. En el material se reproducen de manera directa y “exacta” sólo los rasgos fijados en las matrices del medio impresor, no apreciándose cambios en la forma originados por una reacción ocurrida en la interioridad de dicho material. En este caso de comportamiento u operabilidad decimos que el material ha recibido la impresión por TRANSCRIPCIÓN o, dicho en otras palabras, el medio impresor le ha ‘transcrito’ las instrucciones formales.

(Conviene aclarar que la exactitud con que se vierten los rasgos de las matrices señala tan sólo en cierto grado de semejanza, pues, como se verá en el capítulo de la TRAMA, las tramas del material y de la matriz nunca pueden ser igualmente densas).

Son ejemplos de transcripción la obtención de una superficie lisa en una pieza de madera mediante un cepillo; o la construcción de una pieza estampada en base a la inyección del material en un juego de moldes.

b. En el otro polo está el caso en que los rasgos formales del medio impresor no se vierten exactamente o completamente en el cuerpo final obtenido. Decimos que se trata de una impresión por TRADUCCIÓN, porque la información entregada por el medio impresor no es directamente reconocible en la forma generada en el material.

La acción ejercida sobre la materia prima aparece como una parte de la operación total, efectuándose el resto de la operación transformadora en virtud de propiedades internas de la “materia prima”; es por lo tanto ésta la que provee parcialmente las matrices del caso.

Esta situación se puede extremar a casos en que la operación constructiva externa (la que lleva a cabo el medio impresor) consiste solamente en entregar acierta cantidad y tipo de energía al material (calor, p.ej.) Dicha energía, según su tipo y cantidad, desencadena ciertas matrices de la estructura interna del material que realiza la operación formal.

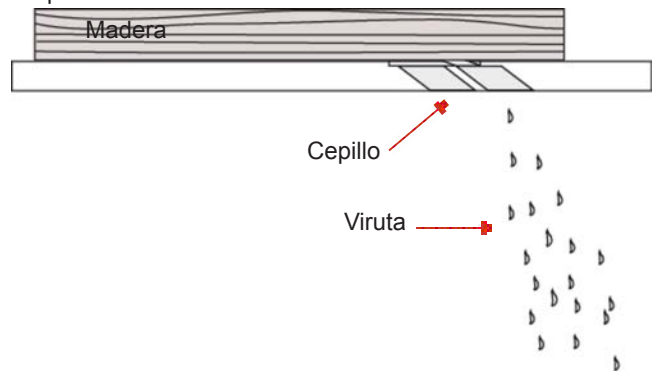
Algunos ejemplos de impresión por traducción son: cortar el vidrio con un diamante; curvar una pieza de madera por proceso de hidratación; finiquitar la forma de un cuerpo de cerámica por contracción en el proceso de cristalización; construir una catenaria con un cable.

Conviene recalcar que el concepto de OPERABILIDAD FORMAL de un material es una relación entre el estado en que éste se encuentra como materia prima y el medio impresor en que se introduce.

Esta relación varía de acuerdo al Propósito Formal que los reúne.

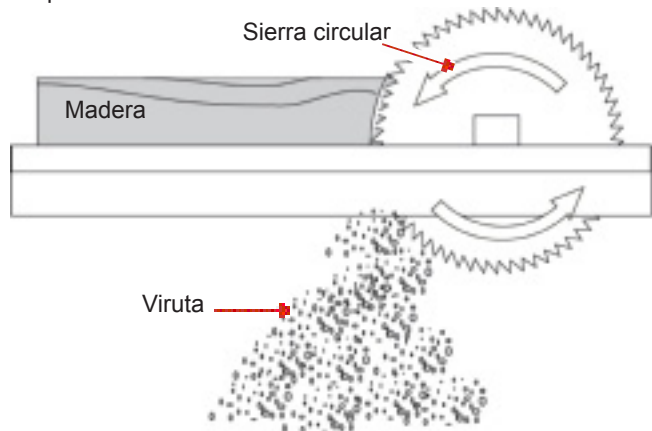
La variación puede ser tan amplia que un mismo material puede recibir instrucción (información) formal por transcripción en una circunstancia y por traducción en otra. Tal es el caso de la madera y la cepilladora: se transcribe la forma del medio impresor cuando se trata de conseguir una superficie plana, y se traduce si el propósito formal es obtener virutas espirales. Son las guías internas del material trabajado en cierta sección las que provocan estas últimas.

Esquema M.a.3.

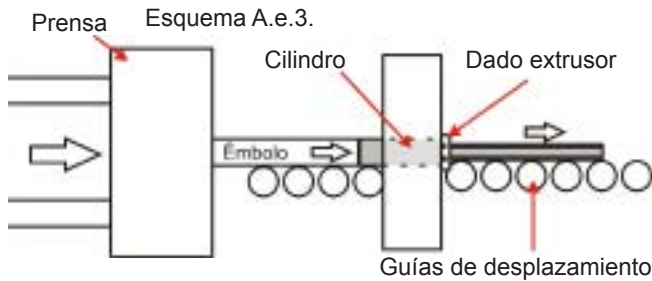


Aquí podemos ver como el cepillado nos da dos productos distintos: una tabla lisa y las virutas que se obtienen como resultado de la partición del material.

Esquema M.a.2.

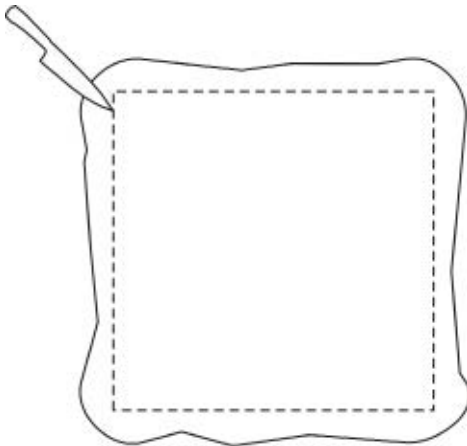


La sierra circular que transcribe la información para obtener una superficie lisa y homogénea en la madera a la vez que traduce la información para obtener virutas de esta misma.



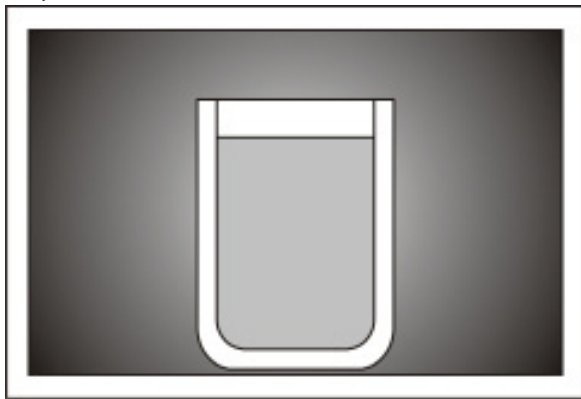
El medio impresor es un sistema que opera como conjunto de muchas partes, vale decir que es una máquina que se compones desde las herramientas hasta los operarios. En este esquema de extrusión de un perfil de aluminio podemos ver que hay muchos elementos que componen el medio impresor.

Esquema C.d.5.



Dependiendo de la operación constructiva que se realice la energía transformadora puede estar dada por el operario como es el corte del excedente luego del prensado en la fabricación de gomas de borrar.

Esquema A.a.4.



O por un medio artificial como es el caso del calor de un horno de fundición de aluminio para hacer lingotes

## Capítulo II

# EL MEDIO IMPRESOR

Para que tenga lugar el hecho constructivo mismo, vale decir, para que un elemento material asuma una determinada forma prevista en el propósito, es necesario que un material sea introducido en un medio impresor apropiado.

Lo característico y esencial del medio impresor es la posesión material de ciertos rasgos correspondientes a otros de la imagen propósito; éstos deben ser transmitidos a la materia prima o bien, poseer la potencialidad de seleccionar y desencadenar dichos rasgos de entre la interioridad del material.

Considerando a la materia prima inerte por sí misma, podemos decir que el medio impresor es el que aporta la energía; al menos, la energía inicial necesaria a la operación constructiva. Se establece entonces una relación activa y eficaz entre ambas partes: el Medio Impresor y el Material.

Afirmamos entonces que en el medio impresor se encuentra un par de elementos constitutivos que actúan siempre en conjunto:

- ciertos rasgos formales, y
- cierta fuerza o energía capaz de traspasarlos al material.

Generalizando, se puede decir que en el medio impresor hay cierta cantidad de 'energía transformadora' que actúa en la materia prima de un determinado modo.

El tipo de energía y modalidad de acción depende de la forma- propósito, de la capacidad o potencialidad formal de la materia prima, y de las características del medio impresor que se emplee.

Dos son las maneras fundamentales en que se realiza este traspaso o impresión, las que habitualmente se dan juntas aunque en proporción variable:

1. Modalidad Específica
2. Modalidad Global



# 1. MODALIDAD ESPECIFICA DE IMPRESIÓN: LA MATRIZ

En este caso la energía transformadora se transmite al material a través de ciertos elementos que denominamos MATRICES. En las matrices están contenidos, de un modo inverso o complementario, ciertos rasgos o conjuntos de rasgos formales pertenecientes al propósito.

Dentro de la matriz podemos distinguir dos clases de partes: las partes Ejecutoras y las Guías.

## a. Las Partes Ejecutoras

Pueden ser consideradas como el límite del medio impresor que entra en contacto directo con la materia prima y la conforma, y que luego se retira o desplaza con respecto a ella.

Es a través de las partes ejecutoras que, en definitiva, se aplica la fuerza transformadora al material. No importa desde este punto de vista que aparentemente sea el ejecutor el que presiona al material, o éste al ejecutor.

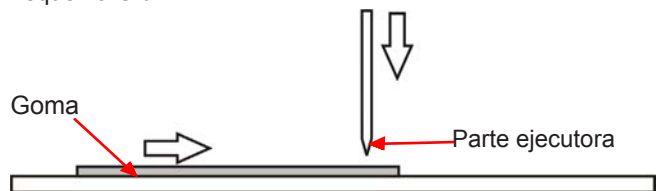
Hablando en sentido estricto, las partes ejecutoras vienen a constituir una suerte de “superficie” o de “línea”, según los casos, que imprime directamente la forma. Ahora bien, por tratarse de un elemento material, esta superficie límite debe tener un soporte que permita la aplicación de la fuerza. En el cepillo, p. ej. el filo mismo (una “línea material”) es la parte ejecutora; lo inmediato de la hoja es ya su soporte.

Señalamos más arriba que las partes ejecutoras se “desplazan” con respecto al material. Con ello queremos señalar solamente que la superficie ejecutora primero se ajusta y presiona el material y luego se retira para dejar libre el nuevo cuerpo conformado.

La modalidad en que se relaciona la matriz con el material constructivo y el período de tiempo de dicha relación puede ser de muy distinta amplitud según los procedimientos empleados. Comparemos al respecto la acción “instantánea” de la matriz de una estampadora, el paso del material a través del orificio de trefilación, los días requeridos para desmoldar una viga de hormigón.

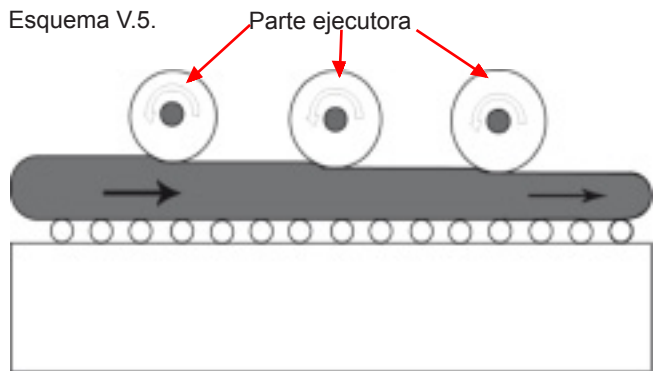
Algunos ejemplos de partes ejecutoras.

Esquema C.d.11.



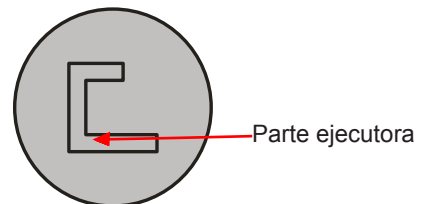
El filo de la guillotina que corta las gomas.

Esquema V.5.

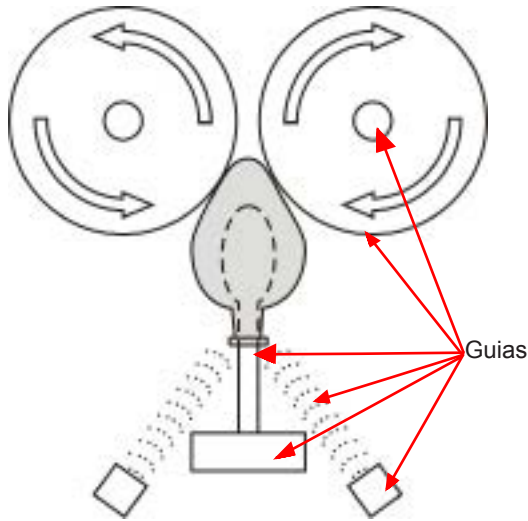


La superficie del rodillo que lamina y estira el vidrio.

Esquema A.e.3.



El dado de extrusión para hacer un perfil de aluminio.



En el caso del desmolde de los globos podemos identificar las guías en varias partes: el eje de los rodillos, su superficie y la dirección del giro; El chorro de aire y posición y orientación de sus pistones; la superficie sobre la que se desplazan los moldes y los moldes mismos.

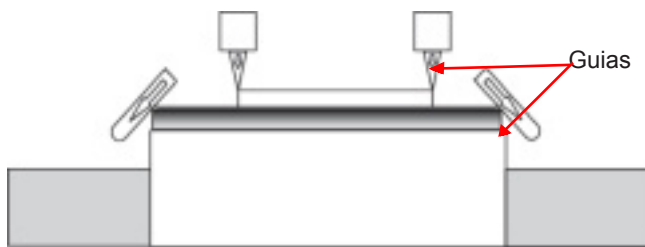
Conviene anotar que en los procesos en que se construye por suma de diferentes elementos materiales, las partes construidas van sirviendo de apoyo a nuevos materiales; ahora bien, es corriente que dichos apoyos se comporten como matrices que no son retiradas, quedando en este caso incorporadas al cuerpo construido.

## b. Las Partes Guías

Son los elementos de la matriz que establecen el orden y modalidad en que las partes ejecutoras entran en contacto con la materia prima para imprimirle las características deseadas. Se puede decir que en las guías están vertidos, como conjunto, los rasgos formales.

Para que pueda darse la acción de la parte ejecutora en la materia prima de suerte que genere los rasgos previstos, es necesario que exista una adecuada correlación material entre ambos elementos. Vale decir, que partes ejecutoras y materia prima estén ordenadas según un sistema de referencia que las abarque.

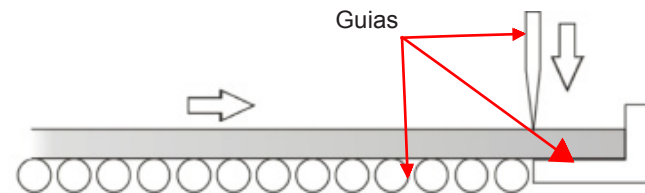
Pongamos un ejemplo: la operación que se realiza con un taladro de pie.



En el caso del corte de excedente de un vidrio la parte ejecutora pasa a ser guía al mantener separadas partes separadas, el borde de la mesa actúa como guía y la misma gravedad actúa de guía al producir la caída del residuo en los contenedores.

En un extremo está el filo de la broca que es la parte ejecutora: en el otro, el trozo de metal que se va a perforar en un punto precisado por el propósito formal. Es necesario que la broca y este punto se relacionen. Unas guías permitirán que la broca gire en su eje; otras, que ésta se desplace siguiendo esa misma dirección; otras, que permitan fijar el material; otras, que éste y la broca se co-ubiquen. Todas estas guías estarán unidas y coordinadas entre sí y, además, transmitirán las fuerzas transformadoras: el giro de la broca, la presión entre ésta y el material.

Si reemplazáramos la broca por una fresa y diéramos a la mesa de soporte del material cierto tipo de desplazamiento, realizaríamos otras figuras formales diferentes al orificio cilíndrico anterior. Es decir, la modificación o incorporación de guías trae la consiguiente modificación de la forma del cuerpo producido.



En el caso del corte del tocho de aluminio encontramos guías en la hoja y posición de la herramienta de corte, los rodillos que impulsan el desplazamiento de la pieza de aluminio y el tope que marca el tamaño del corte.

Vemos así que las guías, para poder gobernar la acción de los ejecutores, deben abarcar necesariamente, por el otro extremo, la posición de la materia prima.

Forman parte de las Guías, entonces, todo el conjunto de elementos materiales que establecen el sistema común de referencia de los ejecutores y la materia prima.

Asimismo, el “sistema de Guías” -sin perder su condición de sistema referencial debe ser capaz de transmitir la energía necesaria para que tenga lugar la acción transformadora entre ejecutor y material.

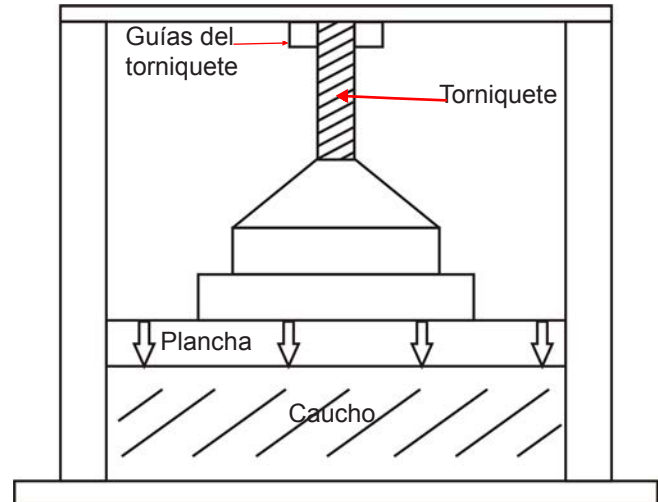
Debe tenerse presente que la información simbólica (ver Cuarta Parte) que recibe un operario o una máquina herramienta forma parte de las guías, en el entendido que la máquina o el operario tiene “la clave” para “descifrar” tal mensaje y aplicarlo a las condiciones específicas en que tiene lugar la operación constructiva.

Así por ejemplo, el operario “lee” en el plano que hay que hacer una perforación cilíndrica de 0 a 10 mm., en tal punto preciso de la placa.

A través de su cabeza y cuerpo hace la operación de trazado del centro en el lugar correspondiente de la placa ayudado por instrumentos o dispositivos traductores (ej. huincha de medir, escuadra, transportador, etc.); finalmente guía la broca al lugar preciso y concretiza la operación.

Igualmente la información podría estar vertida en una plantilla escala 1:1, que guía la acción de otras guías o el soporte de una herramienta; o bien contenida en una tarjeta perforada o magnética que se introduce en la máquina adecuada.

Esquema C.a.4.



En el caso de la prensa de vapor que compacta el caucho sin las guías que orientan el torniquete y sin las piezas que conectan el torniquete con la plancha, ni el torniquete mismo con su forma recta, sería difícil aplicar la presión de manera homogénea.

Esquema C.a.1.



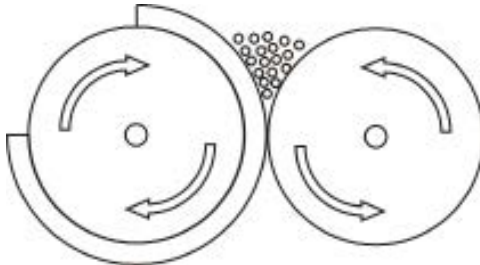
Cuando se corta la corteza del árbol de hule para obtener el látex el operador actúa como guía asegurándose que el corte se realice con la profundidad y dirección correcta.

Esquema C.b.3.



Durante el proceso de decantación en la producción de caucho sintético es la gravedad la que actúa como guía y energía transformadora para separar los elementos de la mezcla.

Esquema C.d.1.



Durante el proceso de laminado de las gomas de borrar durante el cual se mezclan los ingredientes y se obtiene la forma lisa de estas la superficie de los rodillos actúa a la vez de parte ejecutora y de guía, ya que es la parte que ejerce la presión (energía transformadora) sobre la mezcla y la parte que mueve y guía a esta última.

## Dificultad en el Reconocimiento de Algunas Guías.

No siempre resulta tan claro de visualizar la totalidad de las guías como en el caso del taladro de pie que hemos mencionado. Esto se origina en el hecho de que en muchas ocasiones parte importante de las guías es asumida por el operario o por fuerzas o factores no visibles directamente.

Tomemos el caso de un carpintero que corta a serrucho una pieza de madera.

Si nos detenemos tan sólo en el serrucho se nos harán presentes los dientes como partes ejecutoras y la hoja como la guía que los ordena para que, en su movimiento, engendren un plano. Pero ¿cómo se establece la relación ejecutora de la hoja del serrucho con el trozo de madera en la línea precisa definida por el propósito formal?

Allí está el carpintero con todo su cuerpo, el banco y otros instrumentos, asumiendo el conjunto de guías que permiten establecer tal co-relación y, además, imprimir al serrucho el movimiento (fuerza) apropiado.

Veamos ahora como ejemplo la operación de “vaciado” de una pieza de hormigón.

La parte ejecutora de la matriz es naturalmente la superficie del moldaje, soportada por el resto de la placa, los cepos respectivos y todos los esfuerzos que la sostienen en su adecuada posición. Pero ¿y dónde están las guías?

Según lo dicho anteriormente, es necesario buscarlas en ese sistema material de referencia que permite que el hormigón y la superficie ejecutora se encuentren de una determinada manera. En nuestro caso serán guías aquellos elementos que fijen la posición del artefacto que vierte el hormigón con respecto al molde. La fuerza de gravedad actuará también como guía ordenando la caída “natural” de la mezcla y su expansión hacia las superficies ejecutoras (energía y guía se confunden aquí).

Para hacer más patente la realidad de este género de guías imaginemos que la mezcla es conducida hacia el molde de manera forzada, p. ej. por medio de un tornillo sin fin. O, mejor aún, imaginemos que la argamasa amorfa de hormigón se encuentra en reposo y las diferentes caras del molde avanzan coordinadamente hacia ésta hasta conformarla. Tenemos que reconocer que aquí se nos hace patente la necesidad y presencia de guías que regulen el co-desplazamiento de las superficies ejecutoras y la materia prima.

### Delimitación entre Ejecutor, Soporte y Guía

Se dijo que la parte ejecutora necesitaba un soporte material. A veces es bastante difícil definir dónde concluye el soporte de la parte ejecutora y dónde comienza la primera de las guías.

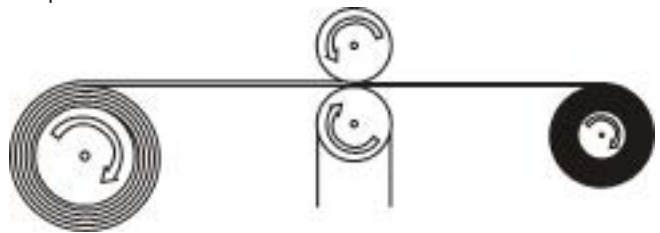
Ello se debe a que casi siempre el soporte del ejecutor también forma parte de alguna guía.

Tomemos el caso de un serrucho: grosso modo, podría decirse que las partes ejecutoras son las aristas y superficies que forman los dientes y su soporte son los dientes mismos; la primera guía sería la hoja del serrucho.

Sin embargo, también puede decirse que los dientes forman parte de la hoja y, en consecuencia, son también guía.

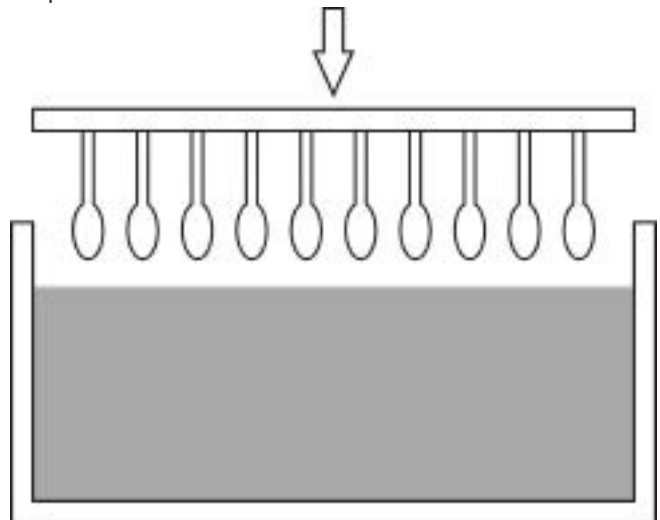
Un camino indirecto para hacer tal distinción es preguntarse qué consecuencia formal tendría en el cuerpo producido, la introducción de una variación en la forma del soporte del ejecutor. Si no hay consecuencia en el producto, quiere decir que se trataba sólo del soporte; si la hay, significa que éste también se desempeña como guía. Por ej., el enchuecamiento del cuerpo de una gubia no trae consecuencias en la forma de la figura tallada. En cambio, si una broca se dobla, sí las trae; ya que la perforación cilíndrica se convierte en una cavidad irregular.

Esquema A.d.3.

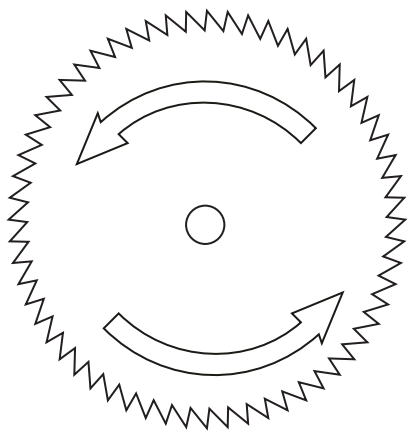


Podemos definir que el eje de un rodillo es una guía, ya que si cambiamos su forma el rodillo no giraría bien y si cambiásemos su ubicación la presión se aplicaría de forma irregular sobre el material, produciendo una forma poco pareja, o incluso los dos rodillos toparían impidiendo el giro.

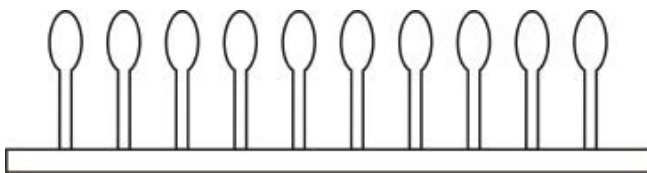
Esquema C.c.2.



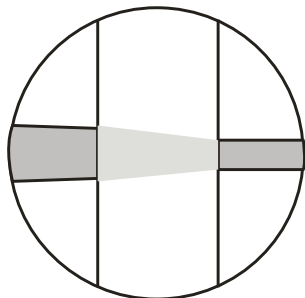
Así mismo si cambiásemos la posición de entrada de los moldes de globos respecto del estanque con látex estos se cubrirían de manera irregular y poco pareja en relación de unos con otros.



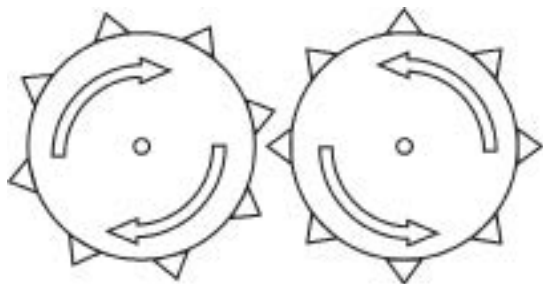
El giro a altas revoluciones de la sierra circular aumenta la continuidad de la matriz (que es la sierra) a la vez que aumenta su densidad.



Los moldes de los globos son matrices de figura superficial en los que el material se redistribuye sobre su superficie.



El embudo del trefilado es una matriz de figura lineal por la cual se va desplazando el material.



Las puntas de los rodillos desmenuzadores son matrices de figura puntual que particionan el material.

### c. Trama y Figura de la Matriz Ejecutora

Hemos visto que el nuevo cuerpo conformado nace de la relación establecida entre el material y la matriz. Para que la operación constructiva cumpla su propósito, es necesario que las propiedades formales de ambas partes estén de acuerdo.

Refiriéndonos a estas propiedades formales de la matriz ejecutora, decimos que ésta tiene Figura y Trama.

La Figura es la característica que corresponde -y que refleja directa o indirectamente- al rasgo formal que se pretende obtener. Las hay superficiales, lineales y puntuales.

Superficiales, como por ejemplo, un molde para hacer cuerpos de yeso, o un rodillo de pintar; lineales, como el filo de una hoja de afeitar; puntuales como la punta del buril.

Naturalmente los términos empleados para caracterizar la figura no deben entenderse en sentido geométrico, sino como aplicaciones al mundo material.

La Trama corresponde al grado de continuidad material que tiene la matriz en acción. Esta debe estar de acuerdo con las propiedades del material que se está conformando, a fin de que pueda aprovecharlas eficientemente.

En general, podemos decir que toda matriz debe tener una trama más 'densa' que la de la materia a la cual se aplica; de otra manera no tendría capacidad transformadora. Concurren a establecer la "densidad" de la trama, además de las características de su diseño, la dureza del material de que está hecha y la velocidad de su desplazamiento. Supongamos, p. ej., los cuchillos de una canteadora o las estrías de una fresa, dispuestos a cierta distancia entre sí; a medida que la velocidad de rotación aumenta, aumenta también lo que hemos denominado la densidad de la trama.

La 'densidad' de la trama debe encuadrarse dentro de ciertos límites acordes con la densidad de la materia prima; si éstos son sobrepasados, pierde su eficiencia, deformando o no actuando sobre ésta, o destruyéndose la matriz.

## 2. MODALIDAD GLOBAL DE IMPRESIÓN

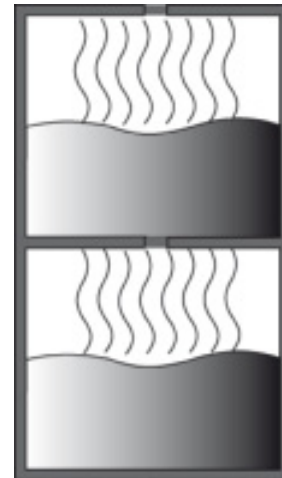
En este caso la energía transformadora se transmite a la materia prima de manera homogénea. Se trata en realidad de la constitución de un medio poseedor de cierta energía en el cual se introduce el material.

Naturalmente que según los casos constructivos se establecen las características cualitativas y los niveles cuantitativos de energía. Por ejemplo, la energía podrá actuar a través de ciertas condicionantes físicas, químicas, electromagnéticas, etc.

En tanto se opere solamente según esta modalidad global, obviamente la obtención de la forma quedará entregada a las capacidades formales de la materia prima, a su estado de conformidad y a la cantidad y figura en que ella se presente.

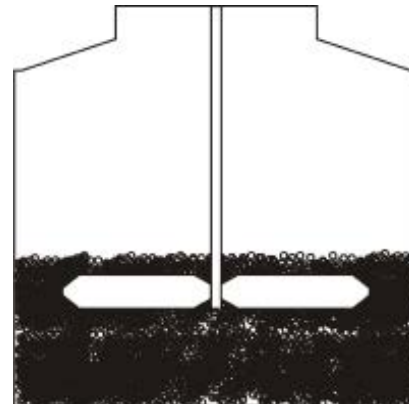
Esta modalidad de impresión viene a ser el caso límite de operabilidad por traducción.

Esquema V.3.



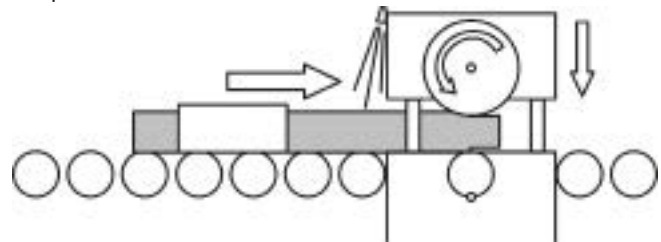
Las operaciones de fusión y refinación del Vidrio pertenecen a la modalidad global de impresión dado que ambas son procesos en los que la energía calórica induce un cambio en el material.

Esquema C.b.4.



La coagulación del caucho sintético es una operación en la cual el medio impresor se limita a entregar las condiciones requeridas para que actúen los productos químicos coagulantes.

Esquema A.d.1.



El laminado en caliente para la fabricación de papel aluminio es un proceso que combina modalidad específica (presión aplicada para estirar el aluminio) y global (calor aplicado para ablandar el aluminio) de impresión.

## Capítulo III

# LA OPERACIÓN CONSTRUCTIVA

A diferencia del crecimiento continuo de los seres vivos fruto de un conjunto casi infinito de interacciones internas de la materia orgánica, el “crecimiento” de los cuerpos artificiales es el resultado de la acción de fuerzas exteriores.

Esta actividad es notoriamente discontinua. Procede por pasos diferenciados, a los que llamaremos operaciones constructivas formales.

La operación constructiva viene a ser la unidad mínima que se obtiene al desglosar un proceso constructivo. En sí misma, la operación es el acto en que se relacionan activamente el material constructivo y el medio impresor, que finaliza cada vez que cierto propósito formal queda impreso en la materia.

El proyecto formal que guía cada operación constructiva, ordinariamente no es el propósito formal que debe cumplir finalmente la obra como totalidad. Por ejemplo: una pieza estampada puede construirse con diferentes golpes de balancín, en que se va agregando a la materia nuevos rasgos (¡se modifica la matriz!) hasta conseguir la forma final. Cada uno de estos pasos es una operación.

O bien, la colocación de cerchas de una techumbre, las cuales antes de lograra su posición definitiva se ordenan en una posición transitoria. El logro de cada una de estas posiciones la consideramos una operación constructiva distinta. La delimitación de la operación constructiva dentro del proceso general, y por lo tanto su número, depende del procedimiento y medios con que ésta se realiza, tales como la cantidad de unidades a producir, el tipo de material, el nivel tecnológico del equipamiento, el grado de especialización de la mano de obra, etc.

Tales circunstancias determinan el número de operaciones dentro del proceso.



## Momentos de la Operación Constructiva

Con la intención de abrir el análisis de la operación constructiva, dejaremos señalada la posibilidad de distinguir en ella 3 momentos, tomando como punto de vista la relación del medio impresor con la materia prima.

Estos son:

- aproximación (mediata y próxima)
- contacto o impresión
- desprendimiento

## Clasificación de las operaciones

Desde el punto de vista de la manera cómo la materia prima se dispone y ordena, podemos distinguir 3 tipos básicos de operaciones constructivas:

- por Partición del material
- por Redistribución
- por Montaje

En todas estas operaciones el Medio Impresor actúa a través de la Modalidad Específica y/o de la modalidad Global.

### 1. OPERACIÓN POR PARTICIÓN DEL MATERIAL

#### a) Partición con Residuo

Tiene lugar con materiales consistentes amorfos o semi-conformados.

La operación consiste en sus-traer (o extraer) partes del material a conformar.

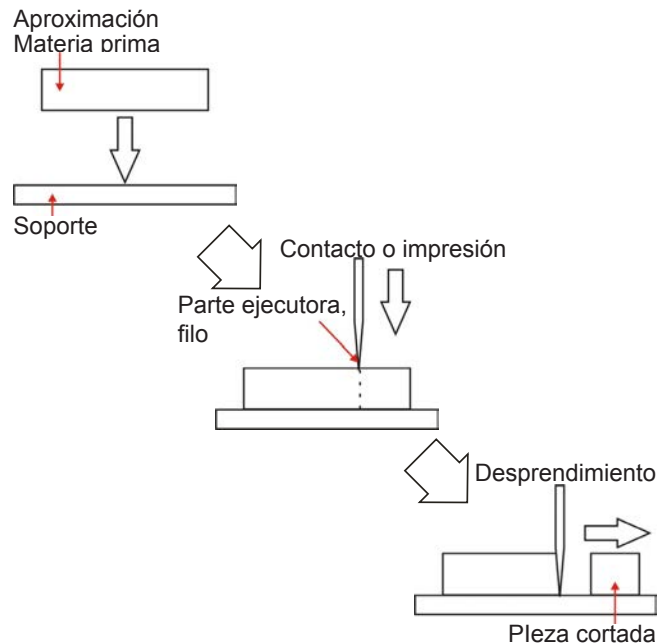
Vale decir, se comienza con un "bloque" de material de tamaño mayor que el cuerpo deseado al cual se le van desprendiendo pedazos.

A esta parte del material que se extrae -inútil desde el punto de vista de la forma deseada- se le denomina residuo.

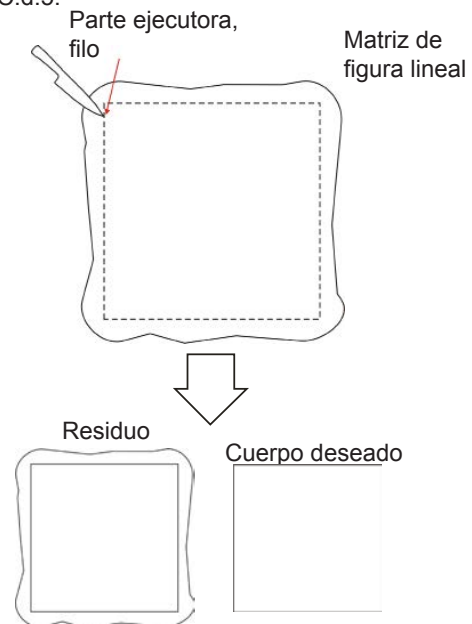
Los trozos de residuo son de tamaño y forma variables según los instrumentos y materiales empleados.

La figura de la matriz es por lo general lineal o puntual.

La trama cubre el material de manera sucesiva (la sucesión permite la salida del residuo).

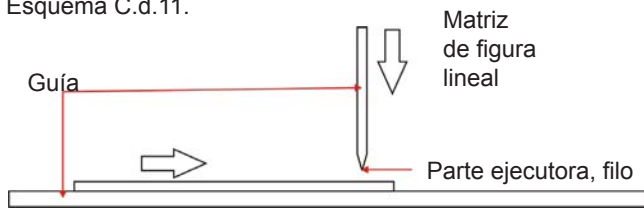


Tomando como ejemplo el corte de un material, primero ocurre el momento de la aproximación del material al soporte, donde se ubica en el lugar correspondiente. Luego se pasa a la impresión, donde el material es cortado por medio de un filo. Finalmente se desprende la pieza cortada del soporte y del medio impresor, para ser utilizada en su propósito formal. Esquema C.d.5.

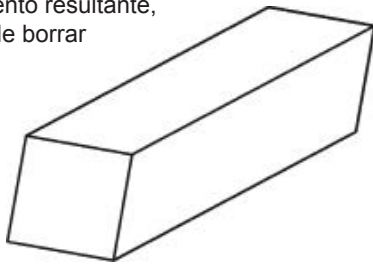


En la fabricación de una goma de borrar, en uno de sus procesos se compacta la goma entre latas rectangulares. Debido a la presión ejercida sobre esta se obtiene un excedente, el cual es cortado a mano siguiendo los bordes de las latas, dándose así una operación por partición del material donde el excedente es el residuo.

Esquema C.d.11.



Fragmento resultante,  
goma de borrar



Esquema

Tiras de goma son cortadas por una guillotina, dimensionandolas en su tamaño definitivo. En este proceso se aprecia una operación por partición del material sin residuo, ya que todos los fragmentos resultantes son aprovechados.

A este tipo de operación pertenecen las actividades constructivas tales como: tallar, desgastar, cavar, perforar, trozar, recortar; lijar, cepillar, pulir, aserrar, torneear, taladrar, fresar, troquelar, grabar a buril, etc.

(En el caso del troquelado, la operación siempre tiene lugar con un material semi-conformado).

### b) Partición sin Residuo

La operación consiste en dividir o trozar el material de modo que todos los fragmentos resultantes son aprovechables en cuanto logran el propósito formal. Por lo tanto, en este caso, la Exactitud no compromete a cada pieza por separado, sino también al conjunto de todas ellas.

El Medio Impresor actúa sobre la materia prima semi-conformada principalmente por "traducción", vale decir que aplicando de cierta manera la energía transformadora, la materia se "parte" según el propósito formal.

(Este tipo de Operabilidad, puede tener lugar también en la Partición con Residuo).

Pertenece a este tipo de operación, p. ej., la obtención de piezas desprendidas de láminas o elementos troquelados superficialmente (hendido", en términos de imprenta). O bien no troquelados, como en el caso de dividir en trozos un pedazo de tiza o una varilla, etc.

## 2. OPERACION POR REDISTRIBUCION DEL MATERIAL

Tiene lugar con materiales amorfos o semi-conformados, en estado consistente o inconsistente.

La operación consiste en redistribuir total o parcialmente las partículas del material de acuerdo con la forma propósito.

Fundamentalmente estas operaciones pueden dividirse en dos grandes grupos, según la manera en que la figura de la matriz cubre o recorre la materia prima.

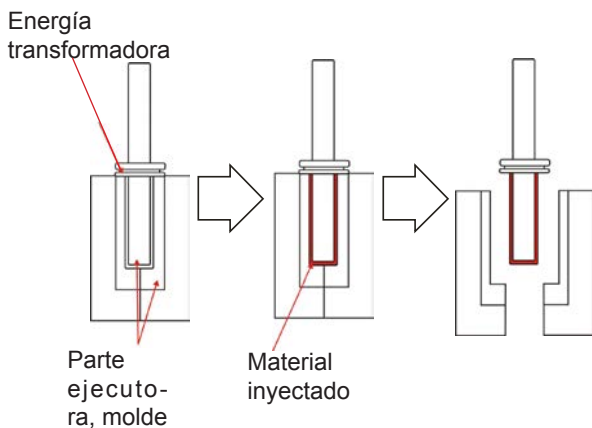
### a) Redistribución con Matriz de Figura Superficial

En este caso, la trama de la matriz ejecutora entre en contacto y actúa sobre el material en sentido normal; podemos decir que cada punto de la trama tiene un dominio correlativo en el cuerpo impreso (en la medida en que aumentala densidad de la trama este dominio tiende a ser una relación uno a uno entre los puntos de la trama y los del cuerpo impreso).

La relación de las matrices impresoras con la totalidad del material se da en estas operaciones de manera simultánea o sucesiva.

Pertencen a este grupo las operaciones de:

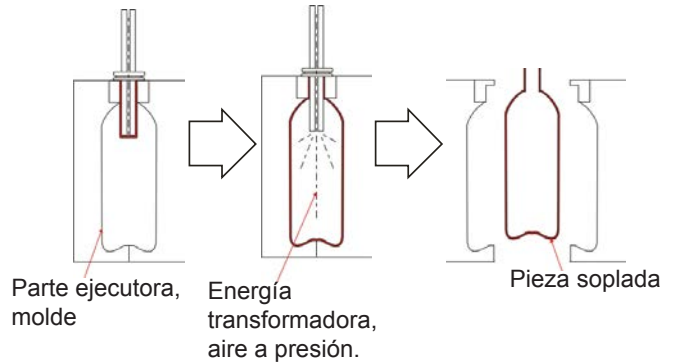
**Inyección:** El material en estado plástico es introducido a presión en el interior de los moldes matrices.



En la fabricación de botellas de vidrio, para la inyección, se utiliza una matriz y una contramatriz, entre las cuales se genera un espacio vacío. Se inyecta a presión el vidrio derretido, el cual adopta la forma y superficie de las matrices. Luego de la inyección el material se deja enfriar en el mismo molde, para luego ser desmoldado, obteniendo así la pieza.

**Soplado:** Al material, que se encuentra en estado plástico, se le ejerce presión por medio de la inyección o succión de un gas; dicha presión lo expande o retrae contra las superficies de la matriz.

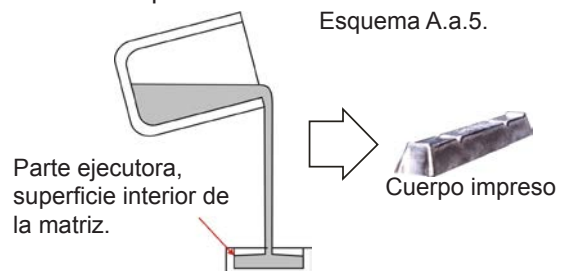
Hay casos en que la transformación se obtiene basándose exclusivamente en el comportamiento interno del material en contacto con el gas a presión, sin necesidad de matrices exteriores que lo envuelvan (a la manera de las burbujas de jabón).



En la fabricación de una botella de plástico, la pieza obtenida a partir de la inyección es dispuesta dentro de un molde con la forma deseada. Mediante un perno de soplado se le introduce aire, con lo que el material se estira y acomoda a la forma del molde. Se deja enfriar en el mismo molde, para evitar que el material vuelva a su estado original, y se desmolda.

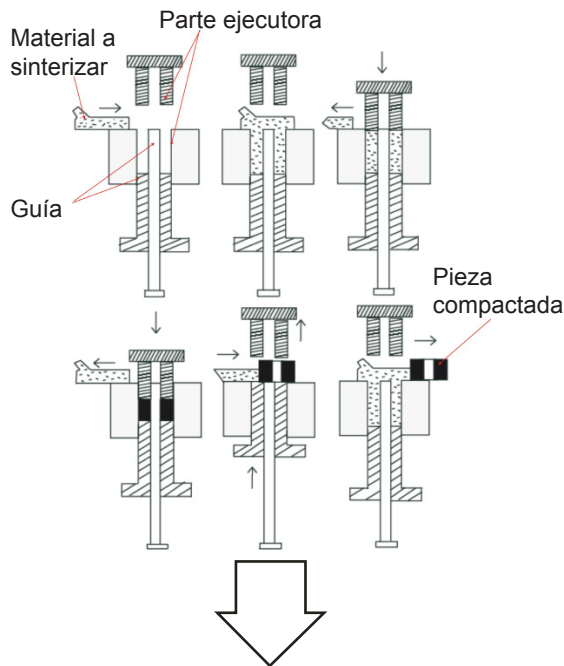
**Vaciado:** El material en estado líquido o de argamasa se distribuye en la superficie de la matriz por gravedad, fuerza centrífuga, vibraciones. Posteriormente adquiere la consistencia a través de algún tipo de fraguado (transformaciones físicas y químicas).

Pertencen a las operaciones de vaciado todas las relacionadas con el hormigón. De tenerse presente que muchas veces parte de la matriz (moldaje) es permanente, vale decir, que no se retira posteriormente y queda formando parte del edificio definitivo.



El aluminio fundido (material amorfo) es vaciado en moldes con la forma de un lingote, los cuales impreminen su superficie al material. Se vuelve consistente al contacto con el aire. Una vez desmoldado se obtiene el lingote (cuerpo impreso).

**Sinterización:** El material en estado de polvo es comprimido y violentamente por la compresión de los moldes matrices. Allí tienen lugar reacciones físicas y químicas que le dan la consistencia.

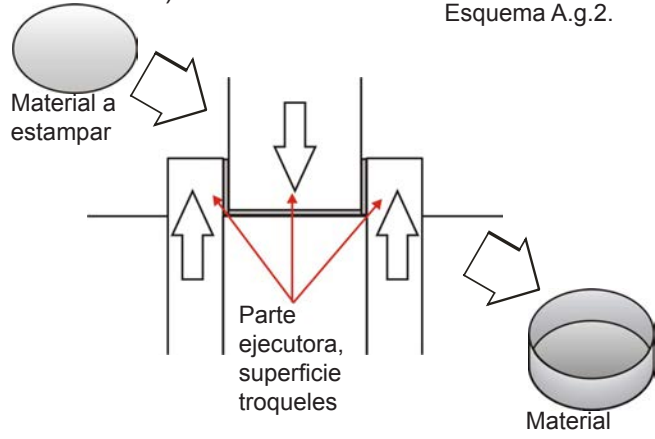


Esquema A.h.3.

El sinterizado es un proceso utilizado en la fabricación de engranajes. El material en estado de polvo es depositado en un molde con la forma que se le desea dar, la cual adopta al momento de ser presionado y comprimido, obteniéndose una pieza compactada. Esta es sometida a una temperatura tal que los materiales se mezclen pero no se fusionen.

**Impresión:** El material en estado líquido o de pasta, es traspasado y redistribuido sobre la superficie de otro cuerpo por medio de las matrices impresoras.

**Estampado (volumétrico):** El material consistente es redistribuido por la compresión de los moldes matrices que lo contienen (queda incluido aquí el troquelado hendido y equivalente; también el “repujado” en láminas de metal).



Esquema A.g.2.

En la fabricación de las latas de bebida, a partir de una lámina de aluminio se cortan círculos de 14 cm, los cuales son estampados por una troqueladora. Cada troquel, gracias a la presión que ejerce, imprime su superficie al material, modificando la forma de este.

### a) Redistribución con Matriz de Figura Lineal

En este caso la trama de la matriz ejecutora se traslada de manera continua y sucesiva con respecto a la masa del material. Haciendo una analogía geométrica, podríamos decir que la matriz lineal “genera la superficie” del nuevo cuerpo por traslación.

Los elementos producidos con este procedimiento tienen la particularidad de ser direccionados. Con ello aludimos a que poseen una sección constante predominante que hace del cuerpo un prisma – de sección regular o irregular según el propósito – y aludimos también a que el cuerpo no queda conformado en sus extremos, siendo en este sentido “in-finito”.

Cuando los elementos constructivos así producidos son independientes y no adheridos a otro cuerpo reciben el nombre de: barra, perfil, fleje, plancha, chapa, etc., según su sección.

Son muchas las modalidades en que el material puede fluir a través de la matriz (o la matriz en torno al material), siendo la diferencia fundamental el grado de cierre que posee la figura de la matriz.

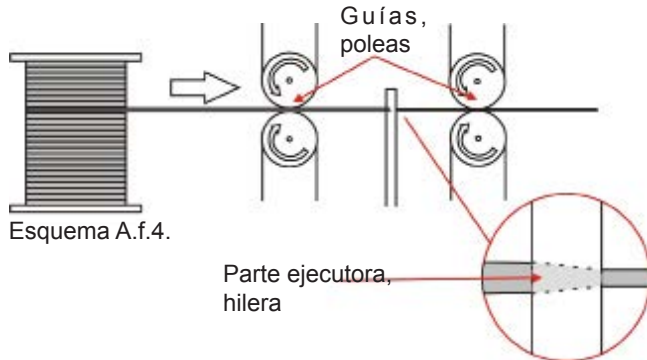
Mientras más abierta es la figura, más determinantes formales quedan entregados a las matrices internas

del material -como por ejemplo, trazar una línea con rapidograph, con pluma o con pincel.

En todos los casos, sin embargo, podemos reconocer que la matriz hace el papel de un diafragma a través del cual pasa el material.

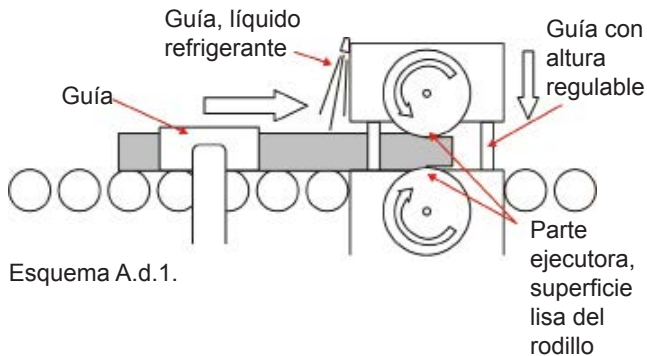
Pertencen a este grupo las operaciones de:

**Laminación:** Material consistente; modificación de la sección en base a un juego de rodillos que lo amasan.



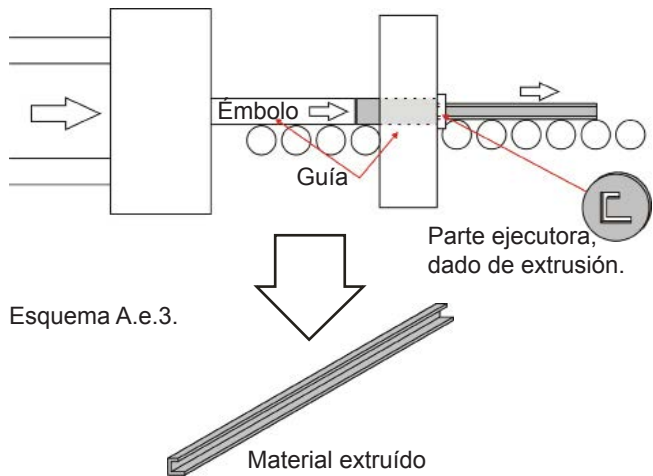
Para fabricar alambre de aluminio, se introduce el extremo del alambón en una máquina trefiladora, la cual a través de poleas, va tirando del material a través de hileras de diámetros descendentes. Depende del grosor que se desee lograr la cantidad de hileras por las que pase.

**Trefilado:** El material semi-conformado, es obligado a pasar a través de orificios (matrices de figura cerrada) que reducen o modifican la sección primitiva.



La fabricación del papel de aluminio parte por un bloque de aluminio que es aplastado por dos rodillos que están a una alta temperatura, los cuales redistribuyen el material estirándolo, a la vez que el líquido refrigerante evita que el aluminio se pegue a estos. Entre cada pasada la altura de la abertura entre los rodillos va disminuyendo, logrando así, tras haber repetido el proceso entre 12 y 17 veces, reducir el grosor inicial del bloque de 45 cm. a 0,5cm.

**Extrusión:** El material amorfo en estado plástico o consistente, pasa a presión por una boquilla perimetral (figura cerrada).



La fabricación de perfiles de aluminio se hace a partir de la extrusión de un tocho (cilindro masizo de aluminio). Este es posicionado en una prensa de extrusión de modo que su cara se encuentre apoyada en el dado de extrusión (que ha sido previamente calentado a 450° C). Un émbolo ejerce presión sobre él, lo que en combinación con la maleabilidad del material, consigue que este traspase la abertura del dado siendo transcrita en él la figura de esta.

Aún cuando resulta más difícil de identificar, incluimos también en este tipo de redistribución de figura lineal, operaciones en que el material adquiere la forma completa al depositarse sobre la superficie de otro cuerpo, el que se comporta como una prolongación de la matriz. Pertencen a este grupo operaciones tales como asfaltar o pavimentar con máquinas desplazables, estucar; dibujar o pintar con brocha, rodillo, pincel, pluma, bolígrafo, etc. (materia prima en estado líquido o pastoso), y con lápiz, pastel, tiza, etc. (materia prima aglomerada), trazar con tiza u otros materiales amorfos en estado de polvo.

En todas estas operaciones existe el co-desplazamiento sucesivo de matriz y material y está presente la condición de direccionalidad aludida.

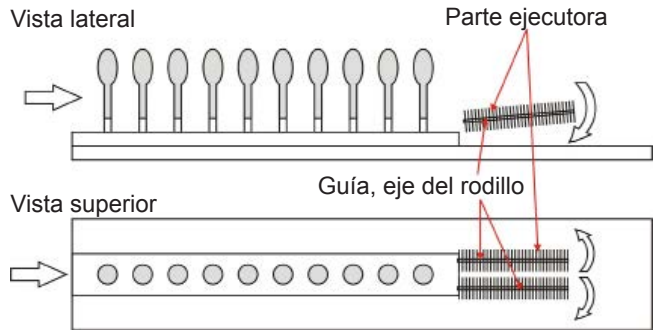
Debemos recalcar, finalmente, que algunas de las operaciones de redistribución señaladas en los grupos a) y b) -estampado, soplado, laminado, trefilado- pueden realizarse con materiales semi-conformados. En estos casos, obviamente el material no es cubierto enteramente por la trama de la matriz ejecutora.

Plegado: Una de estas operaciones realizadas con materia prima semiconformada, tal como barras, perfiles o láminas, y que es muy significativa actualmente por la amplitud de uso, es la que denominamos Plegado.

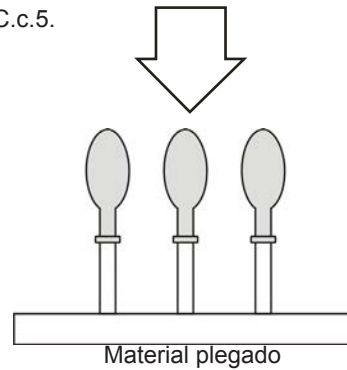
Este puede tener dos variantes:

Plegado Volumétrico: se lleva a cabo con matrices de figura superficial; corresponde a la operación de estampado pero aplicada a material semiconformado.

Plegado Direcccionado: se ejecuta con matrices de figura lineal, por las que se desplaza la materia prima. En la operación se transforma la figura de la sección transversal del material (p. ej. una plancha lisa se cambia en canal); o se transforma la figura de la sección longitudinal (ej. una barra recta se hace curva), o ambos combinadas.



Esquema C.c.5.



En la fabricación de los globos, para generar la boquilla de estos se utiliza el plegado direcccionado. Los moldes se desplazan hacia unos cepillos inclinados que enrollarán la base para formar la boquilla.

### 3. OPERACIÓN POR MONTAJE

Tiene lugar con materiales conformados y consistentes que denominamos piezas y se realiza dentro de la Modalidad Específica.

La operación consiste en co-locar una pieza en la posición-propósito deseada con respecto de otra pieza; al ser montadas, las piezas quedan en contacto entre sí.

El medio impresor comprende un conjunto de dispositivos y matrices que, por una parte hacen posible el traslado y aproximación de las piezas que se montarán, y por otra, aseguran la co-incidencia de la posición prevista para la pieza, con la posición concreta que ésta adopta finalmente. En el momento en que se produce esta co-incidencia debe detenerse el traslado, vale decir, debe cesar o anularse la acción de la fuerza que lo provoca.

Por realizarse el montaje con materiales “conformados”, al menos una parte de la superficie ejecutora de las matrices es asumida en la etapa final de la operación por las piezas que se están montando. Lo dicho no elimina la existencia de otros ejecutores y guías complementarios.

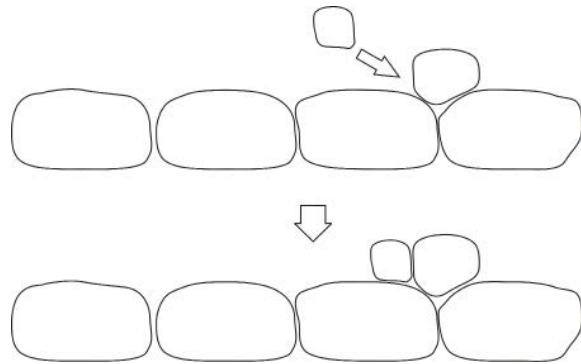
Tratándose de una operación constructiva basada solamente en la traslación y ordenamiento de piezas, las matrices ejecutoras del medio impresor que regulan la detención del traslado se presentan a menudo bajo un aspecto sutil, difícil de visualizar, pero no por eso menos reales.

Se constituye así dispositivos que indican la co-incidencia deseada de las piezas en base a diferentes tipos de señales que pueden ser luminosas, acústicas, térmicas, de contacto, etc., etc.

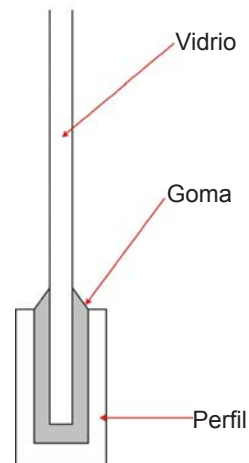
Son ejemplos de esta clase de matriz ejecutora, el plano luminoso que construye la visión humana al “alinear” dos piezas, o un “clic” que se percibe auditivamente, o el rayo que opera una célula fotoeléctrica ...

Los dispositivos o matrices de coincidencia que detienen el traslado pueden actuar, según los casos, sobre el operario que está actuando con su cuerpo, o sobre el que opera una máquina, o bien directamente sobre los comandos de la fuente motora.

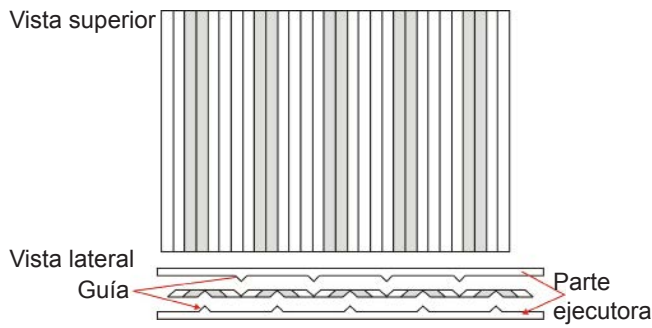
Esquema P.2.



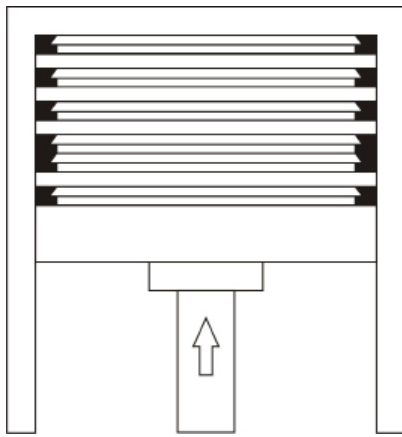
En la construcción de una pirca las piezas (piedras) se van acomodando de acuerdo a su forma, y al como la gravedad influye en ellas. Gracias a esto es que se van trabando y fijando sin necesidad de otro material.



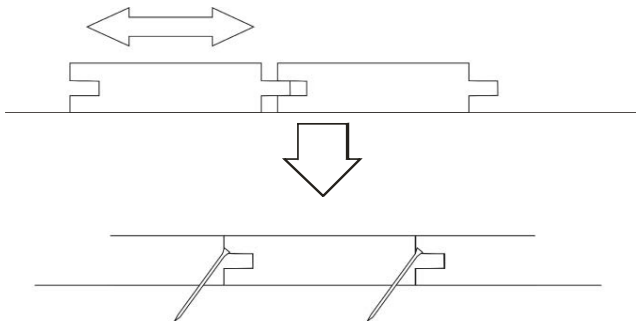
Al hacer el montaje de un vidrio dentro de un perfil de aluminio para hacer una ventana, se dispone una goma a presión entre ellos. Esta presión mantendrá fijas las piezas del montaje, a la vez que reduce el MJ.P.



Esquemas C.d.8. y C.d.9



En la fabricación de gomas que borran gráfito y tinta, se juntan tiras de ambas gomas y se colocan en unas bandejas con tapa que luego serán colocadas en una prensa de vapor para repetir el proceso de curado y compactado durante 12 minutos. Esto constituye una operación de montaje por alteración física de los materiales.



En el entablado machihembrado se da la fijación de las tablas a la superficie correspondiente por medio de piezas complementarias, tales como las puntas.

Además de estos dispositivos de acción indirecta, el desplazamiento de las piezas que se están montando puede detenerse por matrices definitivas o transitorias que hacen de tope y se les oponen directamente, anulando la fuerza o inercia puesta en juego (por ejemplo el machón de un puente que recibe las vigas prefabricadas).

En la operación de montaje, el momento de contacto de las piezas se descompone en dos: la colocación de la pieza y la fijación.

La fijación, que es posterior a la colocación, puede realizarse de diferentes maneras atendiendo a las características de los materiales y al tamaño y forma de las piezas.

Estas modalidades de fijación, son:

- por gravedad o roce natural
- por roce forzado o a presión
- por alteración física o química de los materiales (de una o ambas piezas).
- por medio de elementos complementarios: éstos pueden ser piezas complementarias (tales como: pernos, remaches, tarugos, clavos, corchetes, etc.), o bien, materiales complementarios (tales como: pegamentos, soldaduras, etc.).

Si se la mira separadamente, esta última modalidad de fijación por medio de elementos complementarios podría, en cierta manera, asimilarse a alguna de las tres primeras cuando se trata de piezas complementarias; o bien, a las "operaciones de redistribución" si se trata de materiales complementarios.

Sin embargo, considerando que el desprendimiento del nuevo cuerpo inducido sólo tiene lugar con posterioridad a la fijación de las piezas, esta última modalidad de fijación la hemos incluido en la operación misma del montaje.



## MATERIALES DE MONTAJE

### DEFORMABILIDADES DE LOS CUERPOS MATERIALES

Todo cuerpo se deforma en alguna medida al ser puesto en contacto con otro.

El grado de deformación varía según el tipo de material de que se trate y según los esfuerzos a que es sometido al entrar en contacto.

Desde el punto de vista formal hay, por lo tanto, diversas magnitudes de deformabilidad y también diversos sentidos (longitudinal, transversal, mixto, etc.) Sin embargo, al construir un artefacto por montaje nosotros podemos, según los casos, tomar en consideración y aprovechar esta capacidad de deformación, o bien, no considerarla.

### La Pieza

Damos el nombre de “Pieza” a un trozo de material “conformado y consistente” cuyas características formales son aprovechadas directamente en el artefacto que se está construyendo.

Para los efectos del análisis que estamos realizando y con el fin de visualizar y describir más fácilmente las situaciones, asimilaremos las “piezas” a poliedros regulares o irregulares según los casos, aún cuando existan en ellas superficies curvas o continuas.

Designaremos con el nombre de ‘caras’ a las diferentes superficies en que se descompone la envolvente total de una pieza; y llamaremos ‘caras de ajuste’ a aquellas en que tiene lugar el contacto de las piezas montadas.

### Piezas indeformables

Decimos que una pieza es indeformable, cuando no consideramos su capacidad de deformación y suponemos que su forma y medida no se alteran en el proceso de montaje; se trata entonces sólo de un cambio de posición de la pieza. En este caso, el “margen de juego de particularidades” de la pieza debe ser, necesariamente, mayor que el rango de deformación que inevitablemente tendrá la pieza en su posición definitiva.

## Piezas deformables

Decimos que una pieza es deformable cuando aprovechamos la capacidad de deformación del material con propósitos constructivo-formales.

Con el objeto de que la pieza logre alcanzar la posición-propósito, es necesario aplicarle ciertas presiones de acuerdo al material empleado y a la forma de la pieza.

El MJP de la pieza empleada debe ser, necesariamente, menor que el rango de deformación a que la sometemos en la colocación definitiva.

Obviamente, la concepción de las medidas, forma y montaje de las piezas será radicalmente diferente cuando se las emplee como deformables o como indeformables.

## MONTAJE CON PIEZAS INDEFORMABLES

Tratándose de dos piezas indeformables, la determinación de la "formapropósito" corresponde sólo a un cambio de posición de las piezas.

La consecución de la posición-propósito de la pieza se hace como en toda operación constructiva de Modalidad Específica por medio de las matrices.

Tal como se ha señalado anteriormente, estas matrices pueden estar contenidas total o parcialmente en las piezas a montarse.

Si las matrices están contenidas parcialmente, significa que existen, además, otros elementos transitorios que contienen el resto de las matrices necesarias para fijar la posición y que se retiran una vez terminada la operación de montaje.

Considerando:

- que todo cuerpo material tiene un MJP.
- que en la operación de montaje no hay variación en la forma de las piezas.
- que éstas entran en contacto directo entre sí.

Se desprende que la posición-propósito de la pieza indeformable no puede determinarse por medio de todas sus caras.

Dicho de otro modo: tratándose de un cuerpo indeformable, sólo es posible determinar la posición de algunas de sus caras, con lo que queda definida la totalidad de la posición del cuerpo, quedando las restantes caras determinadas por las primeras y jugando libremente dentro del MJP correspondiente.

En este sentido, decimos que la construcción por montaje es “abierta”.

### Triedro de Contacto

Se trata de definir las condiciones de forma y ubicación que deben cumplir las caras de contacto en las piezas indeformables.

Si representamos provisoriamente a una pieza indeformable por un cubo, comprobamos que sólo es posible fijar la posición de tres caras contiguas respecto de otro elemento indeformable; las tres caras contrarias quedarán necesariamente determinadas por las primeras.

Repitiendo este análisis con otros cuerpos poliédricos, comprobamos que en todos los casos sólo es posible definir la posición de tres caras, quedando las restantes libres dentro del MJP correspondiente. Asimismo, que estas tres caras de contacto -contiguas o no- deben formar parte de un solo triedro. Vale decir, que no pueden llegar a coexistir dos caras de contacto paralelas.

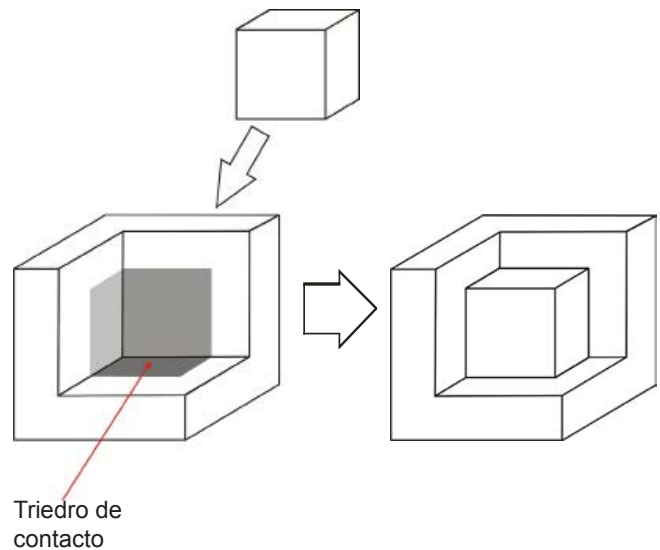
Hacemos, entonces, la siguiente afirmación:

La posición de una pieza indeformable se define por tres de sus caras, las cuales deben pertenecer a un solo triedro.

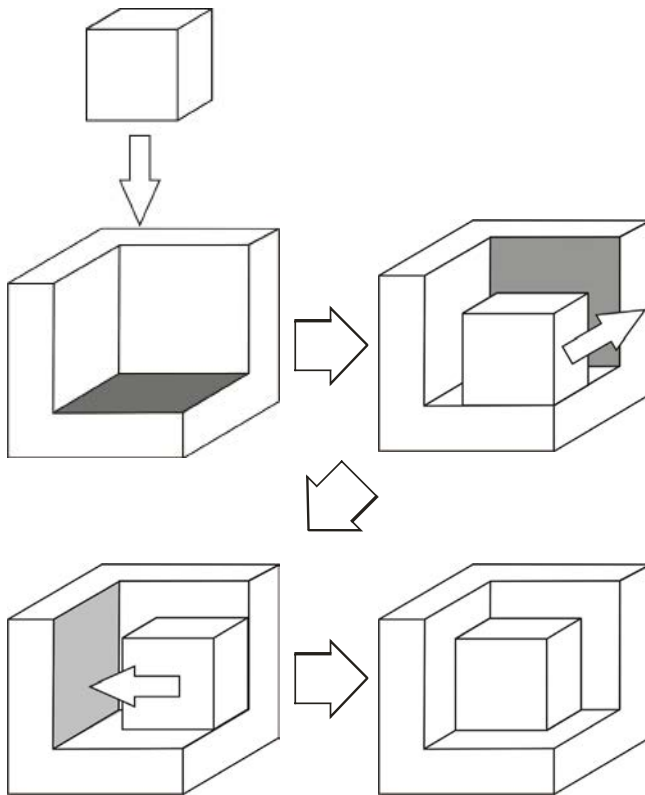
A este triedro virtual lo denominaremos Triedro de Contacto o Triedro de Ajuste.

Formarán parte del “triedro de contacto” tanto las caras de la pieza que se está montando, como las caras de la matriz ejecutora que define su posiciónpropósito; sea que éstas formen parte de la otra pieza, o bien, de elementos complementarios del medio impresor.

En los casos en que la posición de una pieza la determinamos en base a un plano virtual que la corta (esto sucede cuando trazamos “ejes”!), dicho plano se constituye en una nueva ‘cara’ del cuerpo, y queda sometida a la ley del triedro descrita.



### Secuencia de ajuste La Cuña



### Casos especiales de Triedro de Contacto:

- Toda pieza, aunque tenga superficies curvas, la hemos asimilado a un poliedro.

- Al colocarse una pieza cilíndrica dentro de una cavidad cilíndrica, se establece una "línea" de contacto en la que quedan comprendidas dos de las caras del "triedro de contacto"; la tercera cara de contacto está en una de las bases.

- En caso de introducir parcialmente una pieza cónica en una perforación cónica o cilíndrica, la superficie de contacto es cerrada y contiene las tres caras posibles del "triedro"; por lo tanto, la cúspide y la base de la pieza cónica quedan necesariamente libres, jugando dentro del MJP.

Lo dicho se aplica en forma análoga al caso de cuerpos piramidales; o bien, a cuerpos esféricos que establecen contacto con un orificio cilíndrico o cónico.

- En el caso de introducir una esfera dentro de una cavidad hemisférica, en el "punto" teórico de contacto está comprendido el triedro de contacto.

### Secuencia de Ajuste: La Cuña

La "búsqueda" de la posición-propósito de una pieza indeformable, vale decir su encuentro con la matriz, sea ésta transitoria o definitiva (=incorporada) o, lo que es lo mismo, el encuentro con el triedro virtual de contacto – se realiza concretamente en una secuencia de deslizamientos y acomodaciones hasta llegar a la posición estable.

Esquemáticamente podría decirse que primero se produce el contacto correspondiente a una cara; en seguida, deslizándose por la primera entra en contacto con la segunda cara; finalmente, deslizándose conjuntamente por las anteriores, encuentra la tercera, quedando la pieza en la posición definitiva.

Aceptando que toda superficie es imperfecta (MJP), y considerándolas totalmente indeformables, tendríamos que señalar que el contacto de la primera cara se consume en 3 puntos, el de la segunda en 2 puntos y el de la tercera en 1 punto.

A una pieza que toma su posición definitiva siguiendo esta secuencia descrita, le damos ordinariamente el nombre de "cuña".

Por lo tanto, generalizando, podemos decir que el ajuste o contacto entre piezas indeformables se opera siempre a manera de “cuña”.

La modalidad de acomodación y trabajo de ésta varía en función de la abertura del triedro que la compone.

Conviene tener presente, por ejemplo, que el “hilo” de los tornillos y pernos corresponde a una modalidad particular de cuñas, quedando definida la forma de triedro de contacto, por las características de la “sección” y “paso” del hilo.

Por razones de orden práctico y en atención a aspectos formales o a requerimientos de fijación en las construcciones por montaje de piezas indeformables se exige por lo general un nivel de precisión diferente a las tres caras de contacto.

### Ajuste en Caras Paralelas

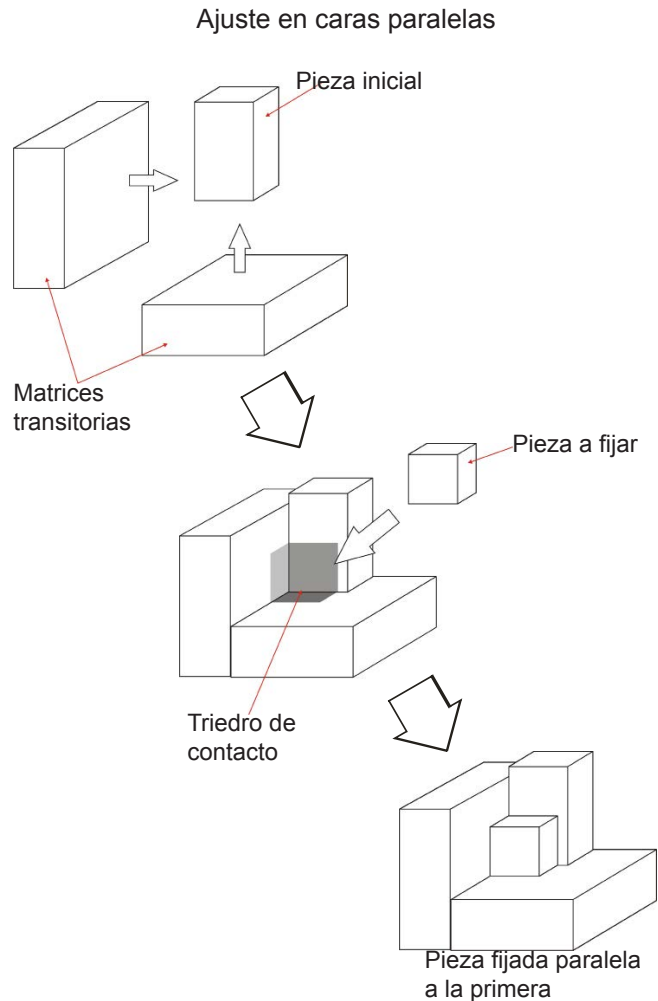
De lo afirmado anteriormente se desprende que, dadas dos caras paralelas fijas en indeformables, no es posible establecer contacto entre ambas por medio de una sola pieza indeformable, debido a que no se configura un “triedro de contacto”.

Por lo tanto, para establecer el contacto entre dichas caras paralelas se requiere a lo menos contar con dos piezas. De este modo al ajustar cualquiera de estas piezas a una de las caras paralelas, necesariamente -por el sólo hecho de tratarse de un cuerpo tridimensional- presentará caras no paralelas a las fijas, de modo que se formará un triedro de contacto que permitirá el ajuste de la segunda pieza.

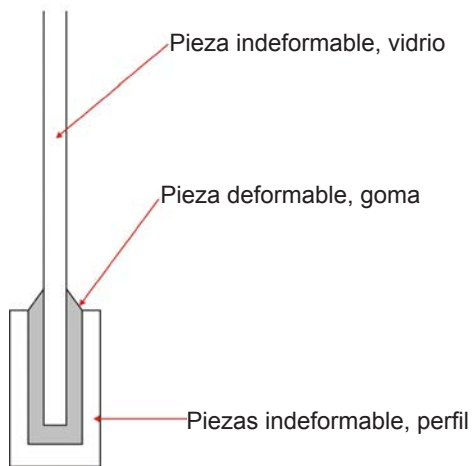
## MONTAJE CON PIEZAS DEFORMABLES

Hemos dicho que es imposible producir cuerpos materiales de medidas y formas absolutas, lo que nos obliga a trabajar con cierto grado de indeterminación que hemos llamado MJP. En las operaciones de montaje esto se traduce en las condiciones fijadas por el “triedro de contacto” y la característica de “abierto” que toma esta clase de construcción.

Acontece a veces que hay exigencias de precisión de ajuste, que sobrepasan las posibilidades que nos ofrecen los materiales indeformables. Surge entonces la necesidad de emplear materiales deformables. Estos poseen ciertos niveles de elasticidad que les permiten,



### Montaje con piezas deformables



Al hacer el montaje de un vidrio dentro de un perfil de aluminio para hacer una ventana, se utiliza una goma como pieza deformable entre ellos. Esta goma, dispuesta a presión, buscará expandirse, abarcando los espacios que han quedado entre el vidrio y el perfil debido al MJP.

una vez comprimidos, volver a su forma inicial, o bien, si se los deja aprisionados, mantener una presión constante sobre las caras que los encierran.

Con ello, las piezas de tales materiales no sólo pueden neutralizar el MJP propio del proceso constructivo, sino también absorber variaciones de forma que se producen por alteraciones del material en el paso del tiempo (retracciones, dilataciones, agrietamientos, etc.) o bien por solicitaciones artificiales exteriores a que se las somete (presiones, roce, variaciones de temperatura, etc.)

El empleo de materiales deformables permite lograr contactos de piezas tan precisas, que prácticamente pueden comportarse casi como un material continuo (por ejemplo, un perfil de neoprene y el vidrio que recibe, los anillos de un pistón en el cilindro, etc.)

Ordinariamente no se emplean en un artefacto exclusivamente materiales deformables, sino que se los combina con piezas indeformables.

Este modo de proceder se funda principalmente en dos razones:

- Las piezas indeformables aseguran un grado de rigidez general al artefacto.
- Por lo general resulta un ajuste más gobernable y más "preciso" entre una pieza indeformable, que entre dos deformables.

Anteriormente, se señaló que todo material -y por ende toda pieza- es deformable, pero que sólo lo consideramos tal desde el punto de vista constructivo-formal cuando aprovechamos directamente esa propiedad. Por lo tanto, un mismo material -por ejemplo, un tipo dado de acero- puede emplearse para fabricar una pieza indeformable (una golilla plana, por ejemplo), o una deformable (una golilla de presión).

### Secuencia de deformación de piezas

Una pieza deformable tiene dos momentos formales:

1. En estado "natural" previo al montaje.
2. En la posición definitiva, en que la pieza ya está deformada.

Esta última posición se consigue por medio de una

fuerza adicional que se le aplica a la pieza al ajustarla.

Una vez que la pieza deformable está colocada y ajustada en su posición definitiva, las caras de ajuste quedan sometidas a una mutua presión, comprimidas.

### Posibilidades de ajuste

Si representamos esquemáticamente una pieza deformable como inscrita en un hexaedro recto, diremos que según sea el tipo de material empleado y modo de colocación, ésta tiene las siguientes posibilidades de ajuste con otra pieza:

- a. En 2 caras opuestas, quedando cuatro caras libres;
- b. En 4 caras opuestas de dos en dos, quedando dos caras libres.
- c. En 6 caras opuestas de dos en dos, no quedando ninguna cara libre.

Los casos de piezas deformables de configuraciones más complejas, sean éstas regulares o irregulares, curvas o planas, son susceptibles de asimilarse al caso esquemático descrito para su análisis.

Es importante destacar que la posición definitiva y el consiguiente ajuste de una pieza deformable, sólo tiene lugar con relación a matrices permanentes incorporadas a las otras piezas. De no ser así, obviamente no se aprovecharía y no tendría sentido el empleo de un material deformable porque éste, apenas retirados los elementos transitorios, volvería a su estado inicial.

### LA REGULACION

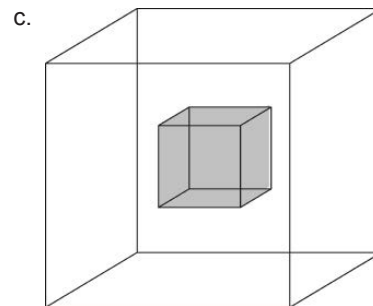
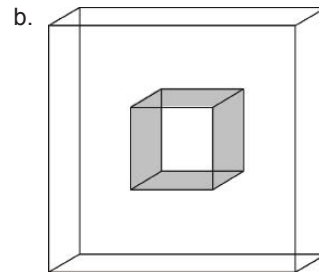
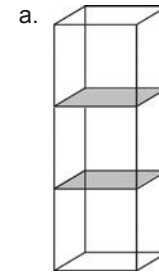
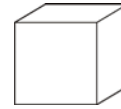
Hemos afirmado que en la construcción artificial de cualquier cuerpo material –y por el hecho mismo de ser material- existe un cierto grado de indeterminación en la forma a lograr.

El MJP es el rango dentro del cual encuadramos esta necesaria indeterminación, en las diversas circunstancias. La comprensión clara de esta condición de la materia es fundamental para el gobierno de su ordenamiento formal e incide por lo tanto en la concepción y realización del proceso constructivo.

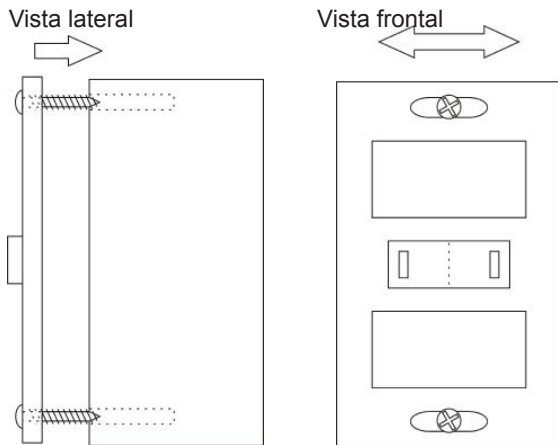
Si el cuerpo que estamos empeñados en producir se

### Posibilidades de ajuste

Pieza deformable



## La regulación



El interruptor se posiciona frente a la caja, la cual ya esta embutida en la pared, y se comienza a fijar a esta por medio de pernos. Sin embargo, la forma de las perforaciones para los pernos permite que antes de dejarlo definitivamente fijo, se puede desplazar corrigiendo el MJP.

configura en base a la agregación de piezas (iguales o diferentes), el proyecto debe prever una suma acumulativa del MJP de las distintas partes componentes. Esto significa que las particularidades que puede llegar a tener el cuerpo total serán marcadamente mayores que las de cada una de las piezas.

Pongamos como ejemplo el caso de un cuerpo compuesto de sólo dos piezas:

MJP de pieza P1 = + 2 mm.;

MJP de pieza P2 = + 3 mm.;

MJP total = + 5 mm.

El ejemplo nos demuestra que con poco que aumente el número de las piezas componentes, el MJP del total se hace prácticamente incontrolable para efectos prácticos.

A fin de corregir este incremento progresivo del MJP en el cuerpo total, se ha ideado un procedimiento constructivo que permite lograr que el margen total sea del mismo rango que el de las piezas en particular.

A este procedimiento de corrección de la posición de las piezas lo denominamos Regulación.

Para que la Regulación pueda tener lugar, se requiere que el Triedro de Contacto que definirá la posición de la nueva pieza no esté contenido enteramente en la pieza (o en las piezas) con la cual se establecerá la unión definitiva, sino que es necesario que una o dos de las tres posibles Caras de Ajuste estén constituidas por matrices transitorias; de no ser así, la pieza tendría una sola posibilidad de posición determinada por el triedro material definitivo.

Pongamos un ejemplo; instalación de un interruptor eléctrico en una caja embutida en el muro.

Si el interruptor tuviera las dos perforaciones para los pernos que lo fijan a la caja, de forma circular y del tamaño justo, no habría posibilidad alguna de regular su posición respecto de la vertical. En cambio, si las perforaciones señaladas son alargadas horizontalmente -como de hecho sucede- es posible 'aplomar' el interruptor independientemente de la posición de la caja, porque la cara de ajuste vertical lateral está definida por una matriz transitoria: la plomada.



La regulación del interruptor en profundidad se obtiene por el "paso continuo" que dan los tornillos.

La Secuencia de Ajuste se cumple en el caso de la Regulación siguiendo también la modalidad de la 'cuña', pero con la salvedad de que parte de las matrices son transitorias.

Estas matrices tienen las siguientes características:

- Son independientes de la forma concreta y particular de lo ya edificado.  
(Un ejemplo significativo respecto a esta independencia es el empleo de la lienza de la plomada y el canto del nivel cuya posición está dada por constantes gravitacionales).
- Su posición puede determinarse una vez conocida la forma concreta y particular de la, o las, piezas que se van a co-locar.

(P.ej., tomemos el caso de las distancias entre cada una de las piezas de un conjunto que hay que distribuir equidistantemente: una vez conocidas las verdaderas dimensiones de las piezas, se calcula la distancia que deberá existir entre cada una y, según ello, se van disponiendo las matrices respectivas).

El empleo de un sistema de Regulación trae consigo, como se desprende de lo dicho, ciertas características de la forma y ordenamiento en las piezas materiales que entran en juego.

Estas características son básicamente de dos clases:

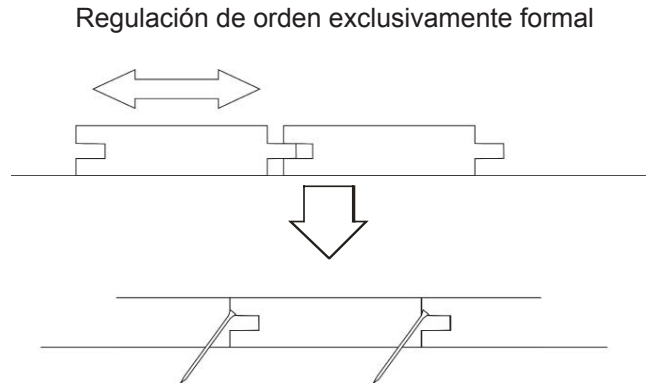
#### a. De orden exclusivamente formal:

Existencia de cierta huelga que permite el desplazamiento de la pieza antes de su fijación, siguiendo los rasgos contenidos en las matrices transitorias.

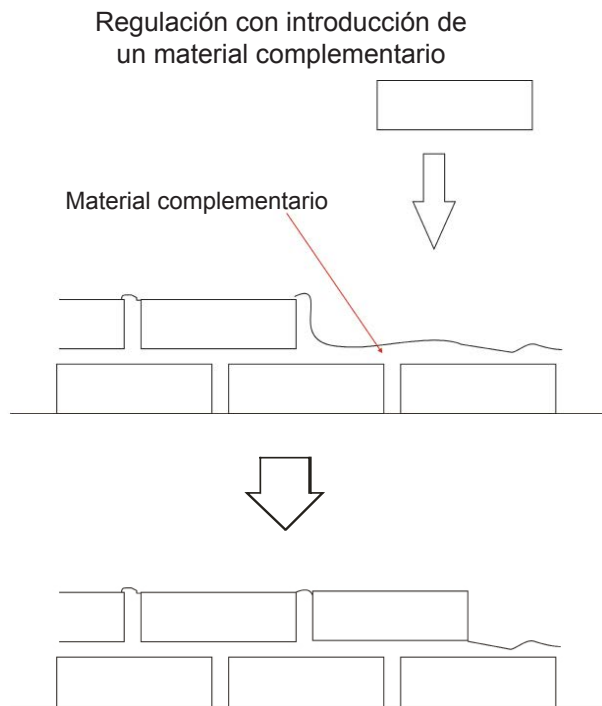
Esto implica que los elementos de fijación puedan aplicarse en cualquier posición que adopte la pieza dentro de ciertos límites.

Ejemplo: Construcción de un entablado machihembrado.

El paralelismo de las tablas se regula aumentando o disminuyendo la entrada de la lengüeta; los clavos pueden colocarse indistintamente a lo largo de la viga, considerándose la madera homogénea para este efecto.



La entrada de la lengüeta en las tablas machihembradas, permite que después de la colocación de la pieza esta aún pueda desplazarse, para así acomodarse mejor respecto de las otras. Una vez se ha llegado a la posición deseada, la pieza es fijada por medio de clavos a la superficie correspondiente.



En la construcción de un muro de ladrillos, los ladrillos son las piezas indeformables mientras el hormigón es el material complementario en estado amorfo. De este modo, los ladrillos presionan el hormigón, el cual debe adaptarse a la forma de ellos regulando así el MJP.

Para el caso de la fijación de piezas metálicas estandarizadas por medio de pernos, se ha ideado las perforaciones ranuradas en sus distintas variedades, que permiten el desplazamiento de las piezas respecto de los pernos fijadores.

b. Con introducción de un material complementario entre las piezas que es necesario colocar.

Dicho elemento, sea que esté constituido por un material conformado o amorfo, debe tener la posibilidad de variar su forma según el caso en que se aplique con el fin de adaptarse al MJP que se trata de regular.

Son elementos Reguladores de material conformado, por ej.: las golillas y láminas espaciadoras, cuñas rectas, cuñas curvas (pernos, excéntricas), etc.

Son elementos Reguladores de material amorfo las argamasas, mastics, etc.

Cabe finalmente hacer notar que este último caso de Elemento Regulador, puede -en sentido estricto- considerarse como una operación de Redistribución en que la pieza que se está colocando hace el papel de moldeaje del material amorfo.

Esto explica el hecho de que pueda llegarse a que las tres Caras de Ajuste que definen la posición de la pieza puedan ser matrices transitorias. Sirva de ejemplo el caso de la colocación de marcos de puertas y ventanas en los vanos de un muro de albañilería u hormigón, por medio de mortero.

A pesar de lo dicho -tratándose de casos en que el material amorfo no es dominante- y con el fin de ofrecer una visualización más clara, hemos dejado abierta la posibilidad de considerarlo como un tipo especial de elemento regulador.

Cuarta Parte

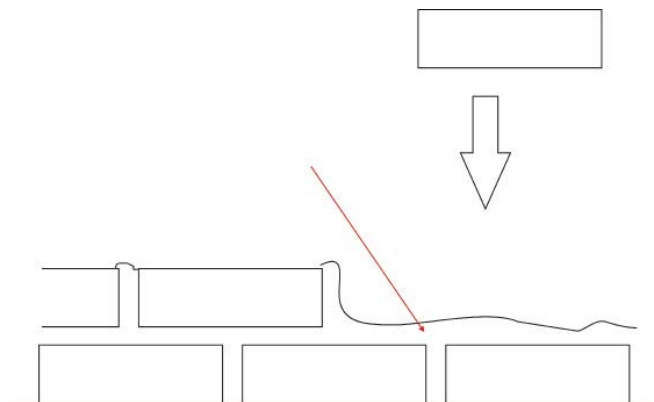
## ACERCA DEL MENSAJE CONSTRUCTIVO



Se ha dicho anteriormente que para que una porción de material asuma una determinada forma contenida en el Propósito Formal, es necesario que dicho material sea puesto en contacto con un medio impresor ad-hoc.

Este contiene ciertos rasgos particulares de acuerdo con tal propósito, y la energía necesaria para traspasarlos o imprimirlos en la materia prima.

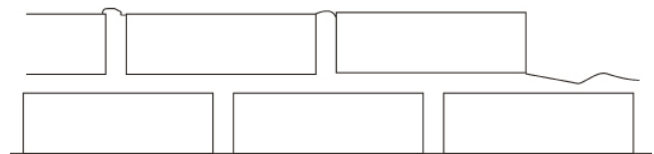
Lo que no se ha explicitado, en cambio, es de qué manera y bajo qué condiciones el propósito formal (o simulación formal) que está en la mente del “proyectista”, sale al mundo exterior y llega hasta encontrar la materia prima adecuada, encontrar el medio impresor adecuado y, además reunirlos a ambos.



### El ‘mensaje’ en seres orgánicos:

En el caso de los seres orgánicos, el mensaje genético – portador de las instrucciones formales y de ejecución – es una entidad material de características análogas al nuevo cuerpo que se generará. Vale decir, que los nuevos elementos materiales que se van reuniendo se ordenan formalmente y automáticamente a partir de los anteriores, siendo la cadena misma del mensaje genético el punto de partida de todo lo siguiente.

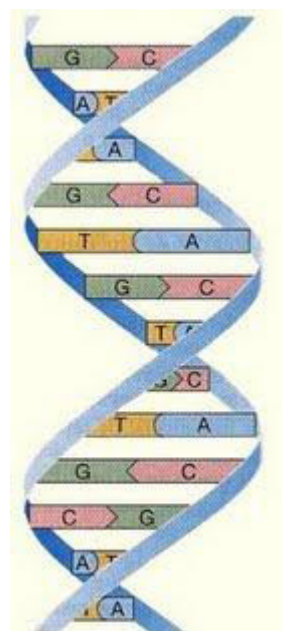
Algo así como si en el caso de un muro de albañilería, una vez puesta la primera hilada, el resto de los ladrillos se fuera ordenando autónoma y automáticamente, a partir de esta hilada inicial, hasta completar el paño de muro propuesto. En el caso real del muro, bien sabemos, se hace necesaria la presencia de condiciones externas a los elementos materiales que integrarán el muro: el albañil con su destreza, sus herramientas, sus fuerzas.



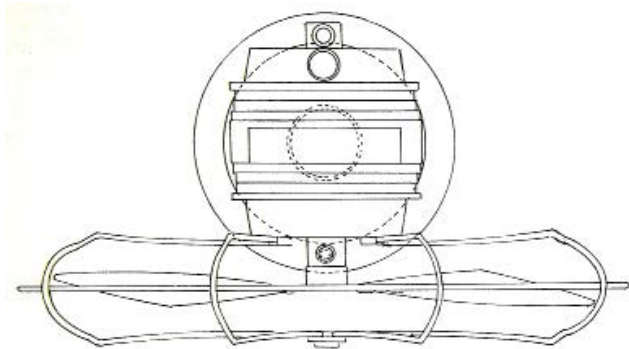
### Un caso límite:

Intentando dilucidar cómo se exterioriza y materializa el propósito formal, examinemos el caso de un artesano aislado.

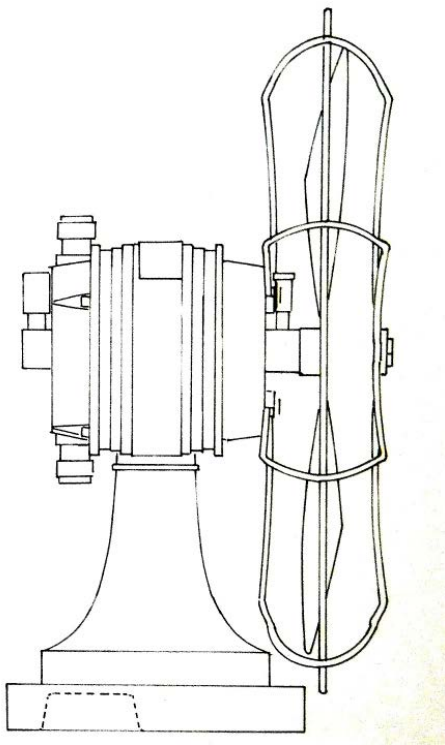
En el momento de concebir el cuerpo que anhela construir, dicho artesano ya posee una experiencia y un conocimiento de la materia prima que se requiere y de sus capacidades para transformarla (herramientas, destreza, energía); asimismo, sabe en qué lugar desea construir el “edificio” y dónde encontrar estos materiales y herramientas; y sabe también las operaciones que debe realizar para reunirlos en el punto adecuado.



La construcción de un muro de ladrillos es comparada con el mensaje genético, debido a que en la primera hilada de ladrillos los demás se van colocando en forma automática, similar a lo que ocurre con el mensaje genético que se ordena por sí solo.



Ventilador - vista superior.



Ventilador - vista lateral.

Todo el proceso constructivo se concibe y realiza, en este caso, en una persona. La información formal que da cuenta del objeto a construir y que lo contiene abstractamente, fluye de la cabeza a los propios miembros ejecutores. No hay intermediarios.

Sin embargo, a pesar de realizar una actividad autónoma, no puede dejar de pensar su futura obra a lo menos en imágenes formales. De éstas -según nuestro lenguaje- abstrae los rasgos que definen y caracterizan la forma del objeto. Y es según tales rasgos que el artesano decidirá acerca de las propiedades de las herramientas que empleará y del orden del trabajo.

### Lenguajes simbólicos:

Es muy corriente que aunque se trate de un operario aislado y autónomo, parte de los rasgos que hemos señalado se exterioricen en dibujos de diferentes características según los casos y personas, en algunas cifras de medidas y en nombres de referencia. Vale decir, que aún en este caso bastante extremo, las imágenes mentales se vuelcan al exterior en un lenguaje simbólico y por ende, abstracto.

### Dibujo:

Sin embargo, si continuamos reflexionando, repararemos que cierto tipo de "dibujo" de este lenguaje simbólico -la proyección paralela- pasa a constituirse ordinariamente -una vez transcrito a la escala natural (1:)- en los primeros pasos de la construcción definitiva del cuerpo deseado.

A título de ejemplo pensemos en el "dibujo" con tiza de los heridos de un edificio; o el trazado a punta seca en una pieza de metal donde luego se "apoyará" la hoja de la sierra, etc.

### Cifras y nombres:

Debemos reconocer eso sí, una diferencia radical entre este tipo de dibujo geométrico - figurativo y a escala, y la escritura de nombres y de números. El género de rasgos con que éstos se presentan (sea en la escritura o en la dicción), no tiene ninguna relación formal con el futuro objeto. Sin embargo, tales símbolos existen y parecen resultarnos útiles en nuestra acción constructiva: ello quiere decir que debe haber un puente entre símbolos y obra. Tomemos el caso de los números que indican medidas

lineales. Vemos que encuentran un intermediario que les permite entrar en acción constructiva concreta: la regla graduada (huincha de medir); aquí la cifra abstracta se constituye en un ente material. Si se tratara de medidas angulares, el intermediario sería, p. ej., el transportador o el taquímetro, y así sucesivamente.

¿Y las palabras? En primer lugar, pueden hablar de propiedades de la forma; entonces ellas deben encontrar alguna herramienta o instrumento constructivo o procedimiento que permite su “ingreso” en la edificación misma. Por ejemplo, el término “cepillado” especifica un tipo de superficie obtenido con el cepillo. El término “horizontal” encuentra su traducción en el nivel; o “recto” en la regla, o “estuco o grano perdido” en una modalidad de disponer un mortero, etc., etc.

Otras veces pueden indicar la secuencia de las operaciones: primero esto, luego esto otro. O bien, pueden identificar cada tipo de materia prima.

Pero, sea que se trate de dibujos figurativos, de números o de palabras abstractas, siempre deberá estar presente un “intérprete” que sea capaz de trasladar tales abstracciones a elementos materiales constructivos.

Recapitulando: aún en el caso de un artesano solitario, autor y ejecutor de un cuerpo material, existe en su mente la abstracción de rasgos formales de dicho cuerpo, que se traducen en un lenguaje simbólico de figuras, de números u otros signos, y de palabras.

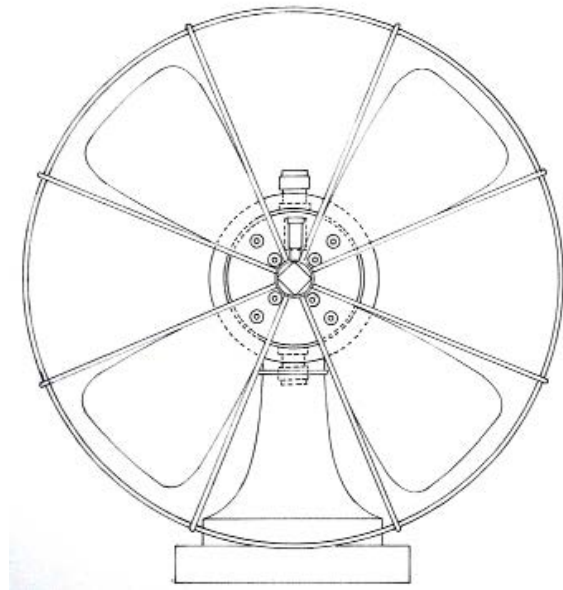
Todo este lenguaje se introduce en el proceso constructivo mismo, traduciéndose a su vez en diferentes elementos y propiedades del medio impresor, para luego grabarse en materiales formalmente capaces.

### El ‘mensaje’ constructivo:

Es importante insistir que en tales rasgos, dibujos, signos y palabras está contenida la información específica y eficaz del cuerpo que se propone edificar.

Es una suerte de “mensaje genético” de la obra. En él está necesariamente, aunque de manera “simbólica”, ‘todo’ el cuerpo.

Su eficacia en cuanto mensaje depende de la justeza con que sea posible ser interpretado por un medio impresor, incluidos, desde luego, la inteligencia y las destrezas de los operarios.



Ventilador - vista frontal.

Cuando una persona está por iniciar un proceso constructivo, piensa en su futura obra en imágenes formales, donde de éstas abstrae los rasgos que definen su forma. Estos rasgos se exteriorizan en diferentes dibujos, en cifras de medida y nombres de referencia. En cuanto al dibujo, existe el llamado “proyección paralela”, que pasa a constituirse como un primer paso a la construcción del cuerpo deseado. Sin embargo, nombres y números, no tienen ninguna relación formal con el futuro objeto, pero son útiles en la acción constructiva y forman así parte de la información específica de la obra a construir comparándose así como el mensaje genético del futuro cuerpo.

El medio impresor, dentro de sí, puede tener muy diferentes grados y modalidades de interpretar la información recibida. Depende del tipo de operación, del desarrollo tecnológico, del grado de especialización de los operarios que, dicho sea de paso, nunca pueden faltar como primer nivel de interpretación del medio impresor. A veces, como en el caso del artesano, una misma persona puede desdoblarse en informante y ejecutor.

Es así como la información puede ser traducida por el operario y aplicada directamente a través de sus brazos o bien, en el otro extremo, reducirse a pulsar el botón de una herramienta automática. Naturalmente en este último caso, la máquina herramienta tendrá programada una secuencia interior de dispositivos y mecanismos que accionarán finalmente las matrices ejecutoras en el lugar y condiciones precisas.

### Construcción masiva actual:

Todo lo que hemos venido ejemplificando en un artesano u operario, se aplica en otros procesos constructivos en que muchas personas forman parte del medio impresor.

En estos casos, y a medida que aumenta el número de personas implicadas y la complejidad de la obra, aumenta progresivamente y hasta límites enormes, la magnitud y el carácter simbólico de la información constructiva.

Es así como las obras por construirse dividen y subdividen en partes que se encarnan en infinidad de mensajes simbólicos, los que son descifrados por diferentes “intérpretes” – hombres o máquinas – en distintos momentos del proceso, y traducidos a innumerables operaciones constructivas hasta que la nueva obra queda concluida con la “exactitud” prevista.

Evidentemente esto sólo puede suceder si toda la información está regulada y coordinada en el tiempo y en el espacio, de suerte de no interferirse unas interpretaciones con otras. Ello implica también que los lenguajes simbólicos que se empleen sean coherentes entre sí, y suficientemente convencionales (= convenidos) para que las personas y equipos que forman parte del medio impresor y del aprovisionamiento de materiales constructivos puedan operar eficazmente.

Esto implica, desde el punto de vista formal, la permanente búsqueda de la normalización de las unidades de medidas, de los controles de calidad, de los nombres y nomenclaturas, etc., etc.



Asimismo, explica la difusión creciente de las características de los materiales y de los elementos o medios impresores a través de sistemas de catálogos.



Apéndice

# PROCESOS INDUSTRIALES



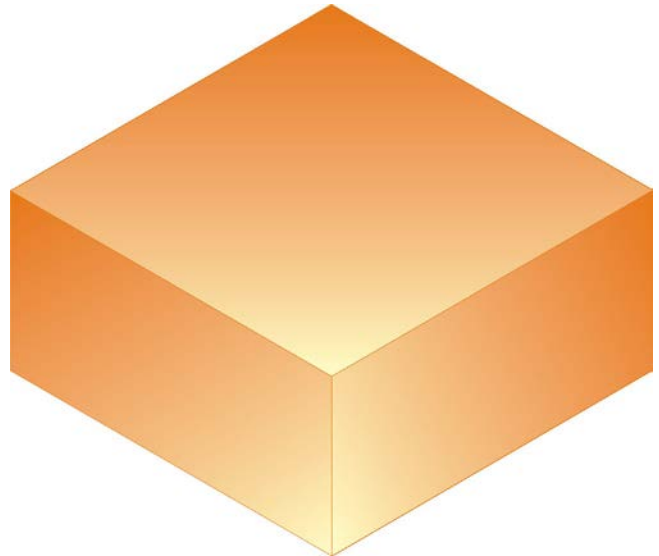
## Producción de caucho (C)

El caucho es una material elástico y flexible fácil de moldear, que se utiliza en la fabricación de diversos productos.

A este material se le conoce como caucho, goma o látex dependiendo de su aplicación, pero todos estos componentes son derivados de un mismo proceso de extracción y fabricación.

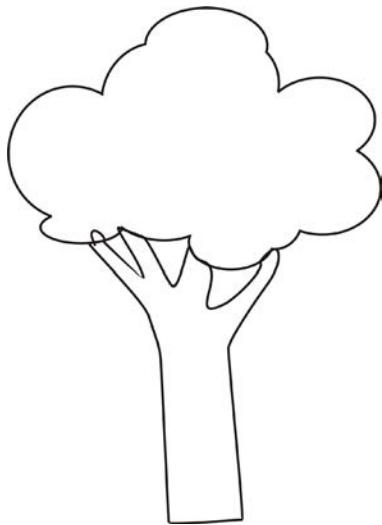
Hay tanto caucho natural como artificial, siendo el primero elaborado a partir de la savia de algunos árboles y el segundo derivado de una serie de procesos químicos industriales.

Imagen formal  
Bloque de caucho compactado



### Caucho Natural (C.a)

Materia prima  
Árbol de hule



1. Corte de Sangría



El caucho natural se obtiene de diversos árboles conocidos como árboles de látex o hule, los cuales se dan en zonas tropicales, siendo el de uso más común el Hevea Brasilensis.

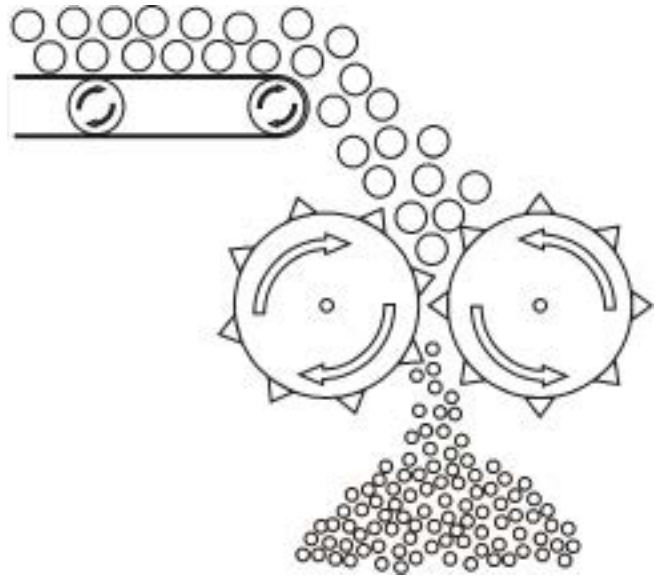
Se realizan cortes diagonales, de arriba a abajo, desde atrás para adelante, en el árbol para extraer el látex o savia.

## 2. Recolección y secado



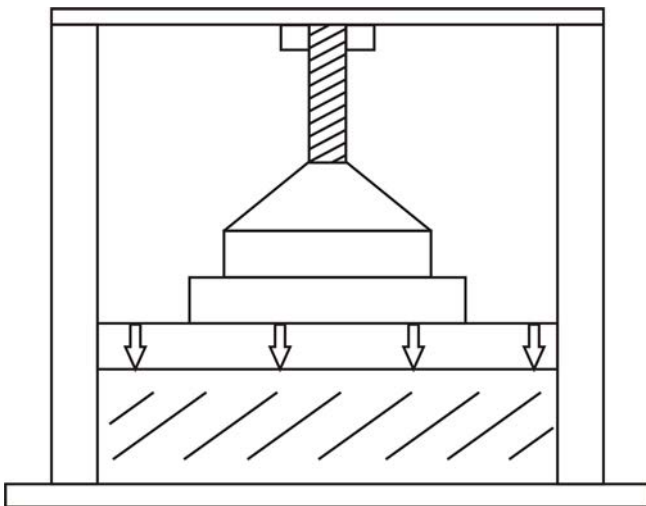
El látex se recolecta en recipientes y se deja secar al aire libre de dos a tres días. al secarse el material pasa de un estado de inconsistencia a un estado de consistencia

## 3. Desmenuzado



El material grueso es reducido pedazos más pequeños y fáciles de manipular.

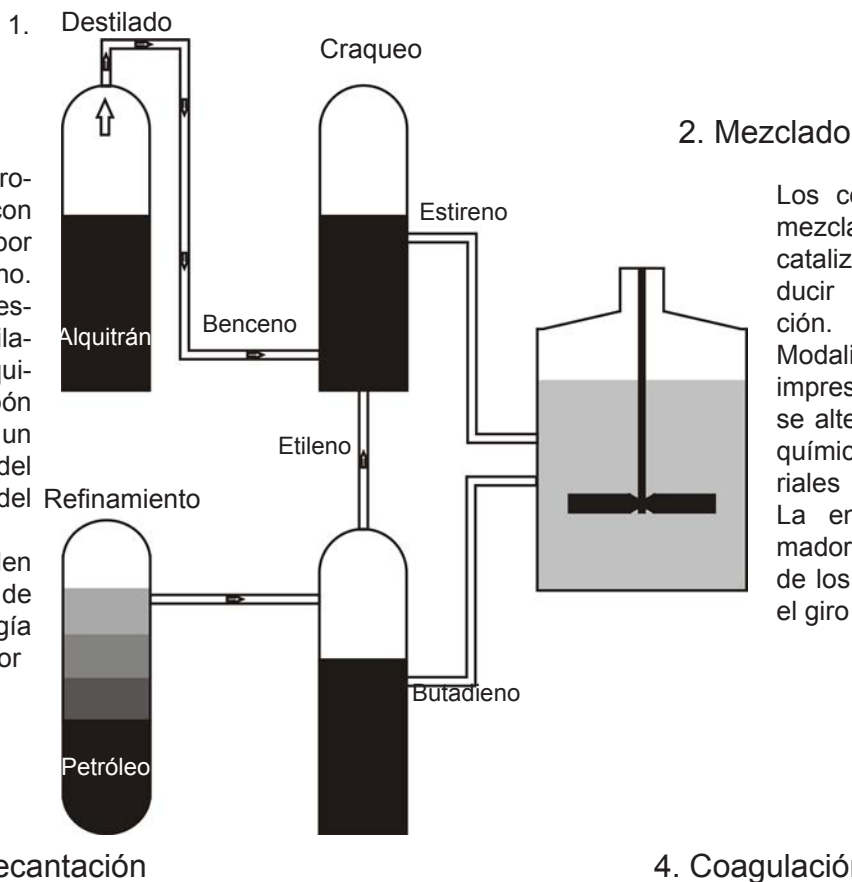
## 4. Prensado



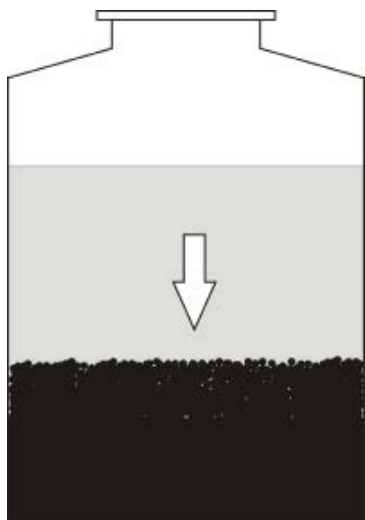
Se compacta el material para su almacenamiento y con esto queda terminado.

## Caucho Sintético (C.b)

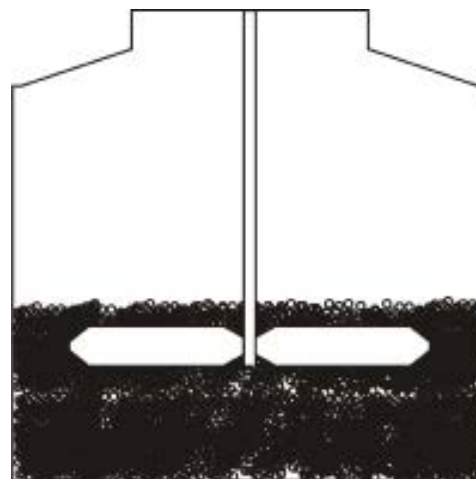
El caucho sintético se produce principalmente con una mezcla que tiene por base estireno y butadieno. El primero es un compuesto obtenido de la destilación y craqueo del alquitrán obtenido del carbón mineral; el segundo es un compuesto obtenido del refinamiento y craqueo del petróleo. Todas estas corresponden a la modalidad global de impresión cuya energía transformadora es el calor



Los componentes se mezclan con líquido catalizador para producir su polimerización. Modalidad global de impresión en la que se altera la estructura química de los materiales. La energía transformadora es la acción de los catalizadores y el giro de las espas



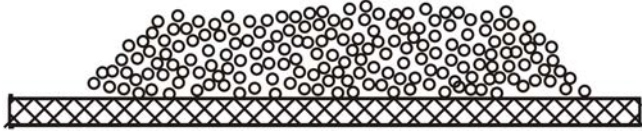
Se deja decantar la mezcla para separar los elementos sólidos y útiles del resto.



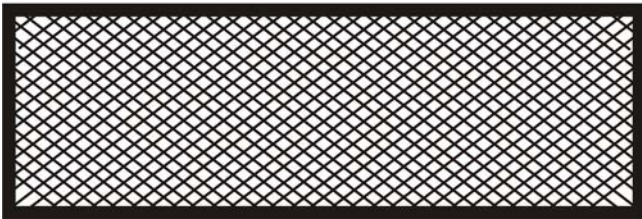
El material sólido separado se mezcla con antioxidantes y se deja coagular.

### 5. Deshidratación parcial

Vista lateral

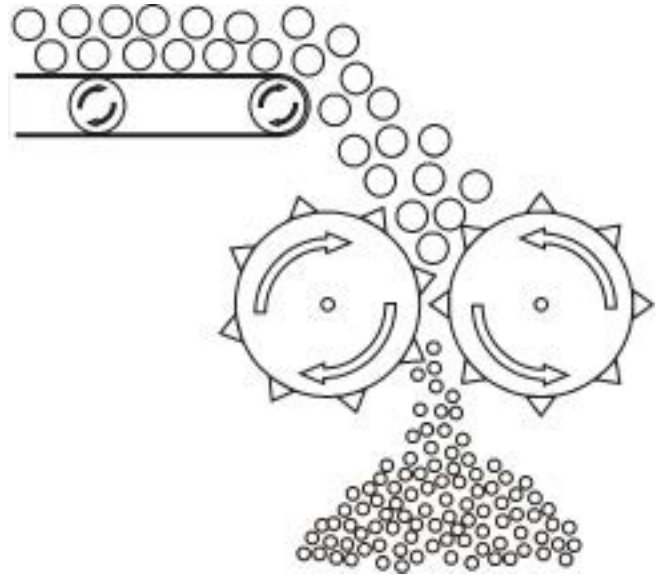


Vista superior



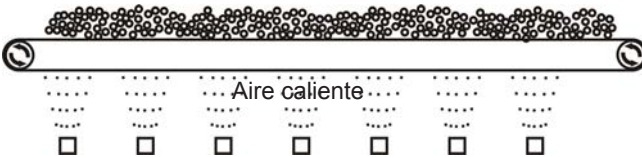
El material coagulado se pasa por una malla para que elimine el exceso de humedad.

### 6. Desmenuzado



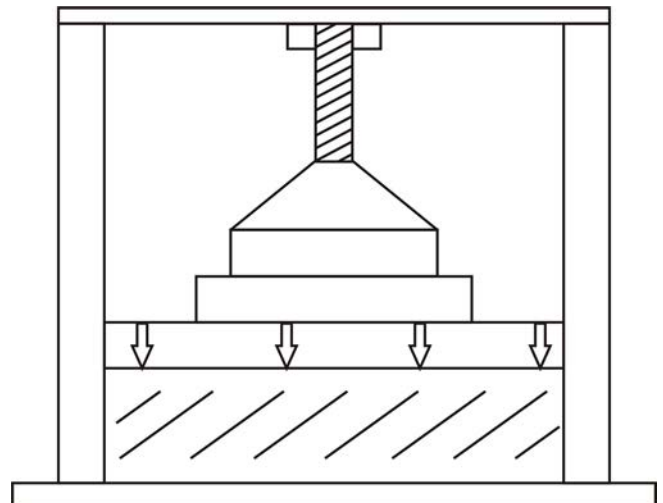
El material grueso es reducido pedazos más pequeños y fáciles de manipular.

### 7. Deshidratación completa



El material desmenuzado se expone a aire caliente para finalizar con la deshidratación, con lo cual se consigue que el material pase de ser inconsistente a consistente.

### 8. Prensado

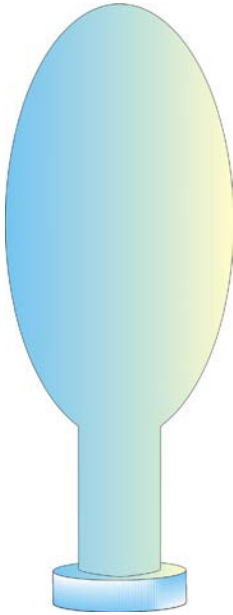


Se compacta el material para su almacenamiento y con esto queda terminado.

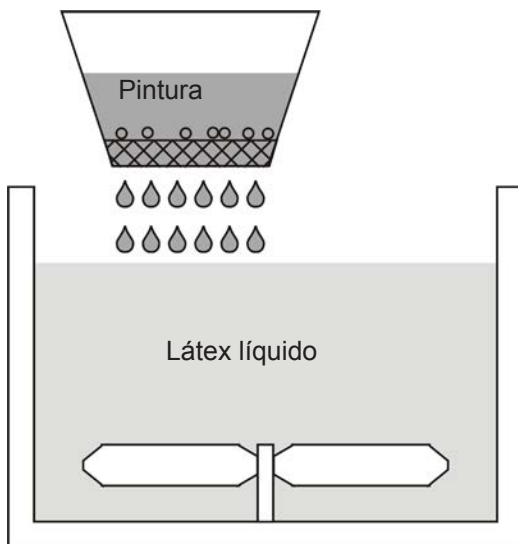


## Producción de globos (C.c)

Imagen formal  
Globo de látex

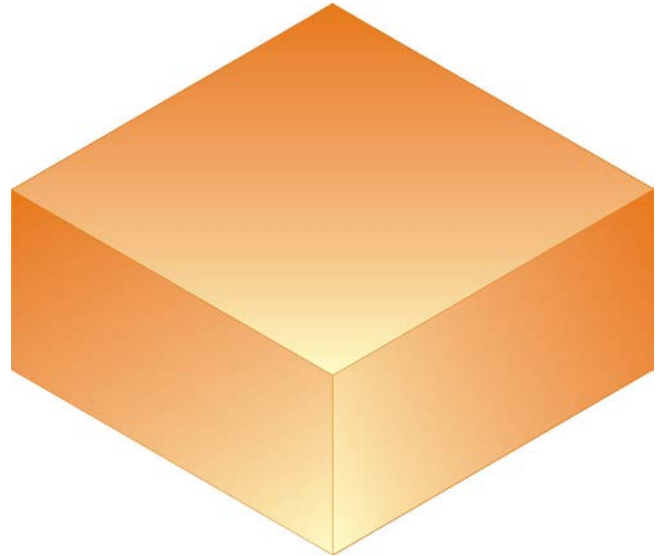


1. Coloreado



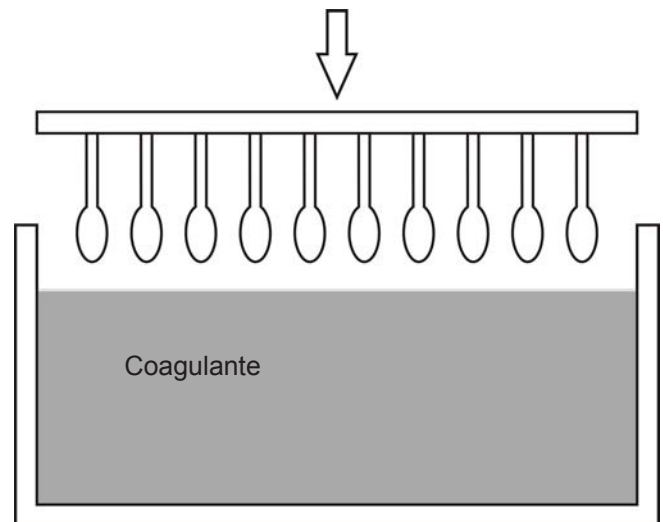
Se filtra la pintura para luego ser mezclada con el látex durante 15 horas. El látex se encuentra en estado líquido gracias a la aplicación de calor.

Materia prima



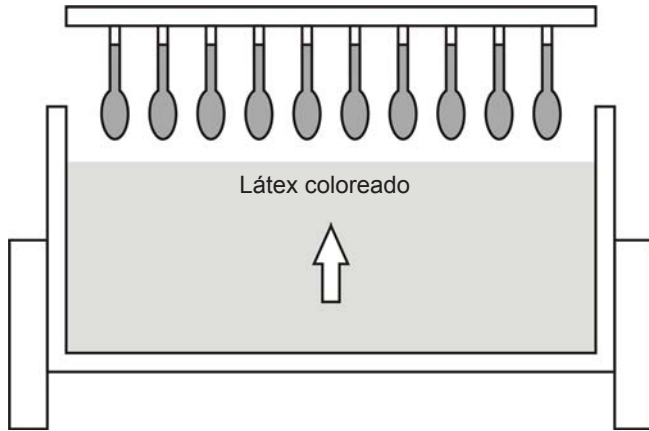
El material es inconsistente por lo cual es fácil fundirlo a temperaturas no muy elevadas.

2. Inmersión en coagulante



Se sumergen los moldes en líquido coagulante con una carga electroquímica que atrae al látex.

### 3. Inmersión en latex

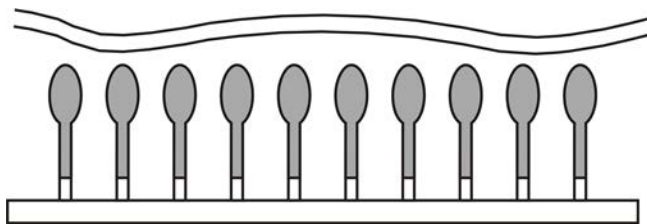


Los moldes se sumergen en la mezcla de latex coloreado y son cubiertos por este gracias a la carga electroquímica del coagulante.



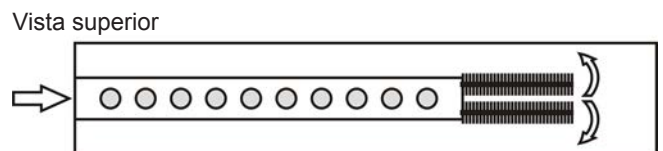
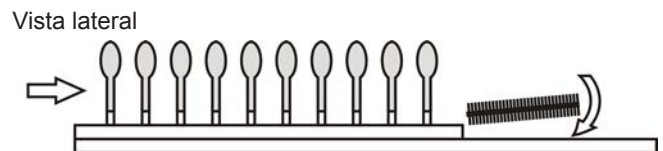
Durante todo el proceso de fabricación los moldes de los globos se desplazan apuntando hacia arriba, es cuando van a ser sumergidos que una máquina los voltea.

### 4. Secado

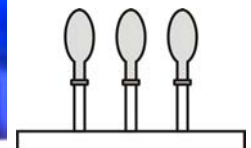


El latex se seca rápidamente al contacto con el aire luego de ser retirado del estanque.

### 5. Formación de la boquilla

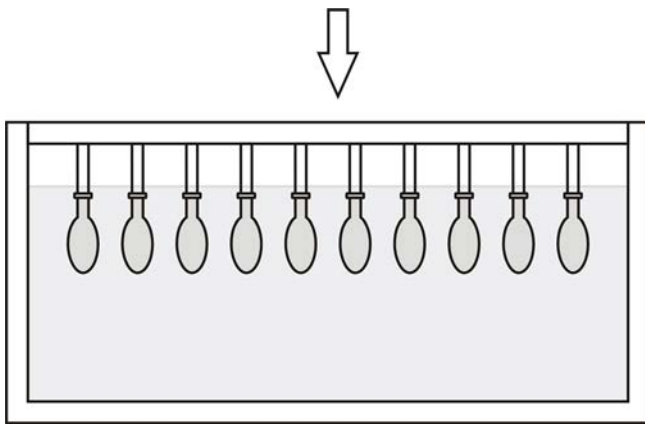


Producto del proceso



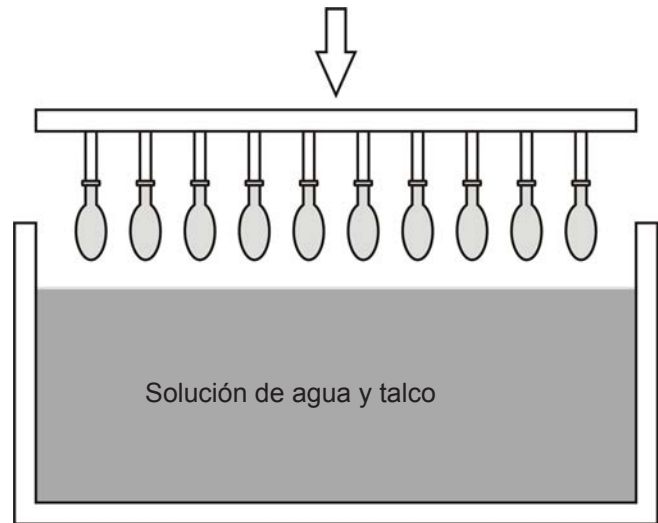
Los moldes se desplazan hacia unos cepillos inclinados que enrollarán la base para formar la boquilla.

### 6. Remojo y vulcanizado



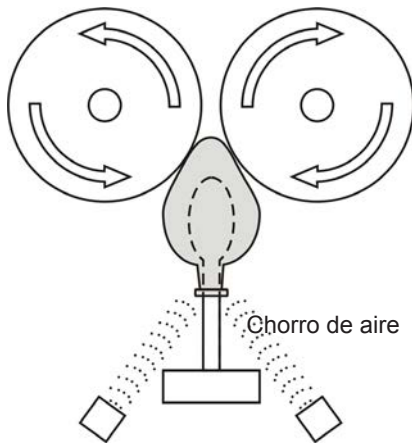
Los moldes son sumergidos en agua caliente durante 16 minutos para limpiar las impurezas, como la proteína que causa la alergia al látex, e iniciar el proceso de vulcanizado.

### 7. Inmersión en solución de talco



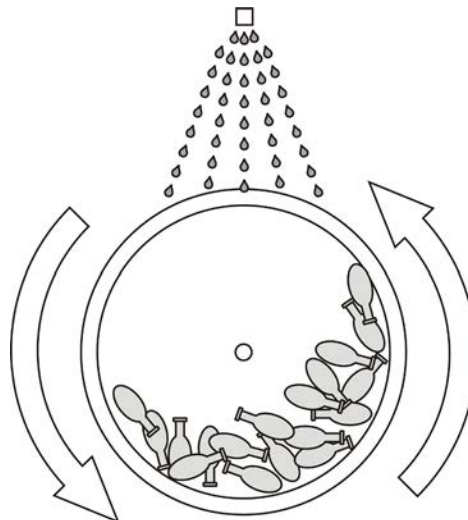
Los moldes son sumergidos en una solución de talco y agua que facilitará el desmoldado.

### 8. Desmoldado



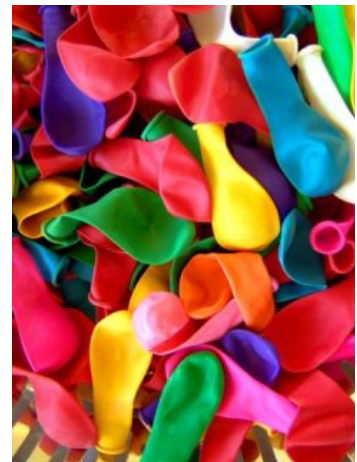
Se separa la figura de látex de su molde mediante la inyección de aire a presión que infla los globos, para luego ser retirados por unos rodillos.

### 9. Lavado y vulcanizado



Los Globos son introducidos en una lavadora industrial calentada a 71° C a la vez que es pulverizada con agua. Con esto se finaliza la vulcanización del látex.

### Producto final

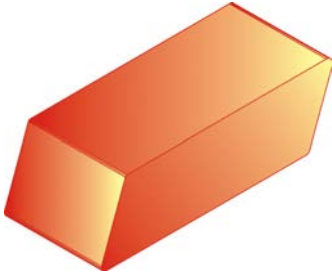


Estos globos pueden ser de muchas otras formas y de hasta 53 colores distintos

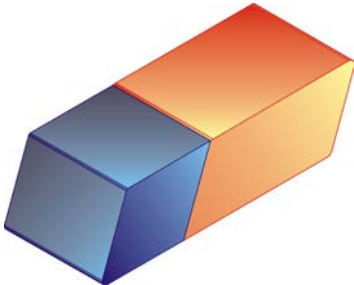
## Producción de gomas de borrar (C.d)

### Imagen formal

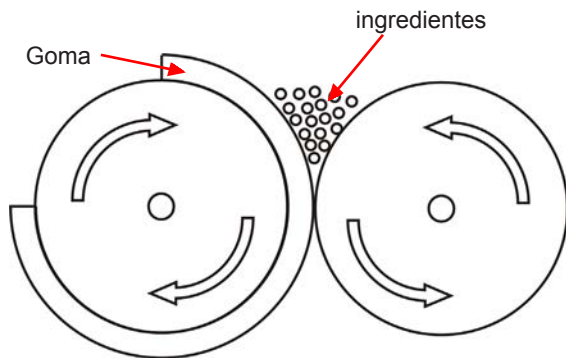
Goma de borrar para lápiz



Goma de borrar para lápiz y tinta

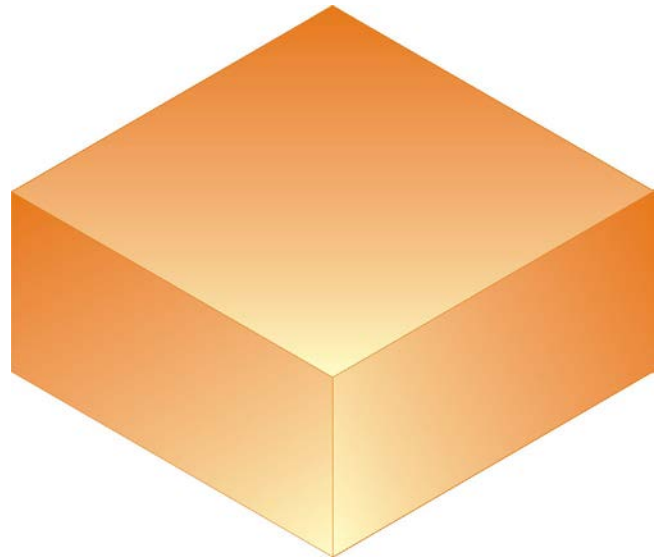


### 1. Laminado y mezclado

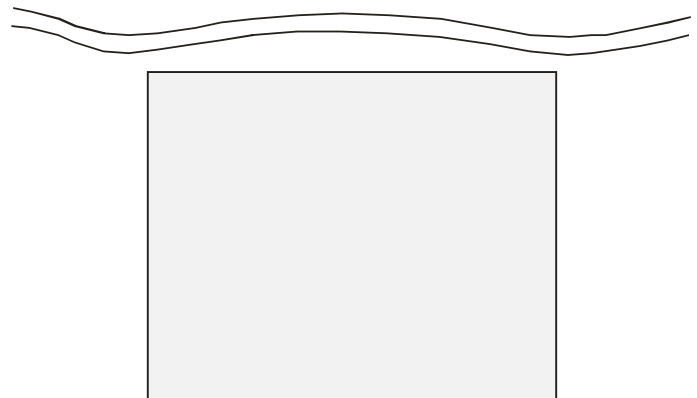


Se coloca la goma en unos rodillos calientes y se le agrega azufre (agente de curado), aceleradores y color, dejando mezclar de 5 a 10 minutos para luego agregar aceite vegetal vulcanizado hasta obtener una masa gruesa. en el caso de las gomas que borran tinta se les agrega además piedra pómez.

### Materia prima

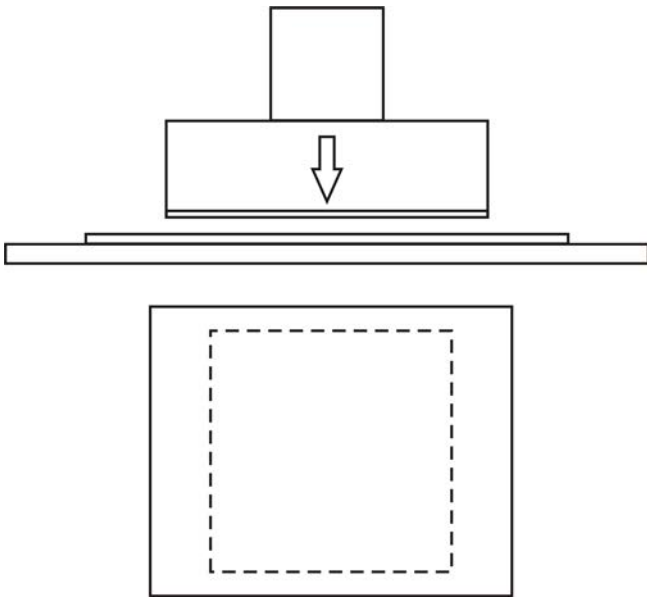


### 2. Endurecimiento



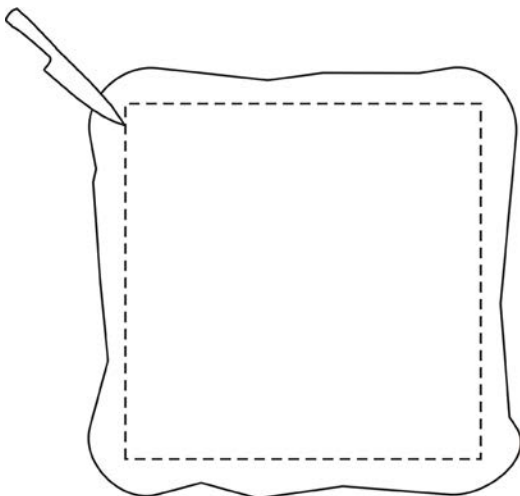
La goma se deja enfriar y endurecer a temperatura ambiente durante medio día.

### 3. Troquelado de corte



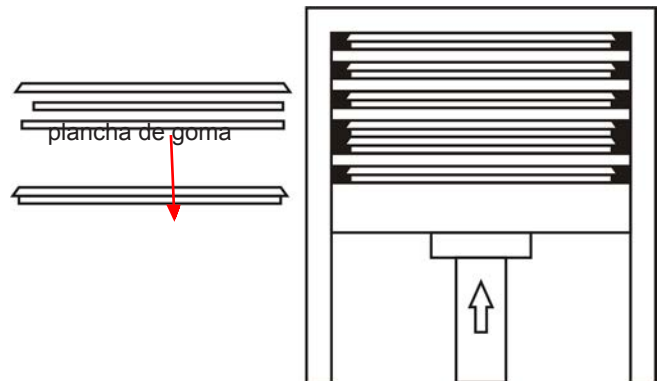
La plancha de goma se corta en cuadrados grandes para su procesamiento. estos cuadrados pesan entre 5 y 8 kg dependiendo del grosor requerido por el cliente.

### 5. Corte, eliminación de residuos



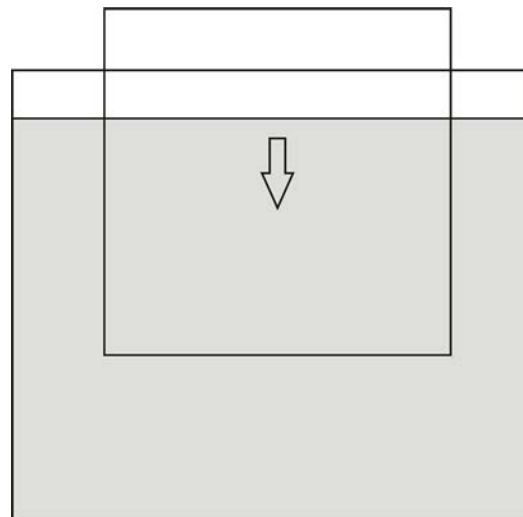
El exedante que se escapa por los vordes de las latas como resultado de la compactación es coretada a mano sigiendo los bordes de la lata.

### 4. Curado y compactación



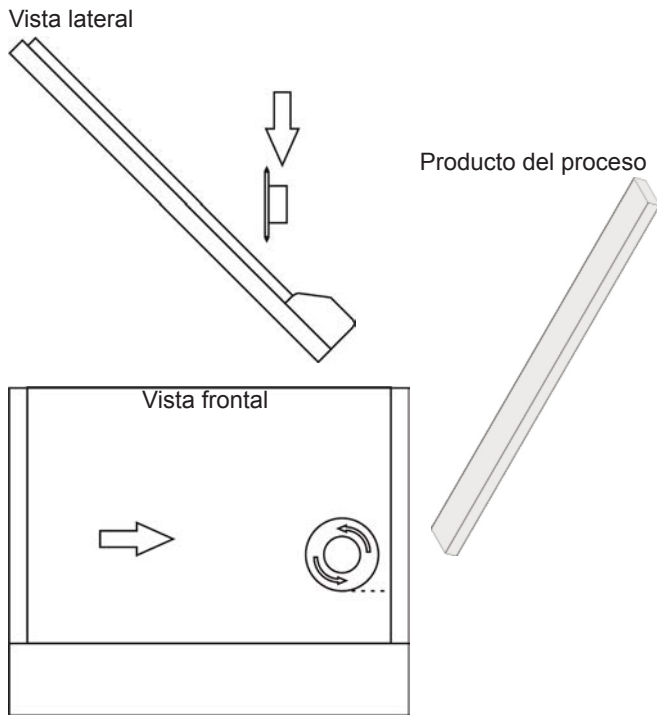
la plancha de goma se coloca en unas bandejas con tapa que luego serán colocadas en una prensa de vapor.

### 6. Inmersión en agua



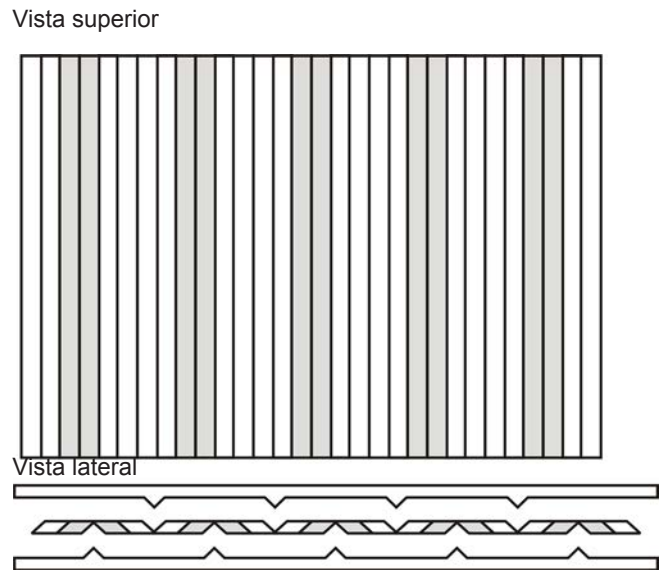
La goma es sumergida en agua fria para detener el proceso de curado (evitando que la goma se ponga muy dura). Luego de este proceso lña goma pasa a estar en un estado consistente.

### 7. Corte en tiras



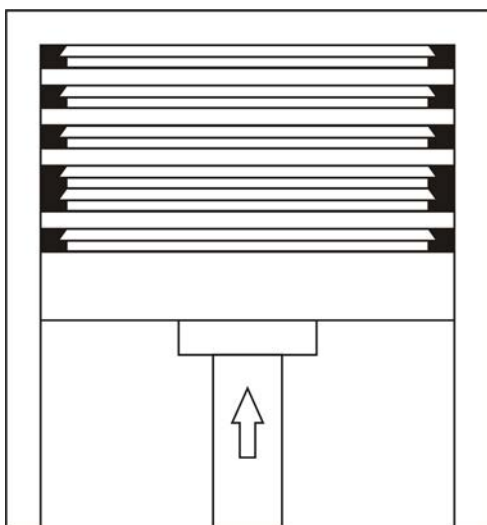
las planchas de goma se cortan en tiras biseladas en un ángulo de 45° usando una sierra circular.

### 8. montaje de tiras

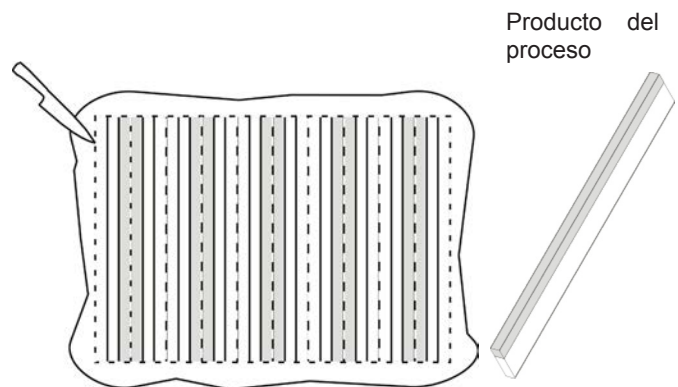


Para hacer gomas que borran grafito y tinta se juntan tiras de ambas gomas y se colocan en vandejas para repetir el proceso de curado y compactado durante 12 minutos.

### 9. curado y compactado

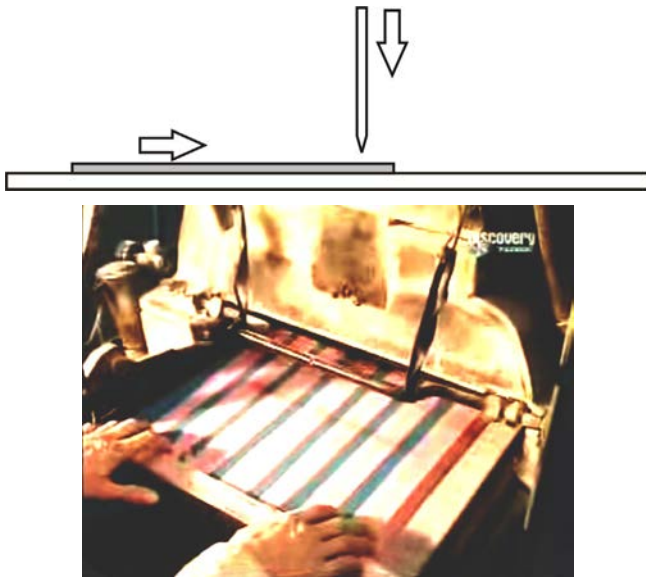


### 10. Corte, eliminación de residuos



El exedante que se escapa por los vordes de las lats como resultado de la compactación y las tiras de goma son es coretados a mano sigiendo los bordes de la lata. Luego de esta operación se vuelve a sumergir la goma en agua fria para detener el proceso de curado.

### 11. Corte final

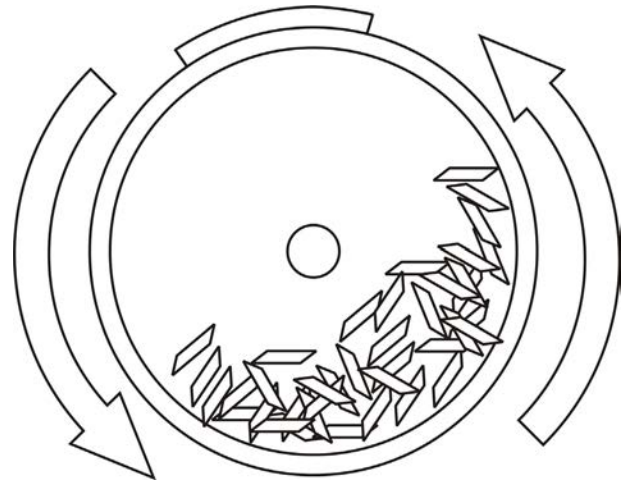


Las tiras de goma son cortadas por una guillotina, dimensionandolas en su tamaño definitivo.

### Producto final



### 12. Pulido



Por último las gomas son introducidas en una tómbola junto con talco para evitar que se peguen. la tómbola gira durante 5 horas para dejar las gomas con los bordes redondeados.

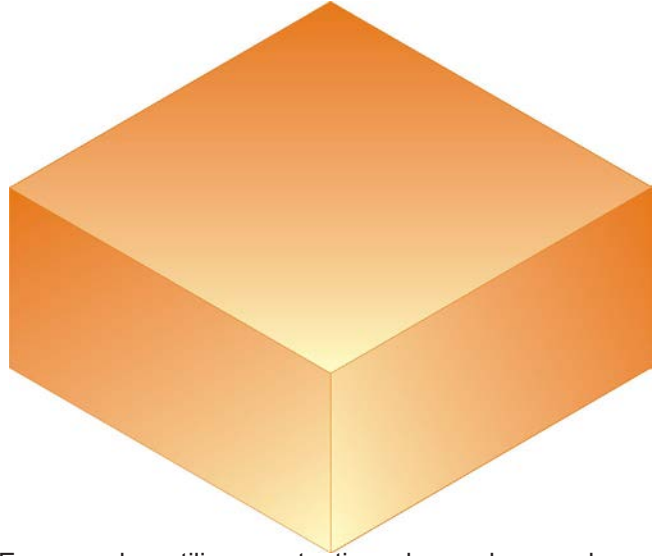
## Producción de neumáticos (C.e)

### Imagen formal

Neumático de caucho

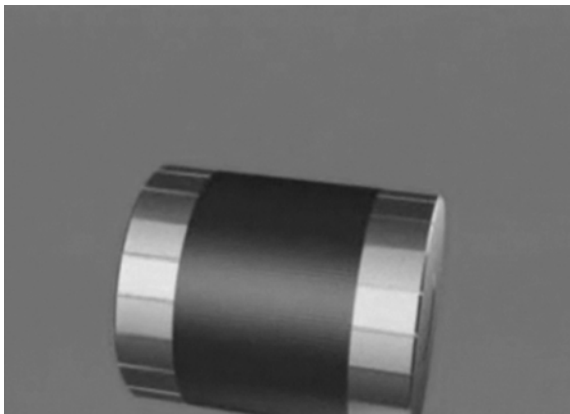


### Materia prima



En general se utilizan cuatro tipos de caucho: caucho natural, caucho de butadieno estireno, caucho polibutadieno y caucho isobuteno-isopropeno . Los primeros tres se utilizan principalmente como compuestos de la banda de rodamiento y de la cara, y el caucho isobuteno-isopropeno se utilizan mayormente para el revestimiento interno.

### 1. Mezclado del compuesto de caucho



Se producen más de 200 kg de compuesto de caucho en tres a cinco minutos.

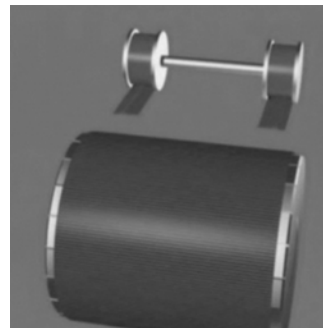
La temperatura final de mezclado no puede exceder los 100 – 110 grados Celsius o se puede quemar el material.

Una vez que el mezclado ha finalizado, el lote se envía a través de una matriz a fin de transformarlo en una lámina continua.

### Preparación de los Cordones de Tela/Acero:

Se utilizan cordones de acero y tela en la construcción para reforzar el compuesto de caucho y proporcionar resistencia.

### 2. Cordón de tela

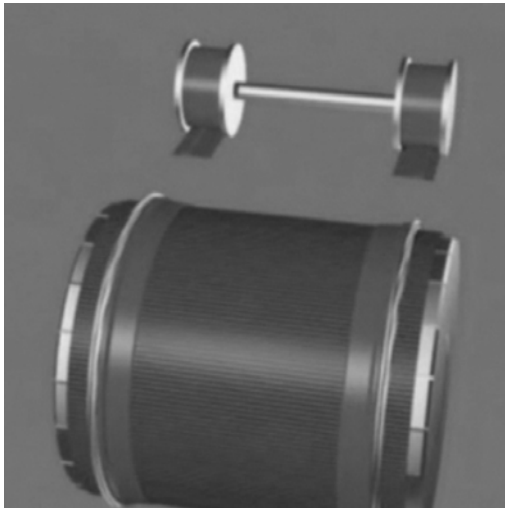


La calidad del cordón de tela se basa en su resistencia, elongación, contracción y elasticidad.

El cordón de tela es producido por otra fábrica y ha sido sometido a un tratamiento previo y se le ha aplicado un adhesivo para promover la buena unión con el caucho.

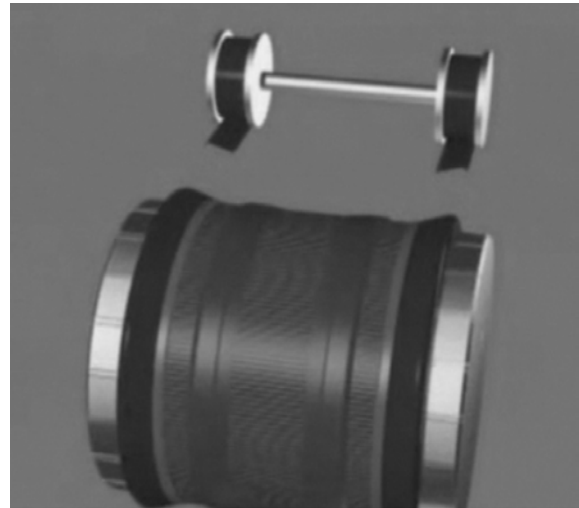


### 3. Cordón de acero



La calidad del cordón de alambres de acero basa en su resistencia a la tracción, elongación y rigidez. Se fabrica a partir de una varilla de acero con alto contenido de carbono.

### 4. Calandrado de Cinturón y Capa



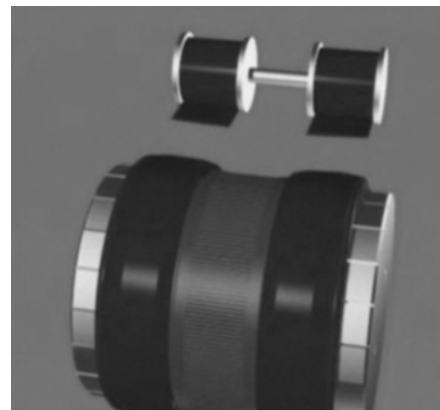
Para producir cinturones de tela o acero, estos deben estar sujetos a un proceso de calandrado.

La calandria es el medio impresor de alta precisión con tres o más rodillos de acero revestidos en cromo que giran en direcciones opuestas con una temperatura controlada a través de vapor y agua.

### 5. Calandrado de Revestimiento Interior

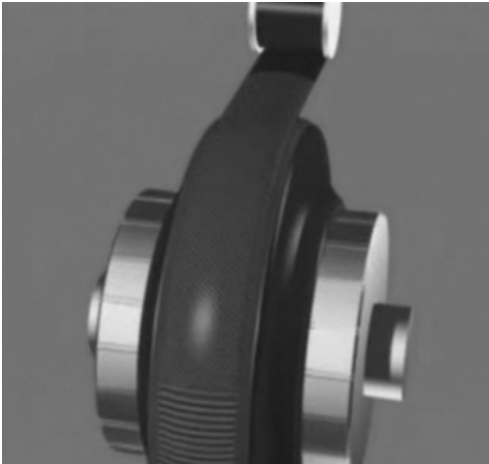
Sus funciones primordiales son retener el aire comprimido dentro del neumático y mantener la presión del mismo. El control mediante manómetro y el acabado superficial sin defectos son críticos para retener la presión del aire. El calandrado del revestimiento interior también es una operación continua.

### 6. Preparación de los Componentes de Ceja



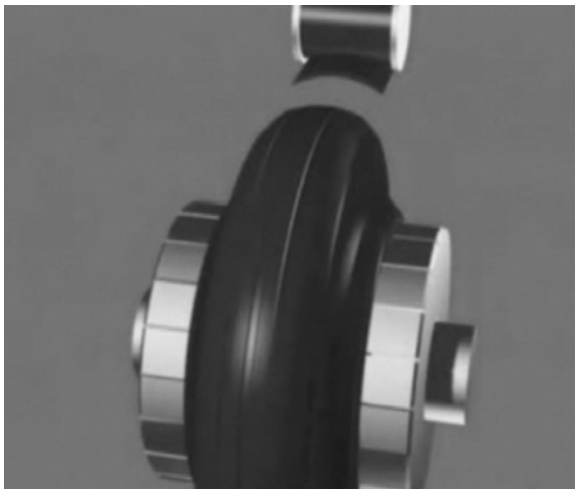
El componente de la ceja del neumático es un anillo no extensible compuesto que ancla las capas del cuerpo y asegura el neumático a la llanta. La precisión de la circunferencia de la ceja es crítica: Si es poca el montaje del neumático puede ser un problema, si es mucha, el neumático podría salirse del aro con demasiada facilidad en situaciones de grandes cargas o fuertes virajes.

### 7. Operaciones de Extrusión de la Banda de Rodamiento y Cara del Neumático:



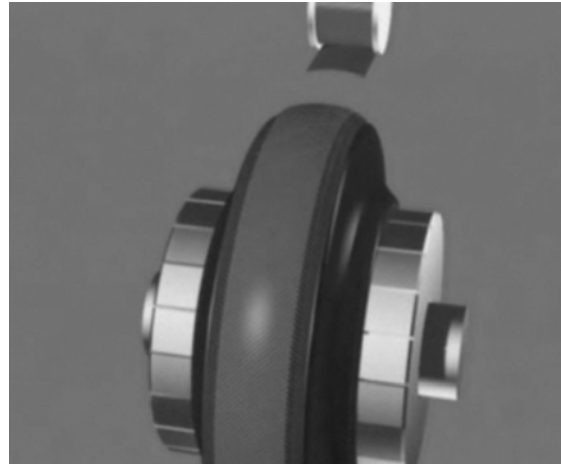
Los componentes de los neumáticos se preparan mediante el forzado del compuesto de caucho a través de un extrusor para darle forma a los perfiles de la banda de rodamiento o las caras del neumático. Esta operación procesa la mayoría de los compuestos de caucho producidos desde la operación de mezclado y luego prepara diversos componentes para la operación final de ensamblado del neumático.

### 9. Extrusión de la Cara del Neumático



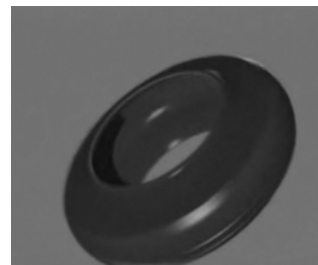
La cara del neumático se extrude en una forma similar al componente de la banda de rodamiento del neumático. En algunas ocasiones, el proceso de extrusión de la cara puede ser más complicado, y pueden ser necesarios cuatro extrusores.

### 8. Extrusión de la Banda de Rodamiento del Neumático



Los tres compuestos de caucho se extrudan simultáneamente desde diferentes extrusores y luego se fusionan en un cabezal extrusor compartido. El siguiente paso es a una terraja donde se determinan la forma y las dimensiones y luego a través de una línea larga de enfriamiento - de 100 a 200 pies de largo- para controlar aún más y estabilizar las dimensiones. Al final de la línea, la banda de rodamiento se corta de acuerdo con una longitud y peso específicos.

### 10. Montaje del Neumático



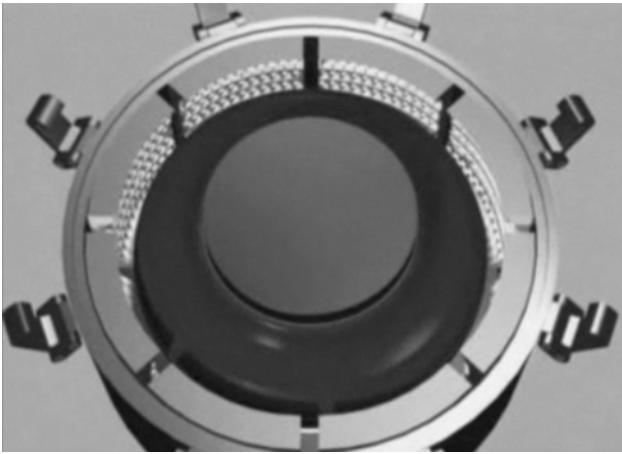
Un neumático radial típico se construye sobre un tambor plano en un proceso que consta de dos etapas:

1º El revestimiento interno se envuelve alrededor de un tambor y la primera y segunda capas del cuerpo se colocan encima. Luego los conjuntos de cejas se posicionan y se infla un saco sobre el tambor que se empuja hacia adentro desde ambos extremos de este, forzando que las capas del cuerpo se tuerzan hacia arriba a fin de cubrir los conjuntos de cejas. Las secciones de la cara luego se presionan sobre ambos laterales.

2º Se utiliza una máquina para aplicar los cinturones, las capas de nylon y la banda de rodamiento sobre la primera etapa.

## 11. Curado del Neumático

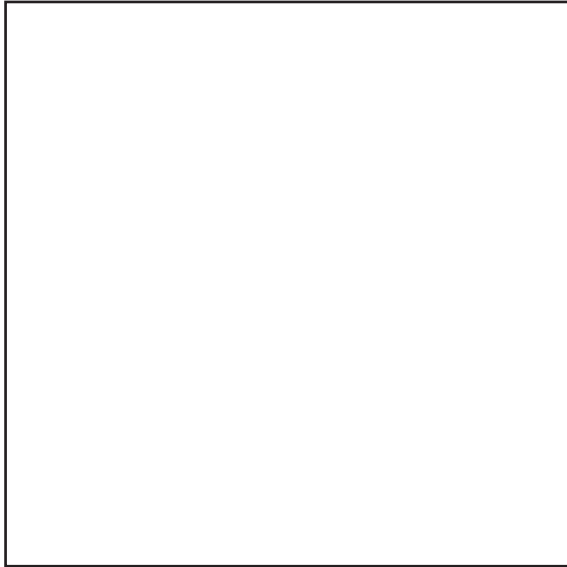
## Producto final



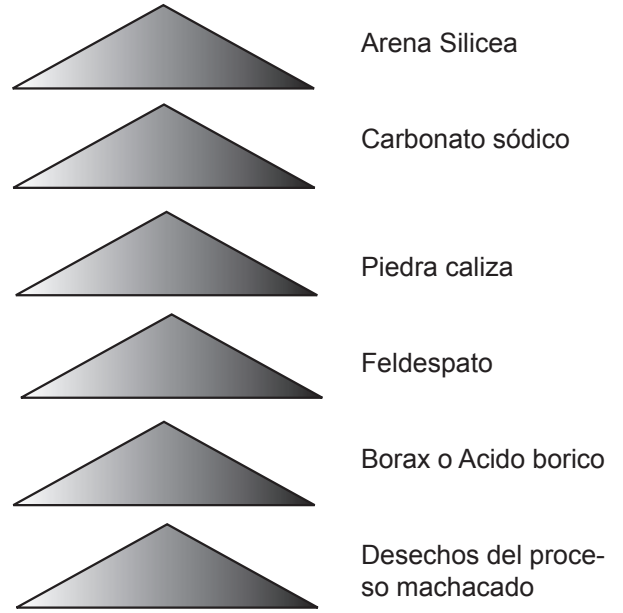
El curado del neumático es una operación en lotes a alta temperatura y a alta presión en la cual el neumático se ubica dentro de un molde a la temperatura. Luego de que el molde se cierra, el compuesto de caucho fluye hacia adentro para moldear la forma y formar los detalles de la banda de rodamiento y la cara. El molde no puede ser abierto hasta que haya finalizado la reacción del curado.

# Proceso de fabricación del vidrio (V)

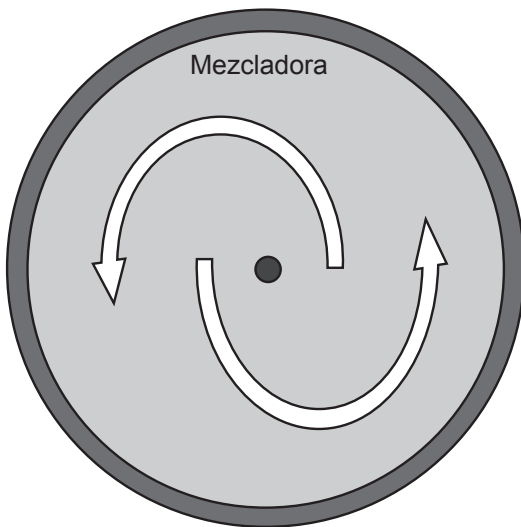
Imagen formal  
Placa de vidrio



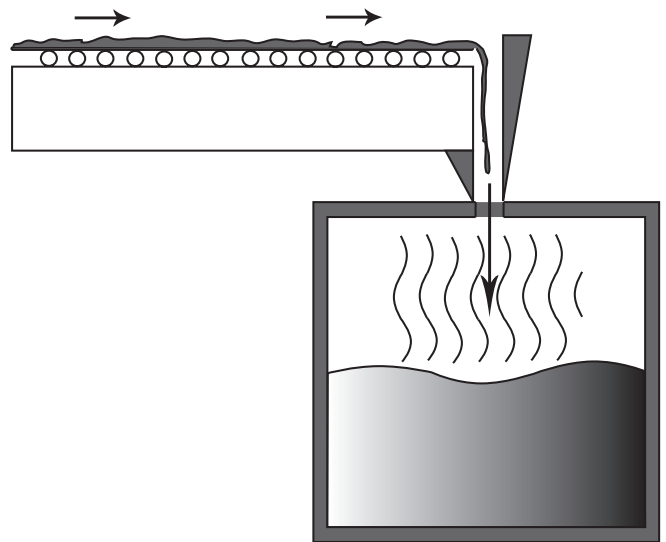
Materas primas



1. Mezcla de las materias secas



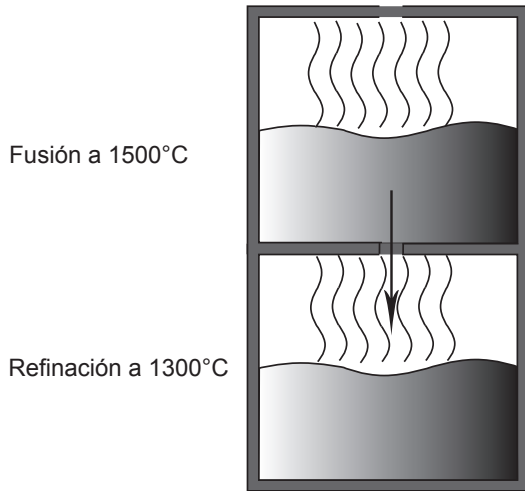
2. Vaciado



Las distintas materias primas son mezcladas, fusionando y dejada como un solo el material arenoso.

En este proceso el material arenoso es vaciado en un horno para su posterior fusión.

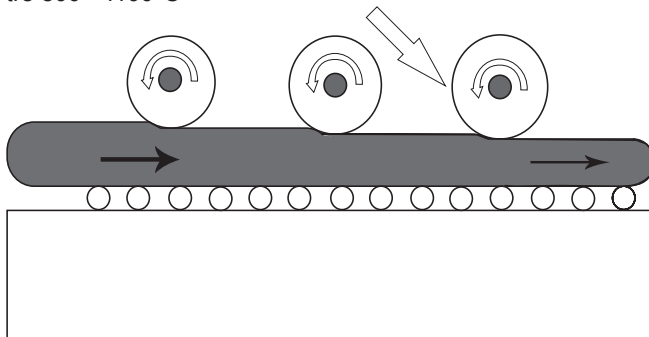
### 3. Fusión y refinación



El material que se encuentra semiconformado, se expone a la energía calorífica transformadora, la primera que expone a la material a temperaturas mayores, para liquidificar el material, y la segunda energía de este proceso es menor que la primera que es para refinar el material ya líquido, pero le otorga una consistencia más viscosa.

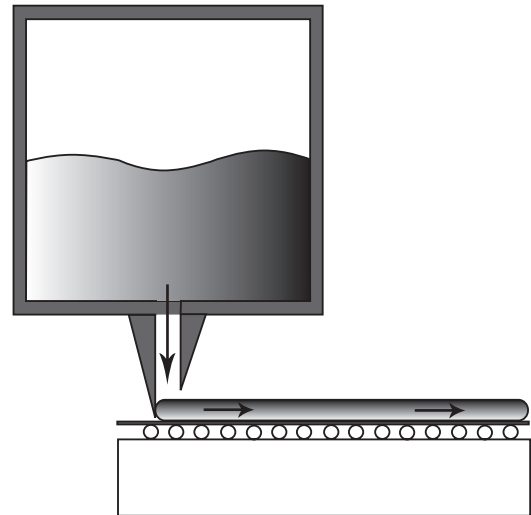
### 5. Presión y estirado del material

Temperatura del material entre 800 - 1100°C



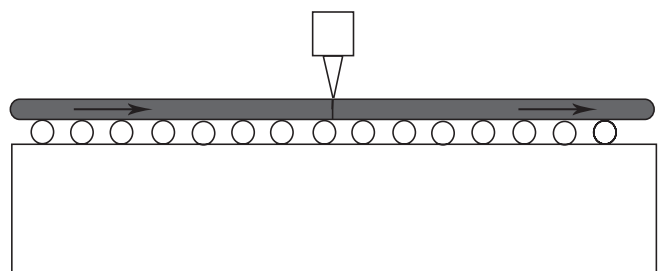
El líquido viscoso, a través que es transportado por la cinta, se va enfriando, es en este proceso en donde es aplicada la segunda modalidad de impresión, la presión de rodillos en la parte superior del material, adelgazando el material y estirándolo.

### 4. Vaciado del líquido viscoso



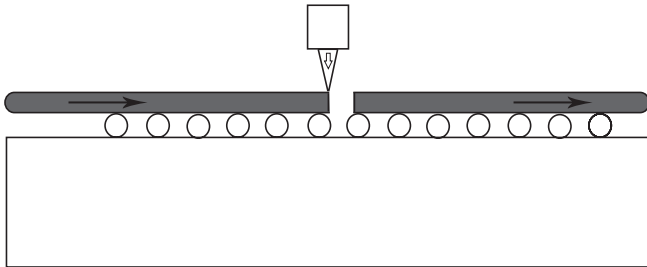
El material es vaciado y redistribuido en una matriz plana y de manera continua (cinta transportadora), así una de las caras ya queda plana.

### 6. Corte transversal



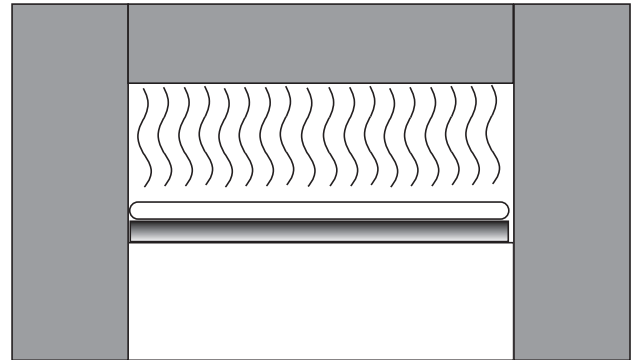
El material, ya frío, es sometido a la operación constructiva, en donde la solidez de este permite que sea cortado a través de guías transversales continuas, así el material es destemplado en el punto donde fue realizado el rayado.

### 7. División



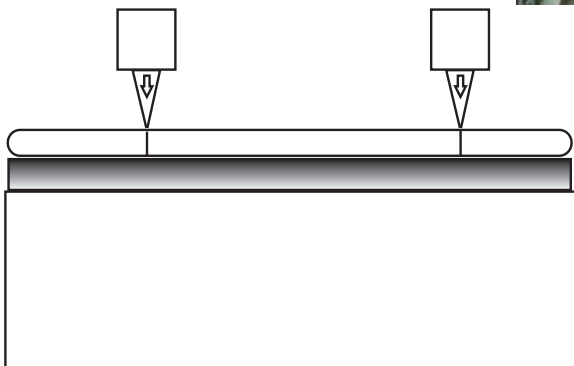
Una vez destemplado, el material es cortado y separado en unidades, perdiendo la continuidad.

### 8. Recocido



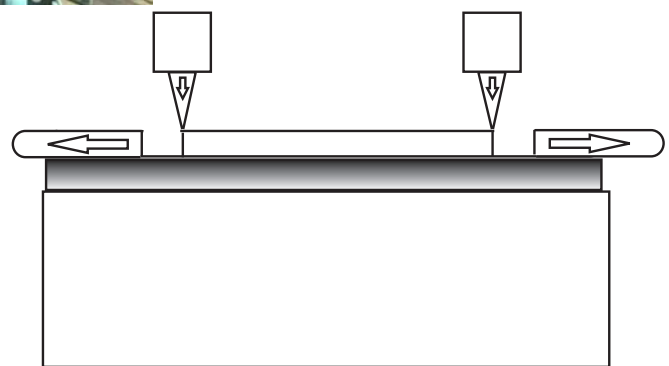
El material ya dividido en unidades en el corte anterior, es ingresado en un horno de túnel encadenado a la cinta transportadora a unos 500°C durante 60 - 90 minutos. La continuidad del proceso no se pierde. La energía calorica transformadora aplicada, sella a el material, templandolo y otorgandole mayor dureza.

### 9. Cortado longitudinal



La peración de corte con residuo es aplicada longitudinalmente, destemplando a través de 2 guías ejecutoras que van haciendo el corte en la cara superior del material.

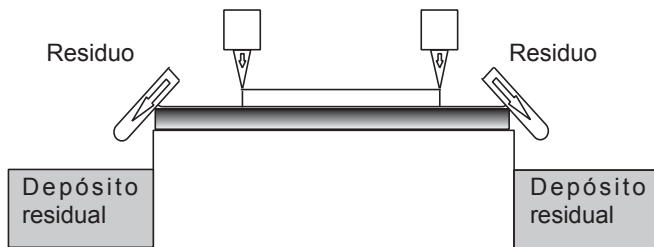
### 10. Separación del residuo



La operación residual arroja como resultado superficies planas, apróximando a semiconformación el la imágén formal.



## 11. Reutilización del residuo

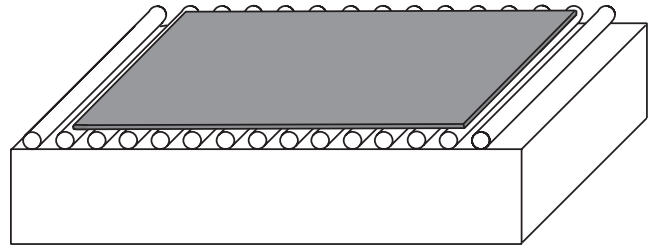


El residuo resultante de la partición del material, es depositado en cajas, para posteriormente ser molido y reutilizado e incluido en el proceso de mezcla de los materiales arenosos.

## Producto final



## 12. Término



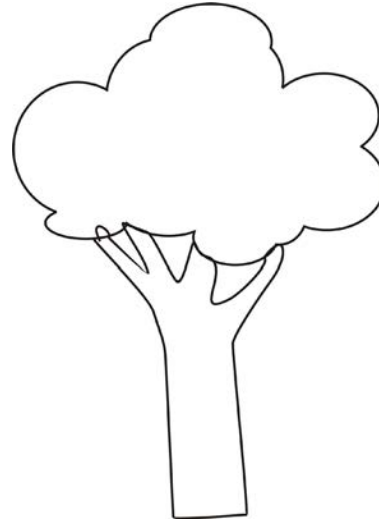
El Vidrio queda conformado con una forma paralelepipedal, asi queda constituida la imagen formal y el vidrio abandona la matriz plana lineal.

## Producción de madera para tablas y vigas. (M.a)

Imagen formal  
tabla de madera

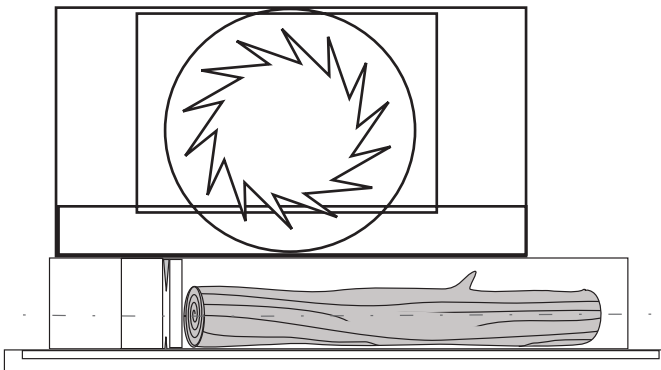


Materia prima  
Madera de árbol



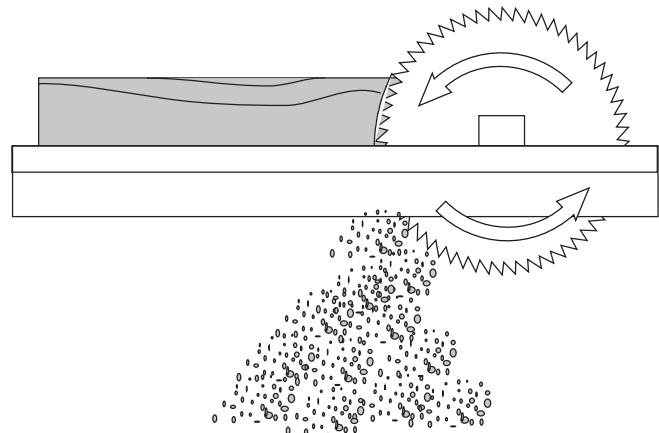
Las tablas, tablones, vigas y demás formas, sacadas desde los troncos brutos, son las piezas base, de la mayor cantidad de cosas construidas con madera.

### 1. Descortezado



El descortezado, se produce al pasar el tronco por una serie de dientes circulares, que apuntan hacia adentro, al inverso de una sierra circular, que desbastan toda la capa superficial del tronco, dejando la madera libre de impurezas para su posterior corte .

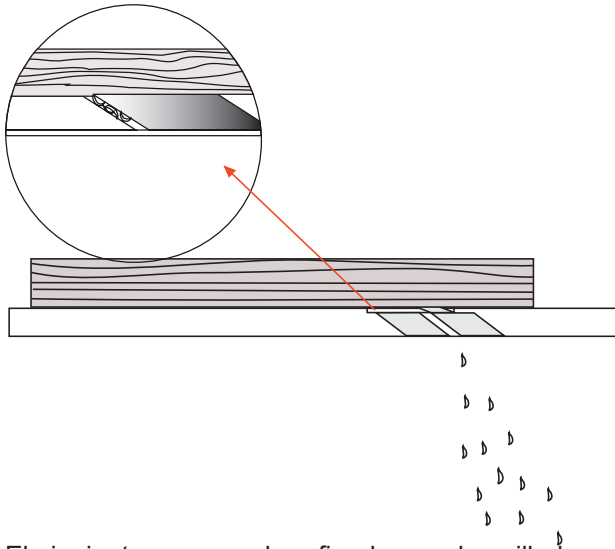
### 2. Aserrado lateral



La pieza de madera, ya libre de impurezas, es cortada en forma lineal. dando una serie de angulos rectos en ella, y formando así la base para la mayoría de las tablas y vigas, que se usan.

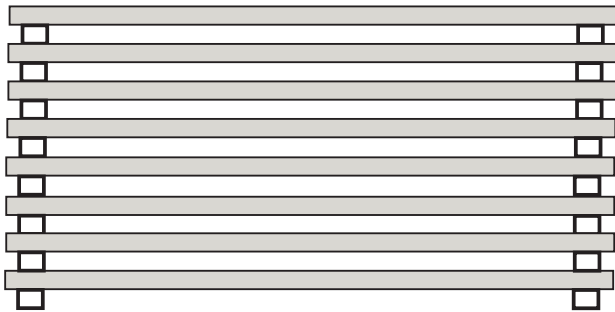


### 3. Cepillado



El siguiente proceso de refinado, es el cepillado, que quita una delgada capa de madera, que deja un residuo en forma de viruta. Utilizando un cuchillo plano, una superficie plana, queda en la madera, al imprimir el filo del cuchillo sobre la superficie de esta.

### 6. Secado



Por último se procede a secar la madera. Esta se apila en grandes patas (torres de madera) que tienen un vacío en su centro, o sea, que toda la madera se apila haciendo un paralelepípedo hueco hacia arriba, para permitir la circulación de aire entre cada pieza de madera. Este proceso se realiza siempre a la sombra, para garantizar que la luz no produzca cambios en el M.J.P. de la madera mientras esta se seca.

### 4. Lijado



Mediante una operación de abrasión, se quita una delgada capa de polvo de madera, que produce un efecto de alisado al tacto. Industrialmente, este proceso, por lo general está relacionado a rodillos giratorios, con una superficie rugosa, que desbastan una fina capa de madera, y que dan un acabado uniforme a la misma.

### Producto final



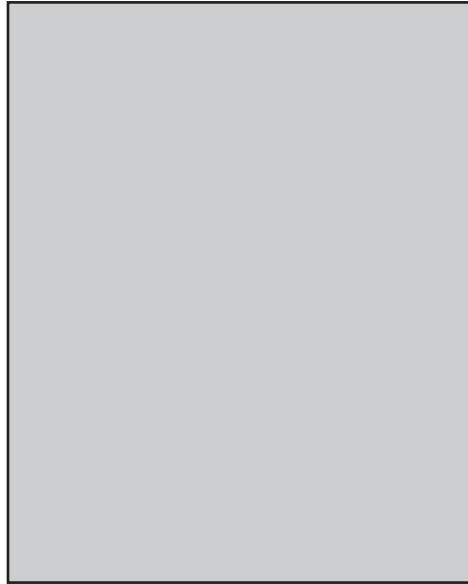
## Producción de madera terciada (M.b)

Imagen formal  
plancha de trechado

Vista lateral

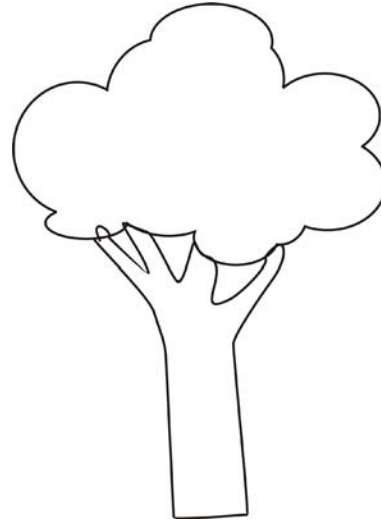


Vista frontal

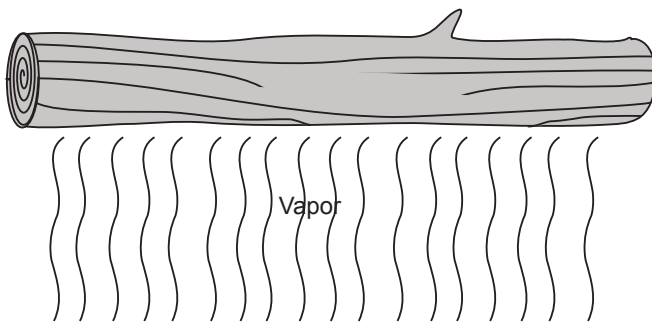


1. Baño de vapor

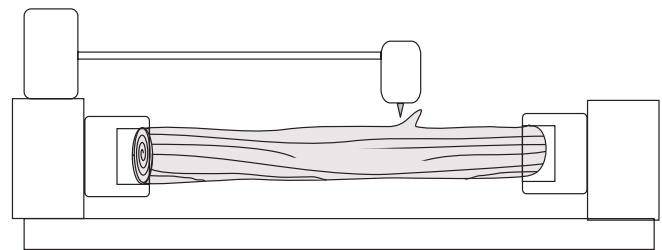
Materia prima  
Madera de árbol



2. Descortezado

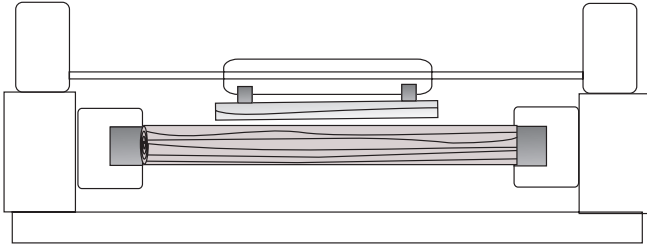


El primer paso dentro de la fabrica, es un baño de vapor, que ayuda a ablandar los troncos antes de su paso por las cuchillas que lo dimensionaran.



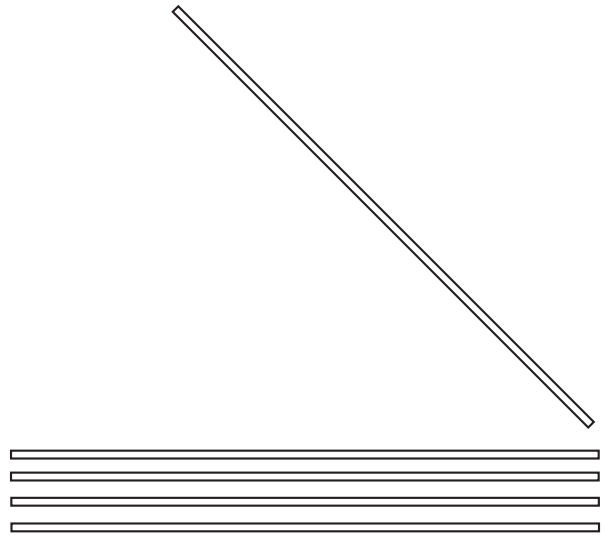
Todavía calientes, los troncos pasan a la descortezadora, maquina que quita la corteza de los troncos, y que es centrada con la ayuda de un láser, para perder la menor cantidad posible de madera en cada uno de los troncos, esta maquina actúa de la misma manera que un torno a gran escala, dejando cada uno de los troncos perfectamente cilíndricos al terminar con cada uno de ellos.

### 3. Deschapado



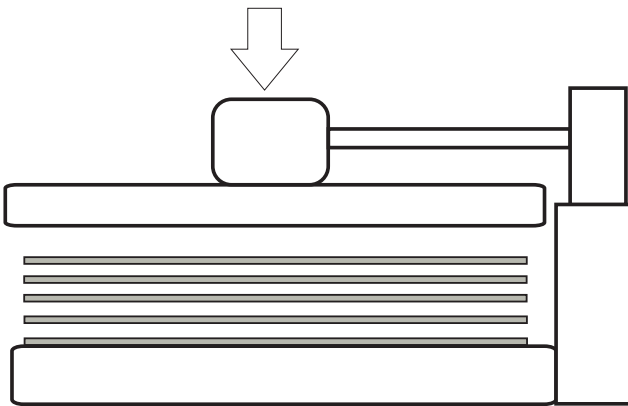
El siguiente paso es el laminado, proceso que corta una gran plancha de madera de apenas 0.6 mm. De espesor, haciendo girar el tronco, y pasándolo por una cuchilla, que corta a todo su largo. De un tronco promedio, se obtienen al rededor de 135 metros lineales de una lamina, de 135 metros lineales de una lamina, llamada chapa.

### 4. Encolado



Luego del corte, se procede a pegar las piezas, cada una de las chapas, se encola, y se enfrenta a la capa que le seguirá.

### 5. Prensa y secado de cola



Luego se pasan las planchas ya encoladas por una prensa de calor, a mas de 100 ° C, que une las chapas, y seca la cola. Esta ultima operación dura al rededor de 1 y medio minutos.

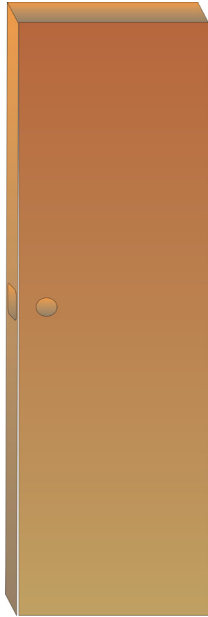
A continuación se lija el tablero, y se la cualquier terminación que sea necesaria, como quitar los nudos, y recubrirlos con pasta para maderas, que nuevamente será lijado, para luego ser embalado y distribuido para su comercialización.

### 6. Producto final

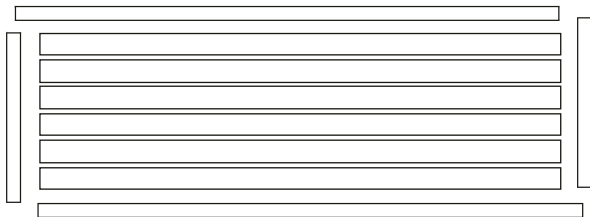


## Construcción de puertas de madera (M.c)

Imagen formal  
puerta de madera



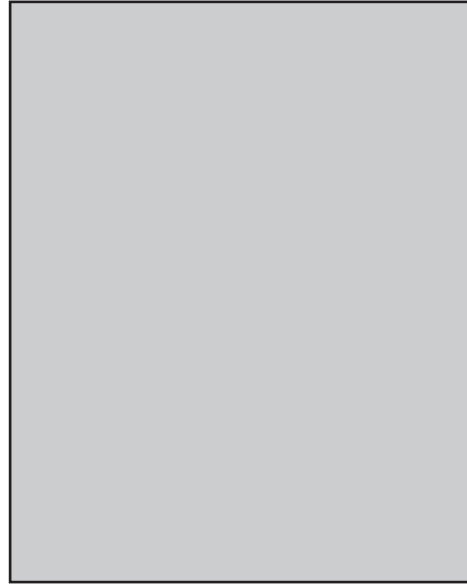
1. Unión de las tablas



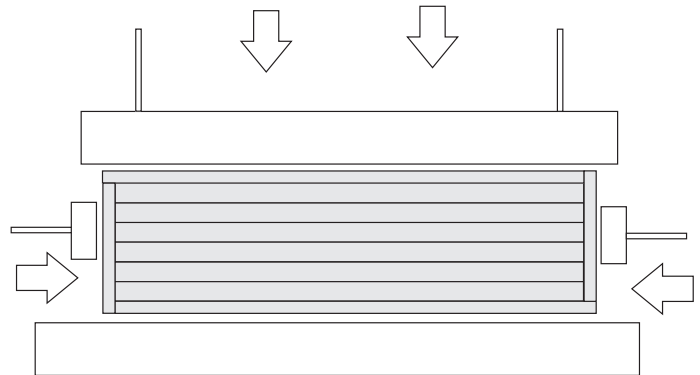
Materia prima

plancha de terciado

tablas de madera



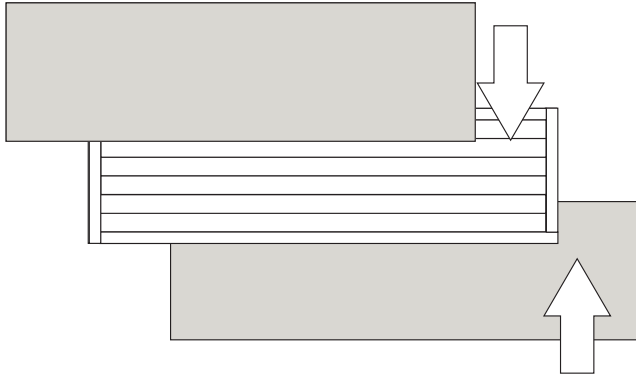
2. Prensado



Las puertas de madera se realizan con una unión de materias primas, terciado y tablas. Con las tablas se hacen los núcleos. Se pega una serie de tablas para formar el centro, y luego se enmarca en 4 pilares superpuestos.

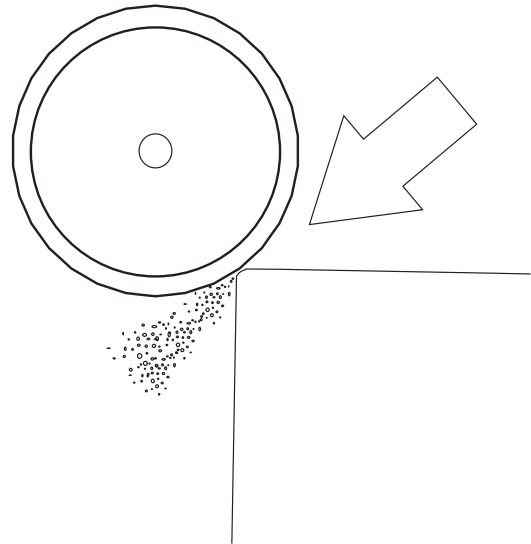
Una prensa compacta los núcleos, y luego otra le aplica calor y activa la cola, con microondas.

### 3. Ensamble



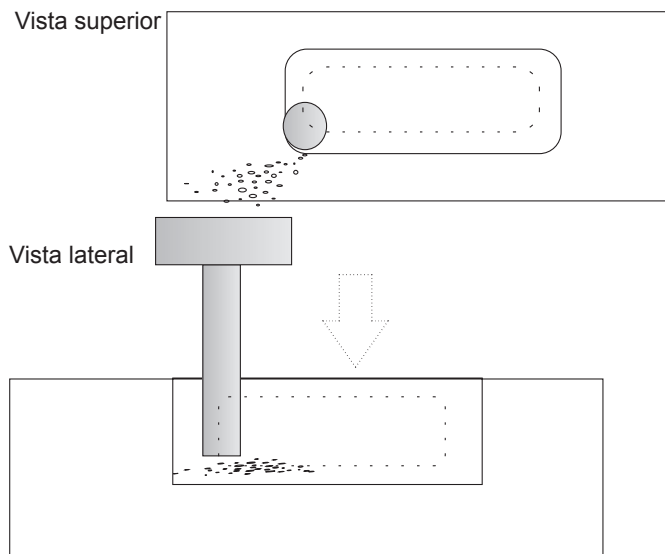
Ambas caras del núcleo son encolados y se le une una capa de contrachapado a cada lado. Se pasa por una prensa fría por media hora hasta que se seca la cola.

### 4. Vicelado



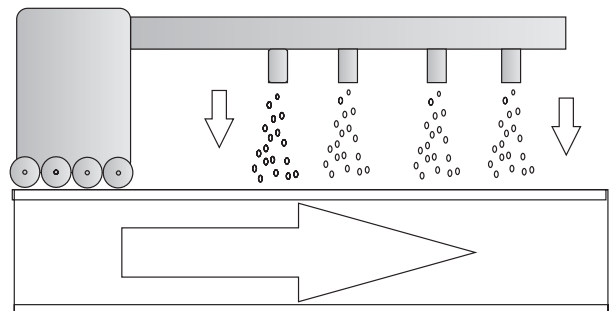
La puerta ya armada es pasada por una viceladora, para eliminar los cantos de los bordes, y es cortada a su altura definitiva.

### 5. Fresado



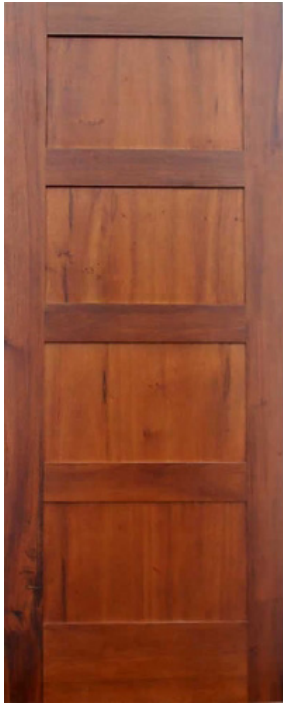
A través del proceso de fresado es preparado el lugar que luego ocuparan las bisagras y la manilla de la puerta.

### 6. Acavado



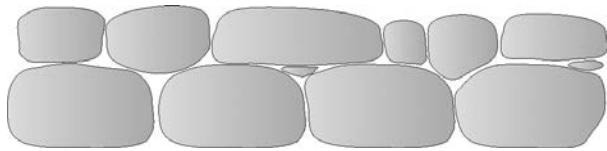
por último se pasa la puerta por una maquina que lija, tiñe, impermeabiliza, y barniza la puerta, todos los procesos uno tras otro, que en solo 70 segundos es finalizado.

Producto final

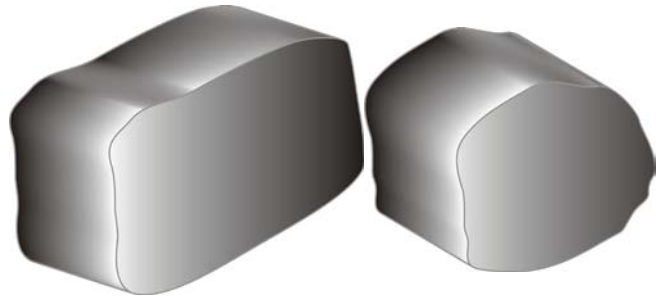


## Construcción de una pirca (P.)

Imagen formal  
pirca



Materia prima



La pirca es una pared construida por la acumulación de piedras encajadas sin utilizar materiales adhesivos para la unión.

### 1. Disposición de las piedras base

Vista lateral



Vista frontal

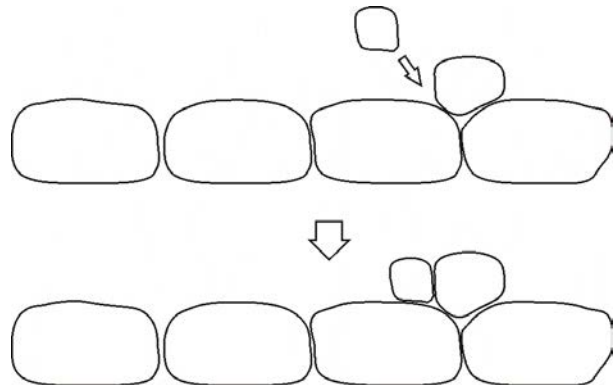


Considerando el limpiado y regulación del terreno algo aparte en este proceso, el primer paso para construir una pirca es alinear las piedras de la base. Estas son las piedras más grandes y deben contar al menos con un par de caras adyacentes relativamente lisas. Las piedras se disponen en el suelo de modo que una cara lisa quede hacia afuera y la otra hacia el suelo, asegurándose que estas queden estables.

Es importante que el declive de la cara superior de la piedra que con la pendiente hacia adentro de modo que el peso se cargue en el centro, evitando que las piedras se caigan por los bordes.

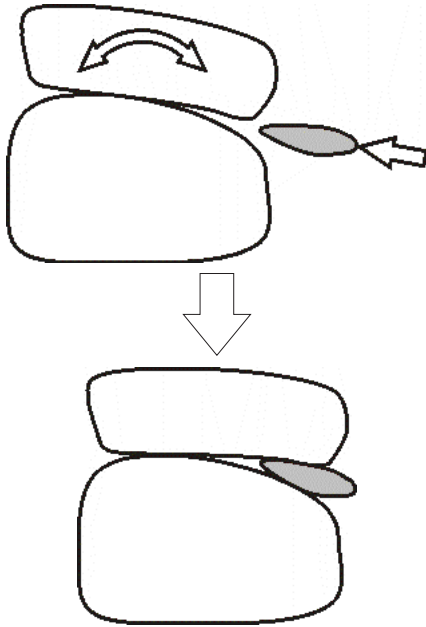
Las piedras para una pirca son preferentemente aquellas que tienen una forma regular cercana a un prisma, ya que son más fáciles de acomodar.

### 2. Segundo nivel



Luego se procede a colocar el segundo piso de la pirca. Las piedras de este piso tienen que asegurarse una cara relativamente lisa, la cual irá por la parte exterior. El proceso consiste en acomodar de manera firme las piedras sobre las piedras bases y, al igual que antes, tratando de que el declive se mantenga hacia adentro de la pirca.

### 3. Regulación

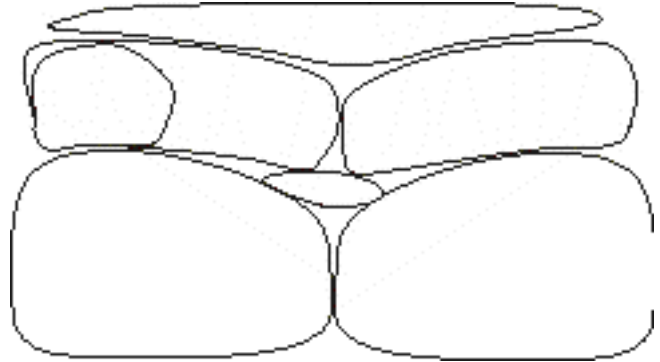


En algunos casos es necesario hacer ajustes, colocando una cuña entre dos piedras para lograr la estabilidad.

### Producto final



### 4. Terminación

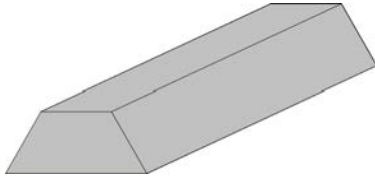


Por último se colocan por encima piedras con una cara regular lisa dispuesta hacia arriba para dar una mejor terminación y conseguir una figura más homogénea.



## Producción de lingote de refundición de aluminio (A.a.)

Imagen formal  
Lingote de aluminio



Materia prima  
Bauxita



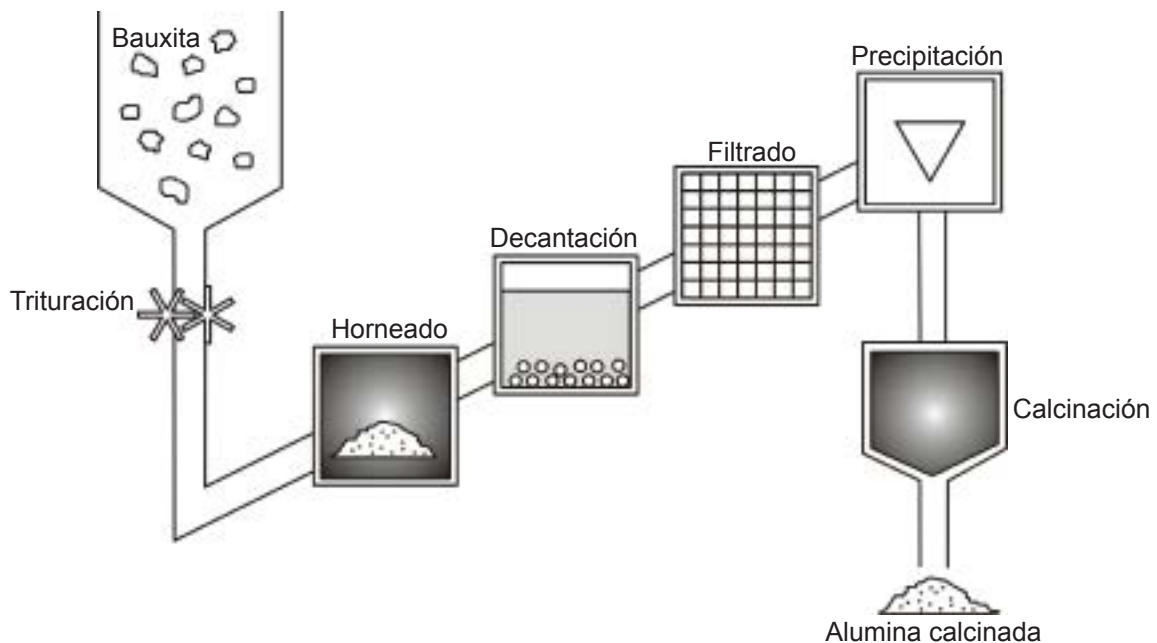
La bauxita posee más de un 40% de alúmina (óxido de aluminio), la cual está mezclada con otros óxidos minerales tales como el sílice, óxido de hierro, titanio, etc.

### 1. Extracción de la bauxita



Se extrae la Bauxita de los yacimientos. Para obtener 1 tonelada de aluminio se requieren 2 toneladas de alúmina, para lo que se requieren a su vez 5 toneladas de bauxita.

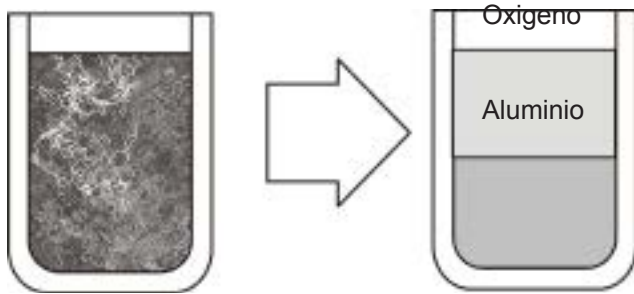
### 2. Proceso de Bayer



En este proceso es triturada la bauxita, luego es sometida a una temperatura, que fluctúa entre 140 y 250°C, el material se decanta a través del roce natural, para luego filtrar las impurezas. Tras esto el material, ya

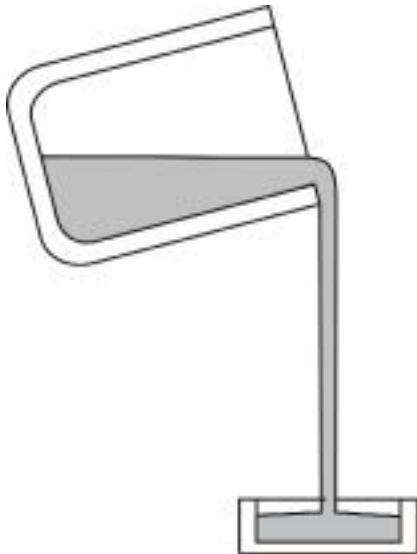
convertido en líquido (hidróxido), es sometido a una temperatura de 1050°C, para transformar el material en Alumina calcinada

### 3. Electrolisis



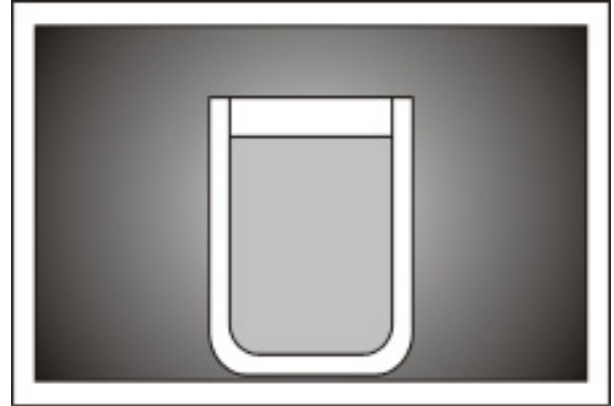
La alumina calcinada es sometida a una  $T^\circ$  de 900 a  $1.000^\circ\text{C}$ , a través de una intensa corriente eléctrica, separándose el aluminio del oxígeno. La pureza del aluminio obtenido varía entre el 93,3% al 99,8%.

### 5. Vaciado



El aluminio fundido es vaciado en moldes que se asemejan a la forma de un trapecio extruado,

### 4. Fundición



El aluminio es fundido en un horno a gas natural. La  $T^\circ$  de fusión del aluminio es a los  $660^\circ\text{C}$ .

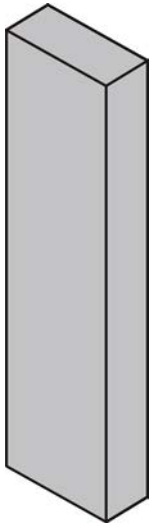
### Producto final



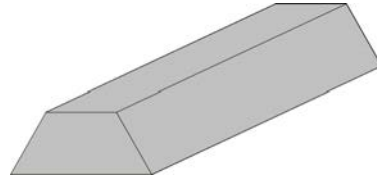
Lingote para la refundición de aluminio, de  $76,8 \times 19 \times 10,2\text{ cm}$ , y con un peso de 22,7 Kg.

## Producción de un bloque de aluminio (A.b)

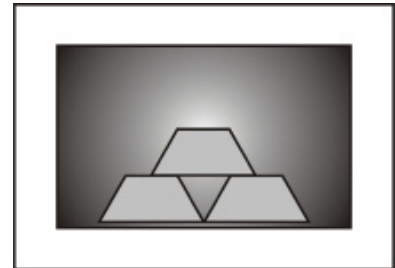
Imagen formal  
Bloque de aluminio



Materia prima  
Lingote



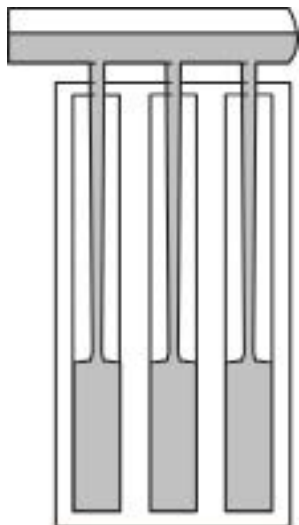
1. Fundición



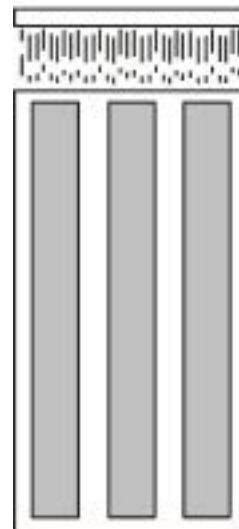
Los lingotes de aluminio son fundidos en un horno a gas natural. Se necesitan de 3 a 8 horas, a 750° C para fundir 27.000 Kg de aluminio.

El aluminio es mezclado con silicio y magnesio, para aprovechar las particularidades de estos en una nueva aleación.

2. Vaciado



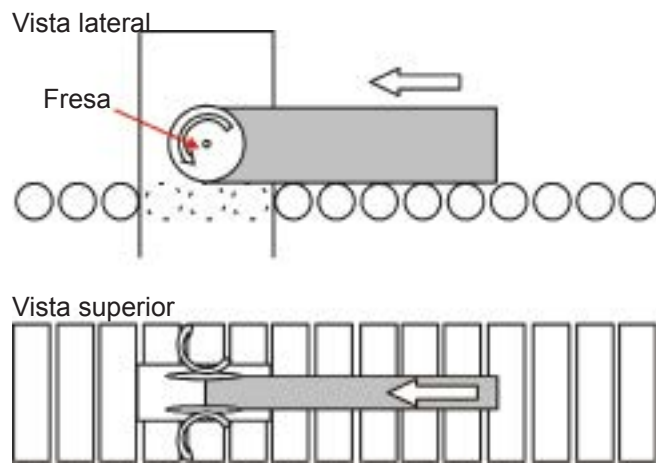
3. Enfriamiento



El aluminio fundido es vaciado en moldes rectangulares.

Se vierte agua fría para acelerar la solidificación del aluminio.

#### 4. Fresado



El bloque de aluminio es pasado por una fresa, donde se le eliminan 3 mm de sus bordes junto con sus impurezas, dejando su superficie lisa.

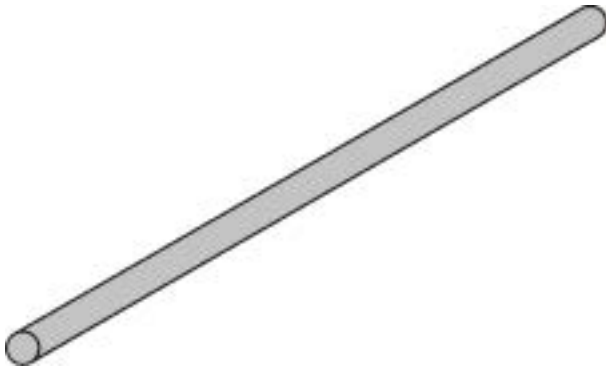
#### Producto final



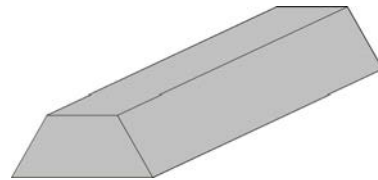
Un bloque de aluminio macizo, de 40x104 x45 cm. Con un peso de 7.500 Kg.

## Producción de tocho de aluminio (A.c.)

Imagen formal  
Tocho



Materia prima  
Lingote



Un cilindro de aluminio macizo, conocido como Tocho.

1. Fundición
2. Vaciado
3. Enfriamiento

Producto final



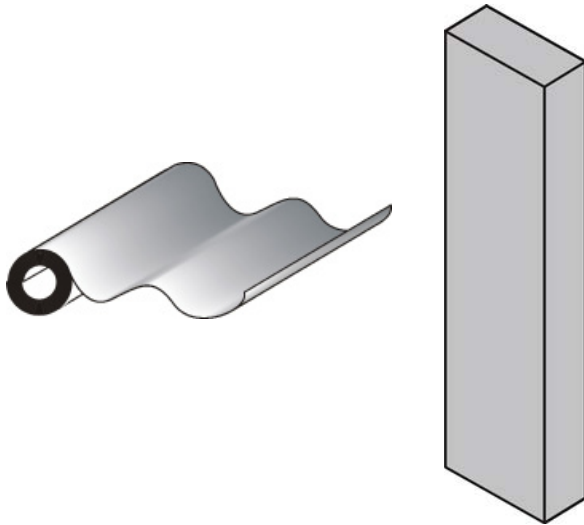
Estas tres etapas del proceso de fabricación de un tocho de aluminio, son las mismas que las empleadas en la fabricación de un bloque de aluminio, diferenciándose solamente en la forma del molde de vaciado. En este caso corresponde a un cilindro dispuesto en sentido vertical.

Tocho de aluminio macizo de medidas variables entre los 5 1/8" y las 8 5/8" de diámetro, y con un largo máximo de 144" (365,7cm ),.

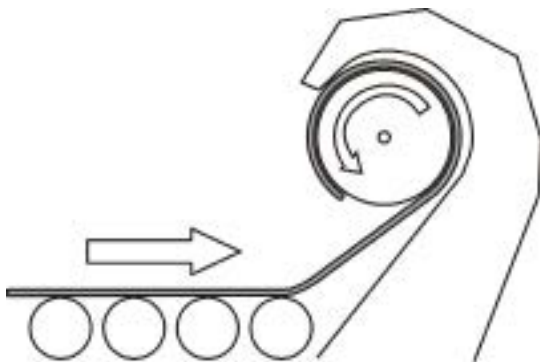
## Producción de papel de aluminio (A.d.)

Imagen formal  
Papel de aluminio

Materia prima

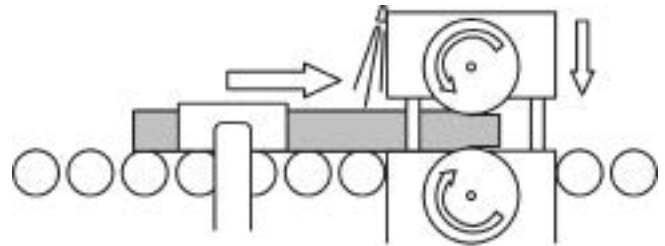


### 2. Enrollado



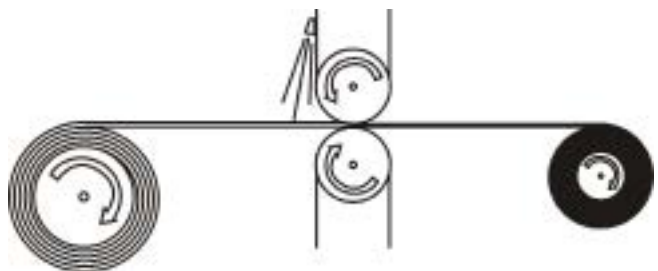
Un carrete gira respecto a un eje central, enrollando sobre sí la lámina de 5 mm.

### 1. Laminado en caliente



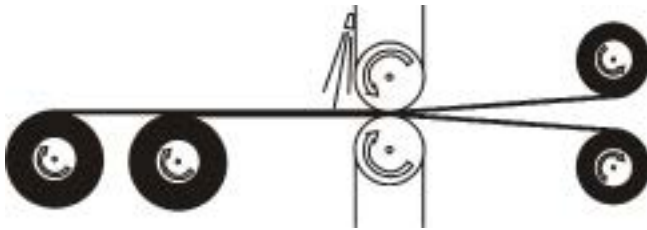
El bloque de aluminio es aplastado por dos rodillos que están a una  $T^\circ$  de  $455^\circ$  a  $540^\circ$  C, los cuales estiran el material, a la vez que el líquido refrigerante (95% agua, 5% aceite) evita que el aluminio se pegue a estos. Entre cada pasada la altura de la abertura entre los rodillos va disminuyendo, logrando así, tras haber repetido el proceso entre 12 y 17 veces, reducir el grosor inicial del bloque de 45 cm. a 0,5cm.

### 3. Laminado en frío

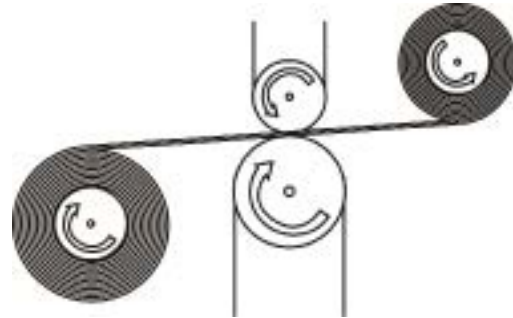


La lámina pasa por entre dos rodillos, que están a temperatura ambiente, que disminuirán aún más su grosor, para luego enrollarse en un nuevo carrete. En este proceso se utiliza un líquido refrigerante para evitar el calentamiento del material por el roce.

#### 4. Laminado en frío doble



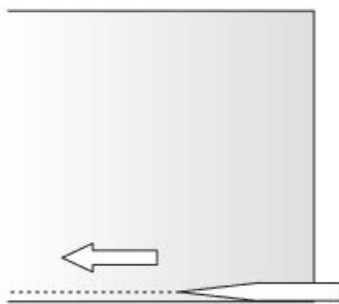
#### 5. Laminado final



El grosor de la lámina es tal que, con la tensión y la presión ejercida por los rodillos, probablemente se rompería, es por esto que se laminan dos láminas simultáneamente.

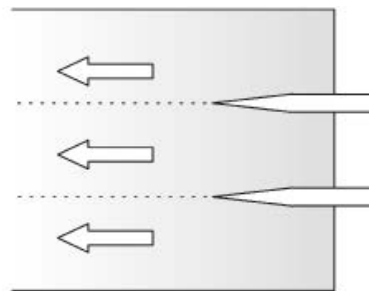
Se pasa una última vez entre dos rodillos que ejercen una menor presión, obteniéndose así el grosor requerido para su futura comercialización. En esta etapa no se utiliza el líquido refrigerante, ya que el roce no es lo suficientemente alto como para que el aluminio se adhiera a los rodillos.

#### 6. Corte borde



Una cuchilla corta 1 cm, de cada borde de la lámina, para eliminar las irregularidades producidas a lo largo de la producción (rugosidades).

#### 7. Dimensionado



Una cuchilla dimensiona la lámina de acuerdo a las medidas requeridas para su futura comercialización.

#### Producto final

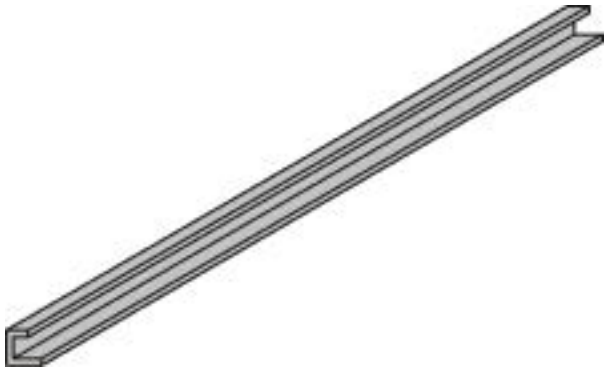


Rollo de papel aluminio, cuyo largo y grosor esta dado por su propósito comercial.

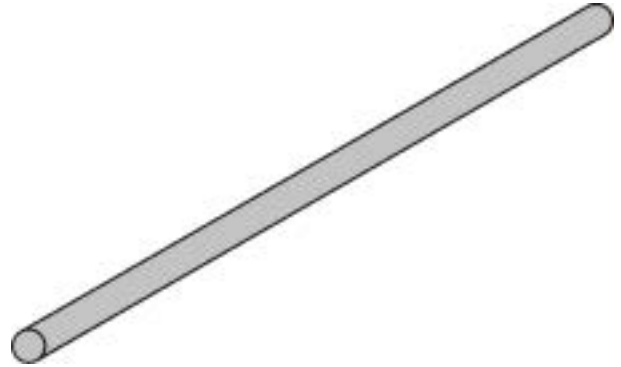
En general, su grosor se encuentra entre los 0,006 mm a los 0,2 mm.

## Producción de un perfil de aluminio (A.e)

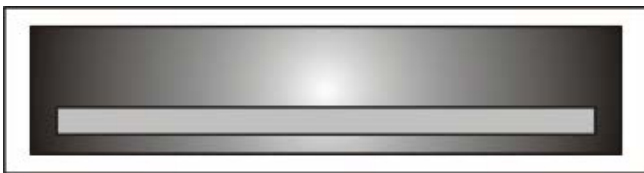
Imagen formal  
Perfil de aluminio



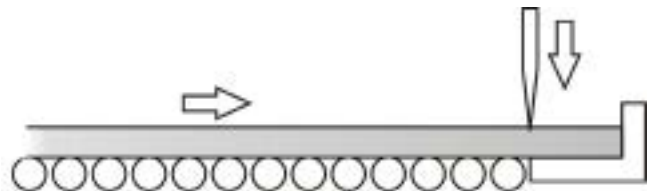
Materia prima  
Tocho



1. Calentamiento del tocho



2. Corte

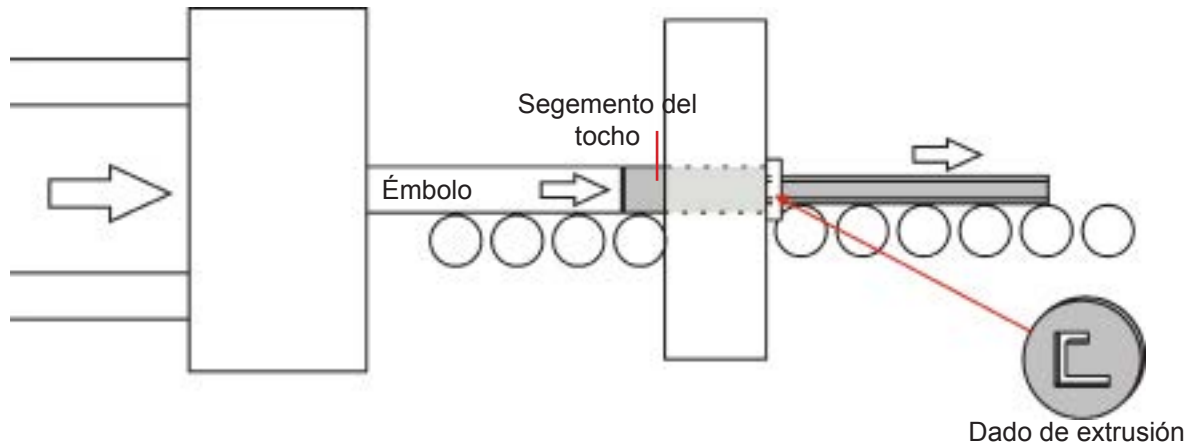


El tocho de aluminio es calentado hasta alcanzar una  $T^{\circ}$  de  $460^{\circ} C$  a  $500^{\circ} C$ , con lo que se le da mayor maleabilidad, característica que ayudará en su futura extrusión.

Se corta un segmento del tocho, determinado por la medida dada por un tope.



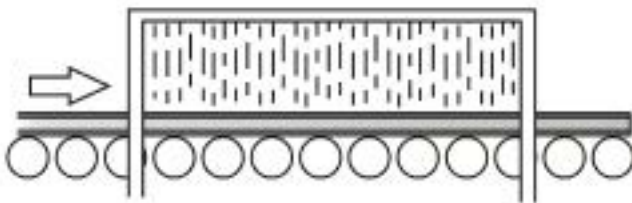
### 3. Extrusión directa



Una vez posicionado el segmento de tocho de modo que su cara se encuentre apoyada en el dado de extrusión (que ha sido previamente calentado a  $450^{\circ}\text{C}$ ), un émbolo comienza a ejercer presión sobre él. Esta pre-

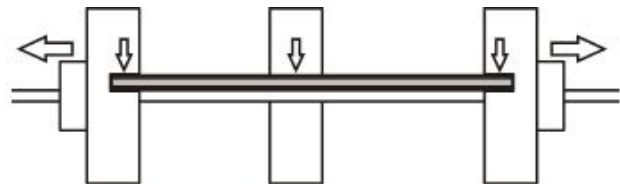
sión en combinación con la maleabilidad del material, consigue que el material traspase la abertura del dado siendo transcrita en él la figura de esta.

### 4. Enfriado



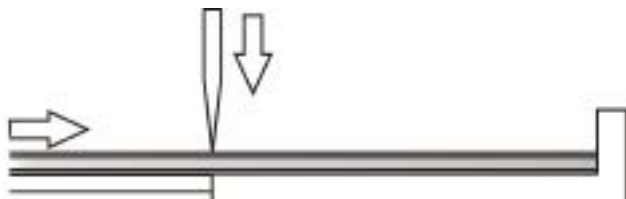
Se le vierte agua fría al perfil extruído, el cual se encuentra a  $510^{\circ}\text{C}$ , apenas ha salido de la prensa de extrusión, para endurecerlo rápidamente a una velocidad de  $50^{\circ}\text{C}/\text{min}$ .

### 5. Estiramiento



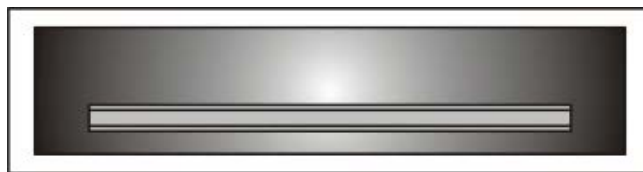
Mientras una prensa sostiene el perfil desde su punto central, otras dos situadas a sus extremos, comienzan a tirar del perfil en direcciones contrarias, consiguiendo así el enderezamiento de este, eliminando las pequeñas curvaturas resultantes de la extrusión

## 6. Dimensionado



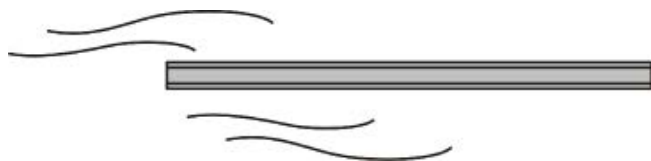
En un banco de corte, se corta el perfil en segmentos de 4 a 6 m, largo correspondiente a las medidas comerciales.

## 7. Templado



Los perfiles ya cortados son llevados al horno de templado, a una  $T^\circ$  de  $160^\circ$  a  $190^\circ$  C de 4 a 6 hrs.

## 8. Enfriado



Se les deja enfriar a  $T^\circ$  ambiente, bajo la acción del aire.

## Producto final



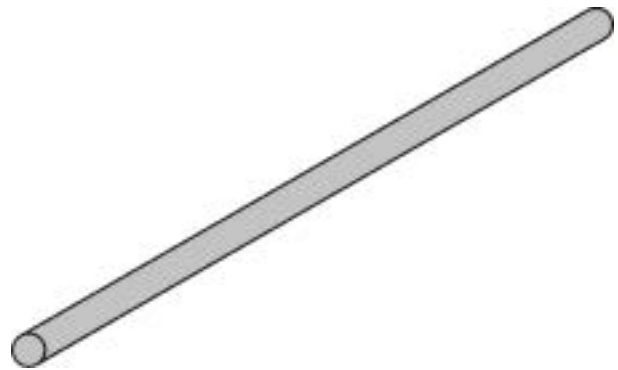
Un perfil extruido de aluminio, con la figura que el consumidor desee, y de un largo de 4 a 6 m.

## Producción del alambre de aluminio (A.f)

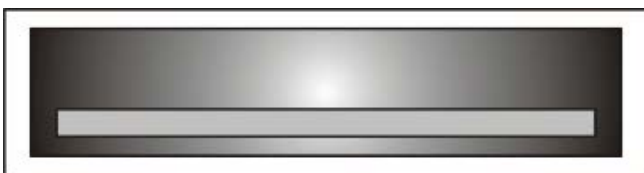
Imagen formal  
Alambre de aluminio



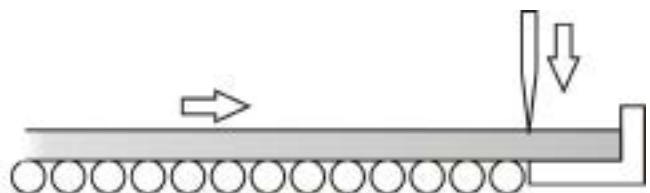
Materia prima  
Tocho



1. Calentamiento del tocho



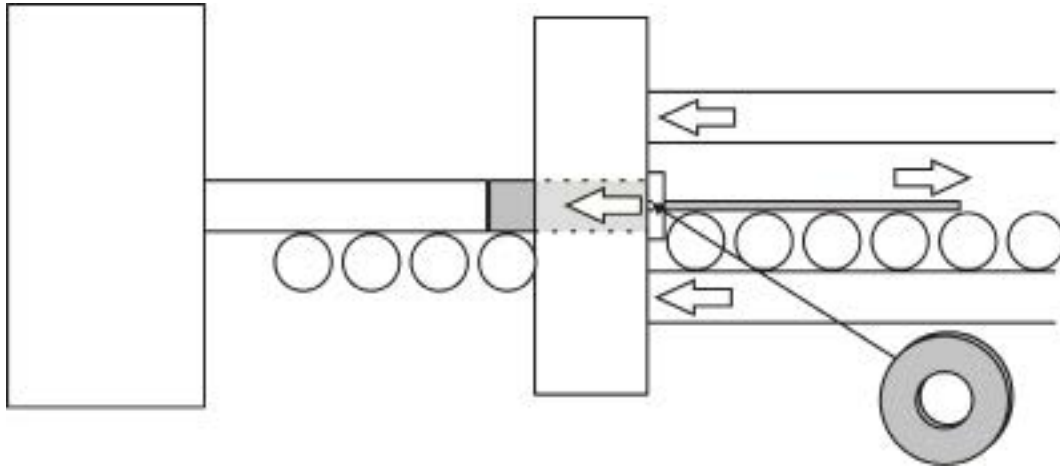
2. Corte



El tocho de aluminio es calentado hasta alcanzar una  $T^\circ$  de  $460^\circ\text{C}$  a  $500^\circ\text{C}$ , con lo que se le da mayor maleabilidad, característica que ayudará en su futura extrusión.

Se corta un segmento del tocho, determinado por la medida dada por un tope.

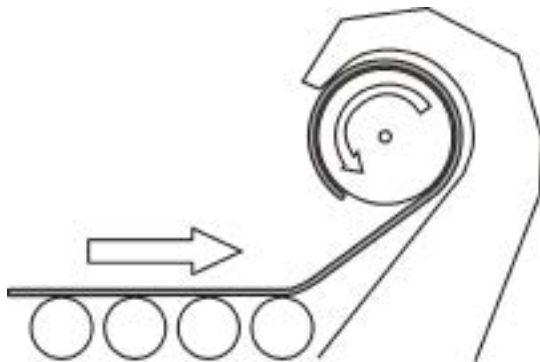
### 3. Extrusión inversa



Una vez posicionado el segmento de tocho de modo que sus caras estén apoyadas una en el émbolo y la otra en el dado de extrusión (que ha sido previamente calentado a 450° C), este último comienza a ejercer

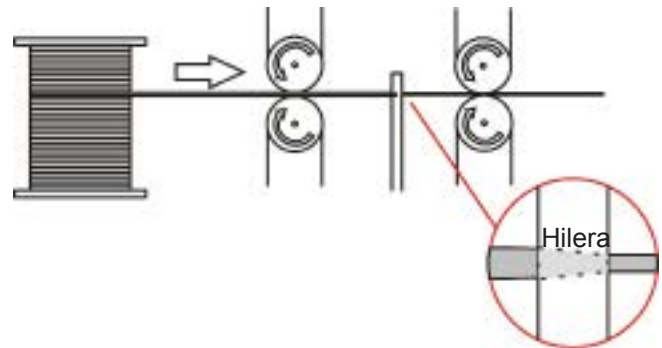
presión sobre él. Esta presión en combinación con la maleabilidad del material, consigue que el material traspase la abertura del dado disminuyendo así su diámetro.

### 3. Enrollado



La pieza extruída, de unos 10 mm de diámetro, conocida como alambón, es enrollada en un carrete, para hacer más cómoda su manipulación en los siguientes procesos.

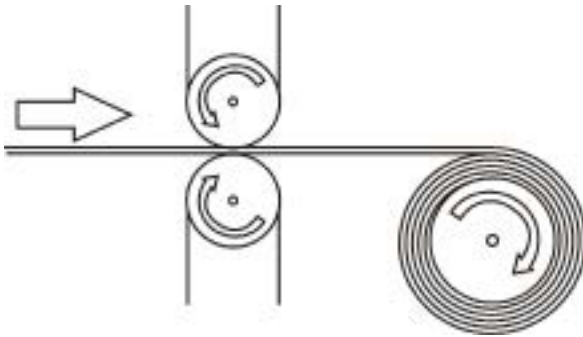
### 4. Trefilado



Se introduce el extremo del alambón en una máquina trefiladora, la cual a través de poleas, va tirando del material a través de hilera de diámetros descendentes. Depende del grosor que se desee lograr la cantidad de hilera por las que pase.

## 5. Enrollado

## Producto final



El alambre es enrollado en un carrete, volviéndose más cómoda su transportación y futura comercialización.

Un carrete de alambre de aluminio del grosor que el consumidor desee.

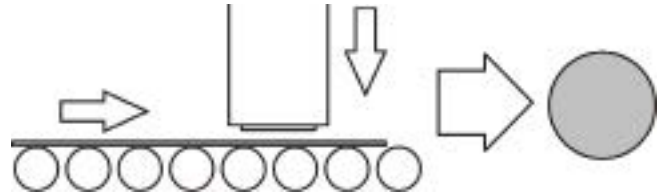
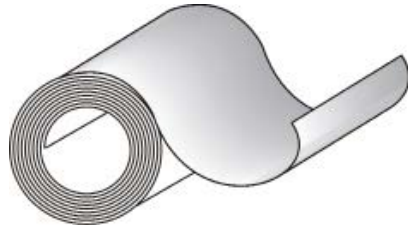
## Producción de latas de aluminio (A.g)

Imagen formal  
Lata de aluminio

Materas prima  
Lámina de aluminio

### 1. Troquelado de corte

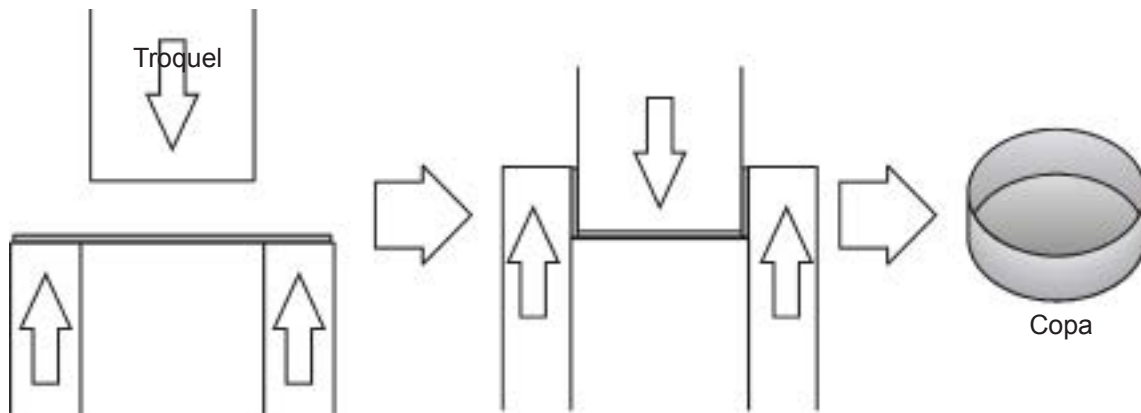
Troquel



Rollo de lámina de aluminio.  
Peso de 9 toneladas, con un ancho de 150 cm.  
De un rollo se obtienen 750.00 latas.

A medida que avanza la lámina, un troquel imprime por transcripción, 10 cortes circulares de 14 cm de diámetro por vez, 250 por minuto.  
Los residuos resultantes son llevados al centro de reciclaje donde serán fundidos nuevamente.

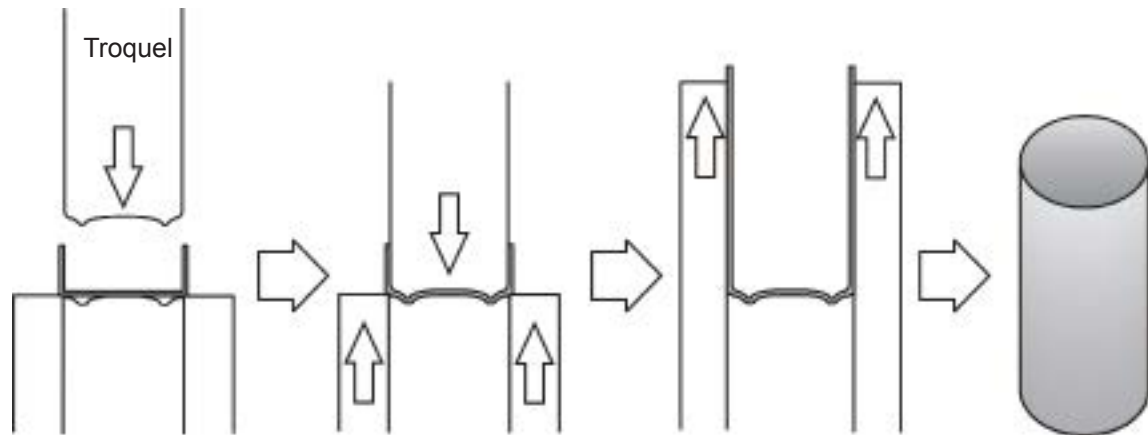
### 2. Troquelado de estampe



Cada uno de los círculos pasa a un troquelado de estampe, donde, a través de presiones ejercidas en sentidos opuestos por los troqueles, se transcribe la forma

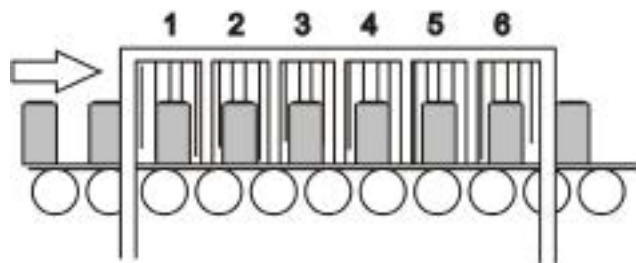
de estos en el material, estirando así el aluminio formando una "copa".

### 3. Troquelado de estampe



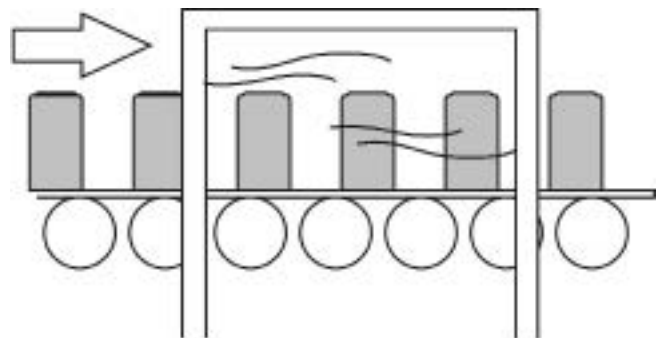
Cada uno de las copas pasa a otro troquelado de estampe, donde se le imprime por transcripción la forma a la base de la lata, a la vez que nuevamente se estira el material alargando así sus paredes.

### 4. Lavado



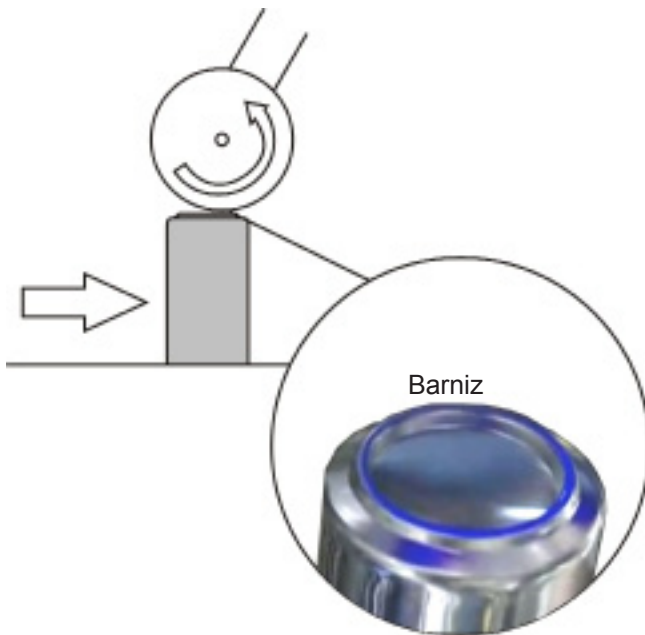
El lavado de las latas consta de 6 fases: en la 1 y 2 se da con ácido fluorhídrico a 60° C, con lo que se elimina una capa superficial del aluminio junto con sus impurezas. Luego, de la 3 a la 6, se someten a agua ionizada a 60° C.

### 5. Secado



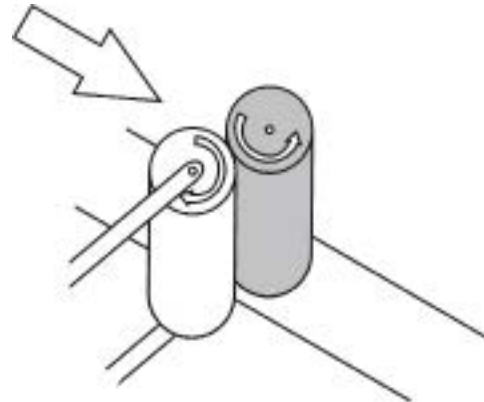
Las latas son llevadas a una cámara de aire donde son secadas.

### 6. Barnizado



Un rodillo barniza los bordes de la base de la lata. Esto facilitará su deslizamiento en cintas transportadoras.

### 7. Impresión del logotipo



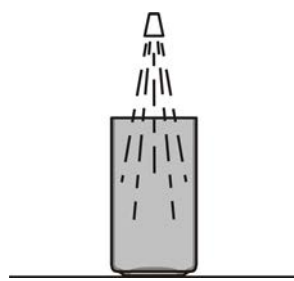
Se les imprime el logotipo del producto utilizando una impresora que consta de un rodillo conectado a un depósito de tinta. Imprime los seis colores a una velocidad de 2.300 latas por minuto. El diseño del logotipo va determinado por computador.

### 8. Secado



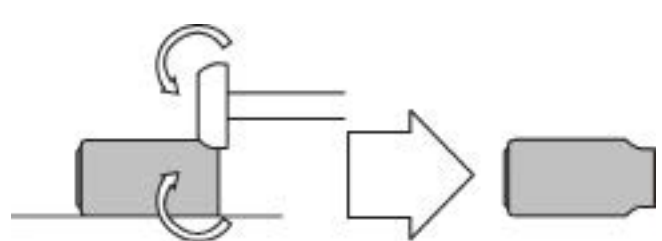
Una vez impresas son llevadas al horno de curación para que se endurezca la tinta y se seque el barniz protector.

### 9. Barnizado interior



Se pulveriza el interior de la lata con resina epóxica. Esta resina aislará la bebida del metal y ayudará a protegerlo de la corrosión.

### 10. Estiramiento del cuello

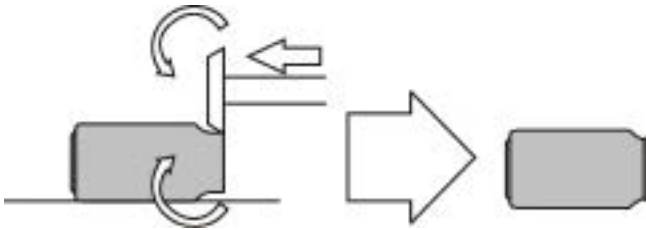


Una máquina pestañadora imprime por transcripción la forma al cuello de la lata, estirándolo hasta dejarlo de 5 cm, a la vez que comprime su borde superior en un 10%.



## 11. Reborde

## Producto final



Una máquina rebordeadora va plegando el borde superior del cuello de la lata, formando así un borde curvo donde más adelante se adherirá la anilla (tapa y boquilla de la lata).

Una lata de aluminio para bebida sin anilla. Esta será montada por la empresa encargada de rellenar la lata con la bebida correspondiente.

## Producción de engranajes de hierro y aluminio (A.h.)

La pulvimetalurgia o metalurgia de los polvos es un proceso de obtención de objetos metálicos mediante el prensado de metales en forma de polvo muy fino (material amorfo e inconsistente) en moldes adecuados y su posterior calentamiento por debajo de la temperatura de fusión.

Las piezas fabricadas con este método se caracterizan por una gran precisión en la forma (obtenible con frecuencia sin necesidad de tratamiento posterior, incluso en el caso de complicadas formas geométricas) y por una gran diversidad de aleaciones específicas, así como por sus muy diferentes grados de densidad, que abarcan desde aleaciones muy porosas hasta muy densas.

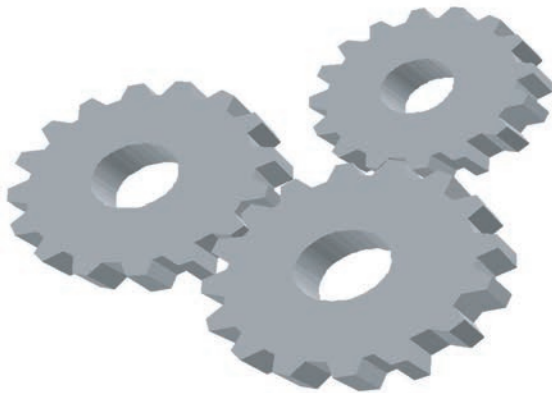
Como materia prima se puede emplear polvos de materiales metálicos férricos y no férricos, como bronce, aluminio, etc.

El proceso de obtención de la pieza sinterizada se divide en cuatro fases:

1. Obtención de los polvos metálicos.
2. Mezclado de los metales obtenidos.
3. Compactado de las piezas por medio de prensas o moldes especiales (matrices).
4. Sinterizado de las piezas obtenidas.
5. Tratamientos térmicos.

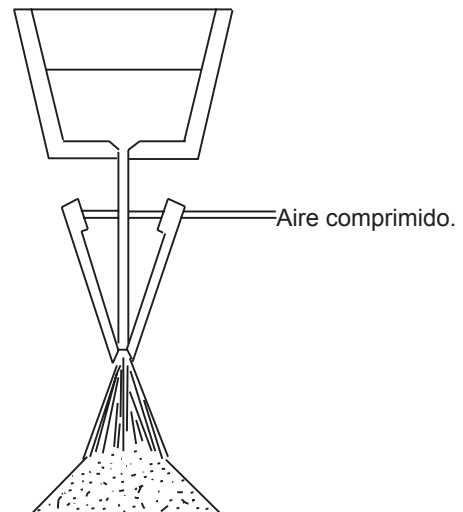
Nuestro propósito formal es fabricar engranajes de hierro y aluminio.

Imagen formal



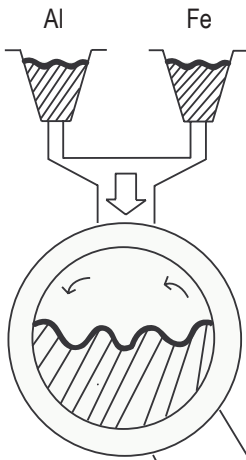
Los hay de diferentes tipos, tamaños y formas, todas estas características dependen del propósito formal.

1. Obtención de polvos metálicos  
Pulverización



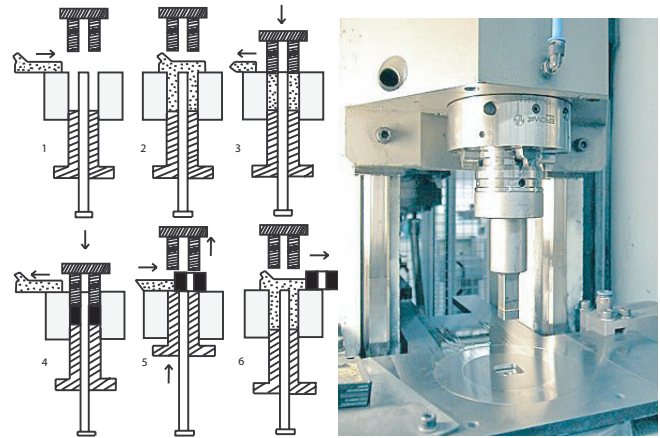
La pulverización consiste en la aspersion del metal y su enfriamiento en aire o en agua. Conforme el metal en estado ya trozado se fuerza a través de un pequeño orificio, una corriente de aire comprimido hace que el este se desintegre y solidifique en partículas finamente divididas.

## 2. Mezclado de los polvos obtenidos.



La distribución del tamaño de la partícula deseada se obtiene combinando de antemano los diferentes tipos de polvos utilizados, en nuestro caso utilizamos Al Y Fe. Los polvos de aleación, los lubricantes y los agentes de volatilización para dar una cantidad de porosidad deseada se agregan a los polvos combinados durante el mezclado.

## 3. Compresión de los polvos

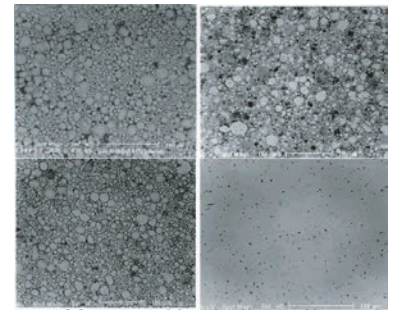


El propósito del compactado es consolidar el polvo en la forma deseada y tan cerca como sea posible de las dimensiones finales, teniendo en cuenta cualquier cambio dimensional que resulte del sinterizado.

## 4. Sinterización



Horno



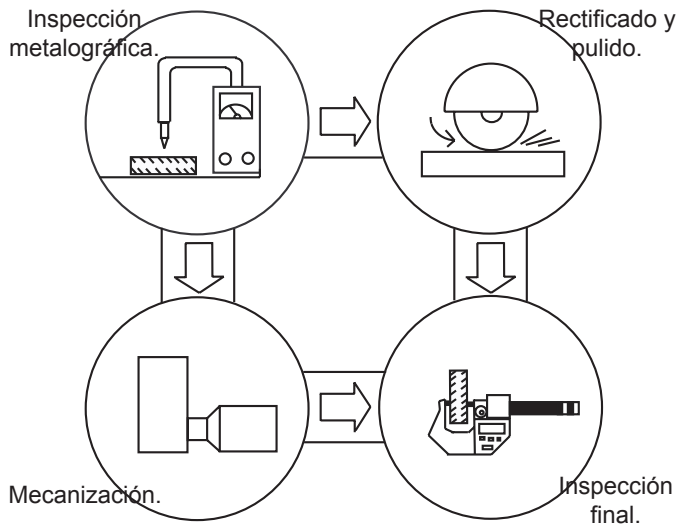
Mayor unión de las moléculas debido al calor.

Consiste en calentar las piezas preformadas por compresión hasta lograr una soldadura total de la masa. La temperatura de sinterización tiene que ser elevada para lograr la total recrystalización de la masa, pero nunca debe superar el punto de fusión. ( $T^{\circ}$  de sinterización =  $0.80 T^{\circ}$  Fusión).

Cuanto mayor sea el tiempo de calentamiento o la temperatura, mayores serán el enlace entre las moléculas y la resistencia tensil resultante.

La sinterización se realiza en atmósferas reductoras con el fin de eliminar la capa de óxido superficial de las partículas.

## 5. Tratamientos térmicos



Se pueden llevar a cabo diversas operaciones para completar la manufactura de las piezas hechas de polvo de metal. Estas operaciones incluyen maquinado, cizallamiento, escariado, pulido, enderezamiento, eliminación de rebabas, esmerilado y limpieza por chorro de arena.

Los revestimientos superficiales protectores pueden aplicarse por electrodeposición, metalizado y otros métodos.

## Producto final

