



**Referencial metalisterias**  
en Daniel Cacho Castro  
Bogotá-Colombia.

## ÍNDICE.

Marco teórico.

Metalistería.

1. Materias primas.
2. Herramientas de taller
3. Procesos básicos de forja
4. Procesos en frío
5. Repujado
6. Fundición.
7. Acabados.



Técnica de trabajar en metales, se llama metalistería al trabajo de objetos de valor artístico, decorativo o utilitario, realizado a base de uno o varios tipos de metal, incluidos los preciosos por fundición, forja, martillado, soldadura o combinación de otras técnicas.

## 1. LAS MATERIAS PRIMAS

Las materias primas empleadas en los procesos de la forja se reducen a algunos tipos de hierros que se encuentran comercialmente.

Se trata en todos los casos de "hierro dulce" cuyas propiedades mecánicas son suficientemente estables para que los procedimientos de aplicación se mantengan en cualquier momento de su vida útil.

### 1.1 CAUSAS DE OXIDACION DE LOS HIERROS.

- Cuando los hierros están almacenados en una atmósfera húmeda.
- Cuando son almacenados en pisos húmedos.
- Cuando su almacenamiento esta rodeado de vapores ácidos

### 1.2 CONSERVACION DE LOS HIERROS.

- Si la oxidación es superficial (capa delgada de color rojizo) se eliminara con una grata o con el calor de la forja.
- Cuando la oxidación es mas profunda se tendrá que recurrir al chorro de arena (sand blasting), o a baños con acido.

### **1.3 ALMACENAMIENTO DE HIERROS**

- Almacenamiento separado del piso por lo menos 25 CMS.
- Que posea suficiente ventilación por todos los lados
- Donde no se trabaje con pinturas ni ácidos que afecten la superficie del material.
- Los estantes en que se guarden deben estar fabricados de tal manera que los hierros se mantengan rectos en toda su longitud, además que los mas gruesos y pesados estén en la parte inferior del mismo.

### **1.4 PROTECCION PROVISIONAL**

Consiste en pasar por toda la superficie de los hierros un trapo grueso que depositará una película protectora invisible pero eficaz, se recomienda cualquier sustancia grasa, incluso de recuperación, a excepción de los aceites. de motor pues los aditivos tienen por efecto precisamente decapar las superficies metálicas.

- En su manipulación los hierros están con frecuencia en contacto prolongado con las manos. En casi todos los casos, el sudor es ácido por consiguiente este se oxidara.
- Cuando sea necesario, un pincel sirve para proteger los lugares difícilmente accesibles con el trapo y en los lugares de las soldaduras cuyo metal tiene tendencia a enmohecerse con más rapidez.
- Si se solicita una protección definitiva con pintura, hay que eliminar primero toda señal de aceite, oxido.(ver capítulo de acabados).

### **1.5 GENERALIDADES**

El hierro dulce de 6 MTS es el más empleado en los trabajos de forja, ornamentación y elementos artísticos trabajados en caliente y en frío en los talleres de metalistería.

Los más comúnmente empleados son:

**Varilla Cuadradas**

- rectangulares(platinas)
- Varilla redondas
- Angulo
- Laminas y flejes
- Hexágonos
- Tubos

Otros menos comunes como

- Tubos rectangulares
- Tubos ojivales
- Varilla triangular
- Perfilera especiales en bronce y cobre.

## **1.6 LOS CUADRADOS.**

Los cuadrados los conseguimos comercialmente milimétricos y en pulgadas:

- 3/8 de pulgada
- milímetros
- milímetros
- 1/2 Pulgada
- 5/8 de pulgada
- 3/4 de pulgada
- pulgada.

En materiales rectificadas importados el mas empleado es el cuadrado de 1/4 de pulgada pero se consiguen desde esta dimensión hasta 1 1/2, tanto en milímetros como en pulgadas.

## **1.7 Redondos**

Se denominan de esta manera por su sección y los conseguimos milimétricos y en pulgadas de la siguiente manera.

- 5mm
- 6mm
- 7mm
- 8mm
- 9mm
- 10mm
- 10.5mm
- 12mm
- ½ pulgada
- 5/8 de pulgada
- ¾ de pulgada
- 1 pulgada.

### 1.8 LAS PLATINAS

Las platinas se especifican por su ancho y por su espesor, en el siguiente cuadro presentamos las mas comunes en el comercio.

1/8	3/16	1/4	3/8	1/2	espesor
1/2	1/2	1/2	3/4	1	Ancho
5/8	5/8	5/8	1	1	Ancho
3/4	3/4	3/4	1 1/2	1 ½	Ancho
1	1	1	2	2	Ancho
1/4	1/4	1/4			
1	1	1	2 1/2	3	Ancho
1/2	1/2	1/2			
2	2	2	3	4	Ancho
2	2	2	3	4	Ancho
1/2	1/2	1/2			
3	3	3	4		Ancho
		4			Ancho

### ANGULOS

1/8	3/16	1/4	Espesor
3/4	3/4	1	Ancho de las caras
1	1	1 ¼	Ancho de las caras
1 1/4	1 1/4	1 ½	Ancho de las caras
1 1/2	1 1/2	2	Ancho de las caras
2	2	3	Ancho de las caras
	3	4	Ancho de las caras

Los ángulos generalmente se emplean como elementos estructurales, existen cuatro tipos de ellos ángulo a 90° y este a escuadra, ángulo de caras desiguales a 90° y este a escuadra, ángulo de caras desiguales pero bordes redondeados, Angulo de caras iguales y bordes redondeados

### 1.10 Laminas

Las laminas las conseguimos en tres calidades principalmente en nuestro medio.

- Cold rolled
  - calibres 20, 18, y 16
- Hot rolled
  - Calibres 18, 16, 14, 12, 10, 1/8, 3/16, ¼, 3/8, ½, 5/8, ¾, 1, 1 ¼, hasta 2" , También en este grupo encontramos la alfajor una lamina con textura.
- Galvanizado
  - Calibres 32, 30, 28, 26, 24, 22, 20, 18, 16, 14.

Se consiguen comercialmente en dimensiones de 2x1 MTS, 4x8 pies, y algunas referencias en longitud de 12 MTS x 1 o 1.2 MTS

- las laminas de aluminio, bronce y acero inoxidable se consiguen en dimensiones de: 2x1 y 1.20x 2.40 como también en flejes.

### **1.11 TUBOS.**

Lo tubos los encontramos de 6 MTS de longitud para los de hierro y aluminio fabricados en el país, pero los importados como los de bronce, acero inoxidable, cobre los encontramos de 5MTS por las dimensiones de los contenedores de importación.

### 1.12 Tipos de tubos

- Tubos estructurales.
- Tubo agua negra
- Lamina cold rolled
- Redondo
- Cuadrado.
- Rectangular.
- Ojival.
- Acero inoxidable.
- Cobre.
- Bronce. Aluminio.

## 2. HERRAMIENTAS DE TALLER

2.1 Herramientas de mano

2.2 Herramientas para transformación en caliente (Fragua)

2.3 Herramientas de taller y complementarias.

### **2.1 HERRAMIENTAS DE MANO.**

- Regla graduada
- Metro
- Compás de puntas secas
- Punta de trazar y un punzón
- Tiza
- Cizalla de mano
- Segueta

- Tijeras lamina
- Buriles
- Escoplos
- Cinceles
- Martillos de mano de pesos diversos
- Masetas
- Pinzas de extensión
- Alicates
- Hombre solo
- Destornilladores de pala y de estrella
- Llaves fijas
- Llaves alemanas
- Limas
- Escofinas
- Sepillos de acero.

## **2.2 HERRAMIENTAS PARA TRABAJO EN FRAGUA.**

### **2.2.1 Fragua**

La fragua es simplemente un hogar de fuego de coque o carbón mineral cuya combustión se activa por insuflación de aire para obtener temperaturas de más de 1200°C

- **Accesorios de la fragua**

- Atizador: elemento de hierro o acero que termina en punta y sirve para remover el carbón cuando esta incandescente.
- Pala para cargar el carbón.
- Agua y esponja para empapar.
- Combustibles para la fragua. más empleados son:
  - coque siendo este uno de los que mayor poder calórico aporta a la llama, pero por su costo no se emplea.
  - El carbón mineral es el que mas se acomoda a los costos del artesano.

### **2.2.2 Soplete**

Herramienta que va conectada a dos cilindros de gas uno de ellos es acetileno y el otro oxígeno, puede sustituir la forja en casi todas sus funciones de calentado, además de servir como equipo de soldadura autógena Alcanza los 1350°C.

### **2.2.3 Herramientas de conformado.**

- Perros o garras (horquetas). Sirven para el doblado y curvado en frío o en caliente. Su abertura corresponde a los espesores de los hierros a trabajar.

#### **2.2.4 Herramientas de golpear,**

- Yunque
  - *Su cuerpo es fabricado en acero*
  - *El tablero del yunque es una pieza soldada y templada en acero fundido.*
  - *Los yunques vienen en diferentes formas y pesos.*
  - *El peso común ha de ser de aproximadamente 200 kilogramos.*
  - *Debe ir perfectamente soportado sobre un pedestal para que el golpe no se transmita al suelo sino que la pieza que se esta trabajando lo absorba completamente.*
- Martillos de mano de pesos y formas diversos
  - Martillo de bola
  - Martillo aplanador o llana de aplanar
  - Martillos formones
  - Macho de fragua de mango largo
  - Mazos de forjar con boca transversal o alargada
  - Llanas de aplanar
  - Tajaderas o cortafríos.
  - Punzones
  - Cizallas.
  - *Tas,*

#### **2.2.5 Pinzas,** Son herramientas para el manejo de la pieza en caliente y vienen en varios tipos.

- Mordaza Plana.
- Mordaza redonda.
- Mordaza cuadrada.
- Mordazas redonda interna para varilla.

#### **2.2.6 Herramientas de corte en caliente,** se emplean las cortaduras y chairas de yunque.

### **2.3 HERRAMIENTAS DE TALLER Y COMPLEMENTARIOS.**

#### **2.3.1 Herramientas Taladrado.**

- Taladro eléctrico de árbol
- Taladro eléctrico de mano
- Cinceles
- Punzónadoras

- Corte láser
- Pantógrafo de plasma

### 2.3.2 Herramientas de pulido.

- Pulidoras angulares
  - Disco de 3 ½
  - Disco de 6
- Lijadoras
  - Orbitales
  - De disco
  - Banda.

### 2.3.3 Herramientas varias.

- Conjunto de machos y tarrajas para roscar.
- Tronzador o sierra eléctrica
- Caladora eléctrica industrial.

### 2.3.4 Herramientas de soldar.

- Soldadura de arco

- La soldadura se efectúa por arco eléctrico que requiere una temperatura muy elevada. Al frotar ligeramente el extremo del electrodo contra el metal de las piezas, se produce un cortocircuito. Esto tiene como resultado la aparición de una chispa que calienta el aire entre los dos puntos de contacto: en esta atmósfera tan conductora es donde se produce un arco eléctrico.

- **Proceso de una soldadura de buena calidad**

- Limpieza de las superficies: La soldadura por arco se aplica principalmente al hierro fundido y al acero. Estos no deben estar oxidados o sucios. Los bordes a ensamblar pueden ser cepillados con fuerza (cepillo metálico) o limpiarlos con pulidora angular.

- Achaflanado: Para soldar piezas de grosor no superior a 4 mm, no es necesario achaflanar los bordes a unir. La distancia entre ellos será igual a la mitad de su grosor. Las piezas más gruesas deberán ser chaflanadas con la pulidora angular: esto mejorará la penetración de la soldadura.

- Juntas: Las piezas podrán ser achaflanadas en V hasta un grosor de 10-12 mm, es decir, cada canto biselado con 30° (ángulo total 60°). Para las piezas más gruesas, achaflane en X (en V la parte superior e inferior) o, si no puede darle la vuelta, bisele un solo canto con 45°.

GROSOR DEL METAL	ELECTRODO	AMPERAJE
2-3 mm	2mm (3/32)	45-65 amperios
4-5mm	2,5mm (1/8)	70-95 amperios
6-7mm	3,25mm	90-130 amperios
8-12mm	4mm	130-160 amperios

- Soldadura en ángulo: La soldadura en ángulo no necesita ninguna preparación específica. Las piezas de metal deben estar correctamente alineadas y se podrá admitir un juego muy pequeño de una porción de la longitud total.
- Reglaje de la intensidad: Coloque las piezas a soldar sobre una superficie lisa y conecte una a la pinza de masa. Con el aparato de arco eléctrico, regule la intensidad adecuada de soldadura y elija el diámetro del electrodo. El cuadro siguiente le indica los valores recomendados.
- Cebado del arco: Sujete el porta-electrodo y acomódese la careta de protección. Frotará varias veces el electrodo sobre una pieza mártir. Se producirán chispas. Levante el electrodo a 203 mm sobre la pieza a soldar. Se produce una crepitación regular: si mantiene el electrodo demasiado alto se interrumpirá de manera irregular y cesará totalmente si la acerca demasiado a la superficie. Por tanto, el truco consiste en no interrumpir la corriente.
- Punteo: Antes de proceder a la soldadura propiamente dicha, deberá ensamblar las dos piezas y apuntarlas (puntos de soldadura), para que no se separen posteriormente.
- Soldadura: Desde el momento en el que el arco aparezca, fundirá las superficies a soldar, emitiendo un fuerte escape de gas. Este gas repele el metal en fusión formando pequeñas olas sobre su superficie. El metal del electrodo en fusión mezclado con el metal de la pieza, también fundida, rellenan el cráter abierto por el calor: esto es el cordón de soldadura. Los vapores emitidos por la fusión del recubrimiento del electrodo protegen el metal de la oxidación y dan a la soldadura su aspecto final.

- Sentido: Una persona diestra realizará la soldadura de izquierda a derecha, una persona zurda de derecha a izquierda. Mantenga el porta-electrodo inclinado  $15^\circ$  en relación a la línea vertical imaginaria. El ángulo entre la junta a realizar y el electrodo es, por tanto de  $75^\circ$ . Suelde "tirando" y no "empujando". Vigile bien el arco y el cordón.
  - Cordón: Un cordón bien realizado deberá presentar estrías regulares. Un gran número de estrías indica que la soldadura ha sido efectuada con un amperaje muy débil. Un amperaje muy alto producirá, sin embargo, un cordón llano, sucio y deforme.
  - Picado de la escoria: Una parte del recubrimiento del electrodo se extiende sobre la soldadura, siempre que ésta todavía caliente. Este depósito, que permanece sobre la soldadura ya fría, se llama "escoria o carbón". La escoria nunca debe ser incluida en el cordón de la soldadura. Una vez frío, elimínelo con ayuda de un martillo para picar.
  - Cepillado: Para que la soldadura tenga un buen aspecto, púlalas después del picado de la escoria, con un cepillo metálico o con una pulidora.
  - Diversas soldaduras: Si el vacío a rellenar entre las dos piezas a soldar es muy ancho pero poco profundo, puede proceder en varios pasos sucesivos. Al realizar cada cordón, deberá eliminar la escoria y limpiar con el cepillo metálico para ofrecer así una buena adherencia.
- Soldadura de punto
  - Este tipo de soldadura, también llamado por pérdidas eléctricas, se debe a un fenómeno completamente diferente del que da lugar al arco eléctrico. El equipo de soldadura por puntos produce corrientes de frecuencia muy alta que se envían por dos electrodos. Estos electrodos sirven solo para el paso de la corriente y no participan en la soldadura como en el caso de la soldadura con arco.
  - Las piezas a soldar se presentan juntas en el espacio que separa los dos electrodos. Un mando de pedal lleva los electrodos al contacto de las piezas y provoca simultáneamente el paso de la corriente.
  - Este paso de una corriente a muy alta frecuencia produce el calentamiento instantáneo y a una temperatura extremadamente elevada de las partes de piezas en contacto con las puntas de los electrodos. El grado de fusión del metal se alcanza en centésimas de segundo y las piezas se sueldan

una con otra en el lugar del paso de La corriente, en un punto de muy pequeña superficie, de donde viene el nombre corrientemente dado al procedimiento.

- Soldadura con acetileno
  - El quemador, que expulsa una mezcla de oxígeno y de gas, es la parte más importante de un equipo de soldadura autógeno. El gas mezclado con oxígeno es el acetileno, un gas hidrocarburo no saturado.

Mezcla gaseosa:

- la mezcla gaseosa se efectúa con la boquilla del soplete con botellas de gas. Se pone en contacto el oxígeno y el acetileno, el primero a gran velocidad, el segundo a baja presión. Este produce, al nivel de la abertura de la boquilla, una depresión que provoca la aspiración de acetileno y permite la mezcla.

Manómetros:

- Los manómetros, previstos con dos botellas, juegan un papel muy importante: permiten reducir la presión alta dentro de las botellas hasta un valor que permite la producción de una llama utilizable: 1 bar. para el oxígeno, 0,4 bar. para el acetileno.

Encendido:

- Abra las dos válvulas. Utilice preferentemente, un encendedor especial para encender la mezcla gaseosa. Por lo general, la llama tendrá un aspecto blanco amarillento, lo que indica que la mezcla es muy rica en acetileno. Aparecerá, además, separada del tubo.

Caudal de acetileno:

- Disminuya ahora, progresivamente, el caudal de acetileno hasta que la llama "vuelva a pegarse" a la boquilla. La mejor manera de asegurar un reglaje óptimo para la soldadura es comenzar con un exceso de acetileno para ir disminuyendo poco a poco su caudal.

Reciclaje del caudal de oxígeno:

- Aumente el caudal de oxígeno, progresivamente, hasta que se forme un buen penacho blanco. Este reglaje debe realizarse con precisión. Un exceso de oxígeno perjudicaría la calidad de la soldadura. Si es necesario, disminuya el caudal de oxígeno y después vuelva a regular la llama.

Zona de calor:

- Para que el calor se reparta lo mejor posible sobre los materiales a soldar, es importante utilizar la zona más caliente de la llama (3200°), denominada "zona reductora" (la punta del dardo).

Posición del soplete con botellas de gas:

- Incline la boquilla 45° en relación a la línea de soldadura. El dardo, la parte más blanca de llama, aproximará las partes a soldar sin tocarlas. Empuje la boquilla hacia delante (sin tirar como en la soldadura por arco eléctrico). La temperatura elevada fundirá entre sí los bordes de las dos piezas.

Retroceso de la llama:

- Un retroceso de la llama podría acarrear graves consecuencias. Si esto ocurriera, podría producirse una explosión en la boquilla, a nivel del reductor de presión o capuchón mismo la botella. Por tanto, es indispensable un dispositivo de seguridad.

Apagado del soplete con botellas de gas:

- En primer lugar, se cierra, a nivel de la boquilla, el grifo de acetileno, después el de oxígeno y, por último, la válvula de acetileno de la botella, antes de volver a abrir de nuevo el extremo de la boquilla: esto es indispensable para que el gas restante escape del reductor de presión, de la boquilla y del quemador. A continuación, cierre el tornillo del caudal de la botella de acetileno, después la válvula y, finalmente, la válvula de la botella de oxígeno. Proceda según se ha descrito anteriormente: abra y después cierre el grifo de oxígeno a nivel de la boquilla, para dejar escapar todo el gas restante.

#### **2.3.4 Herramientas complementarias de taller**

- Son herramientas que por su costo y especialidad no se poseen en un taller por lo que se obtiene el servicio por contratación externa.

- Punzonado
  - El punzonado es una operación de corte de láminas, generalmente en frío, mediante un dispositivo mecánico formado por dos herramientas: el punzón y la matriz. La aplicación de una fuerza de compresión sobre el punzón obliga a éste a penetrar en la lámina, creando una deformación inicial seguida de un cizallado y rotura del material. El proceso termina con la expulsión de la pieza cortada. En la actualidad se presta el servicio con maquinas de control numérico.
  
- Corte por plasma.
  - En el con corte plasma el gas es ionizado en la boquilla y enfocado gracias a un diseño especial de la misma. en el caso de corte de metales, es necesario crear un arco eléctrico de corriente continua entre el electrodo y la pieza de trabajo para incrementar la transferencia de energía. (10.000°C) Los gases empleados para corte Plasma son argón, hidrógeno, nitrógeno y mezclas, así como aire y oxígeno.  
Cortan acero inoxidable, hierros, aceros aleados, aluminio, chapa pintada, galvanizada y cualquier otro material conductor. La velocidad es muy superior a la de oxicorte en chapa de espesor fino y medio.
  
- Corte por láser.
  - El proceso consiste en la focalización del haz láser en un punto del material que se desea tratar por medio de una unidad de control numérico, para que éste funda y evapore lográndose así el corte. El proceso requiere de un gas de asistencia, que se aplica mediante la propia boquilla del cabezal, coaxial al propio rayo láser.
  
- Troqueladoras.
  - El Troquelado es un método para trabajar láminas metálicas en frío, en forma y tamaño predeterminados, por medio de un troquel y una prensa. El troquel determina el tamaño y forma de la pieza terminada y la prensa suministra la fuerza necesaria para efectuar el cambio.
  
- Dobladoras.
  - El doblado es un proceso para tomar láminas y generar pestañas o dobleces rectos en todos sus casos, estas las hay de rodillos manuales, eléctricas o de control numérico.
  
- Corte con pluma.

- Enrolladora de tubo.
  - Esta herramienta consta de tres discos (se cambian según el diámetro del tubo a curvar) que giran en sentido contrarios entre ellos. Colocando el tubo entre los discos, la maquina empieza a girar haciendo presión con el disco central y de esta manera lo va curvando a medida que se genere mas presión la curva será mas cerrada.
- Oxicorte.
  - Es el corte que se obtiene por medio del soplete, oxigeno y acetileno, se calienta el material y luego se intensifica la llama logrando temperaturas de 3500°C derritiendo el material y de esta manera lo corta.
    - Corte a pulso.
    - Corte con pantógrafo
      - Donde una unidad de visor óptico reconoce un contorno de una plantilla de papel y luego sigue este trazo para el corte.
    - Tortuga.
      - Elemento mecánico que sirve para realizar cortes longitudinales sobre un regla en la cual se desplaza la tortuga.
- Corte con pantógrafo
  - Donde una unidad de visor óptico reconoce un contorno de una plantilla de papel y luego sigue este trazo para el corte. Lo enunciamos anteriormente porque la herramienta de corte puede ser oxicorte o plasma.
- Soldaduras especiales.
  - MIG.
    - El equipo de MIG incluye un transformador, un cable de masa, un hilo de acero enrollado en bobina semiautomática, una baja intensidad.
    - "MIG" es la abreviación de "Metal Inert Gas": se emplean gases como argón y el helio. Se utilizan mezclados con dióxido de carbono CO<sub>2</sub>.
    - En el proceso MIG, se calienta una pequeña zona de la junta. A la alimentación del hilo tiene lugar una adición de gas que enfría las superficies y protege el metal de la oxidación. El hilo de acero no está recubierto Por tanto, no se forma escoria, sino un cordón muy liso.

**TABLA DE AMPERIOS ACONSEJADA PARA LA SOLDADURA MIG**

DIAMETRO DEL HILI	CORRIENTE (Amperios)
0,8 mm	80/140
1,2 mm	120/210
1,6 mm	160/300

2.4 mm
--------

240/450
---------

- **TIC.**
  - Es similar a la soldadura MIG solo que en este caso el electrodo se usa en barras o en alambre con bobina, también se realiza en atmósfera de gas inerte de tungsteno, se emplea para soldar materiales de espesores entre 0,7 a 10 mm.

### 3. PROCESOS BASICOS DE FORJA

### **3.1 MANEJO DE LA FRAGUA**

- La apreciación de las temperaturas se hace observando los tonos de color que va adquiriendo el metal a medida que se elevan las temperaturas.
  - Rojo sombra
  - Rojo cereza oscuro
  - Rojo cereza claro
  - Anaranjado
  - Amarillo claro
  - Blanco brillante
- Es importante cargar progresivamente el hogar de combustible para evitar las caídas bruscas de temperatura.
- Guardar el carbón sobre los costados del hogar donde se calentará. Durante las cargas habremos suprimido el riesgo de la caída de temperatura.
- Emplear preferiblemente galleta de antracita. Esto permitirá, sin riesgo la salida de los humos que pudieran no haber sido aspirados por la campana, esta es la teoría pero no se emplea por parte de los artesanos.

### **3.2 EMPLEO DEL SOPLETE PARA EL CALENTAMIENTO DEL HIERRO**

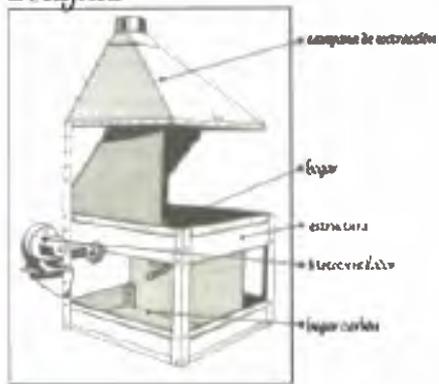
- Los procesos de calentamiento del hierro para forjar se pueden realizar con el soplete pero sus costos serán mayores además de que no se podrá sino calentar pieza por pieza.
- Es el hierro el que se presentará a la llama y se desplazará mediante un vaivén lateral, limitado a la zona objeto del trabajo.
- Todas las operaciones de los trabajos con fragua, pueden realizarse con calor al soplete, excepto la soldadura caliente.



Ministerio de Comercio, Industria y Turismo  
Artesanías de Colombia S.A.

Referencial metalisteria.

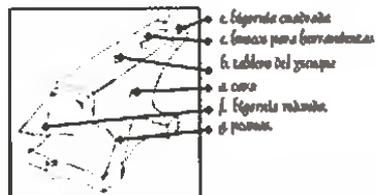
### Fragua.



horquetas, perros, garras.



### Partes del yunque



### Mazos y martillos.



Mazos de forjar



Mazos de metal y aplomar o lisar.



Tropezal y herramienta para yunque



Cucheta para yunque y labiales

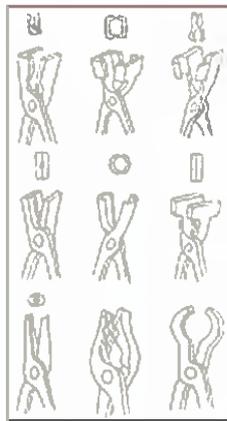


Miembro de Comercio, Industria y Turismo  
artesanas de Colombia S.A.

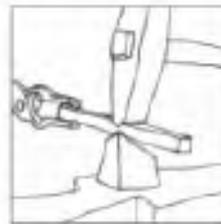
Referencial metalisteria.



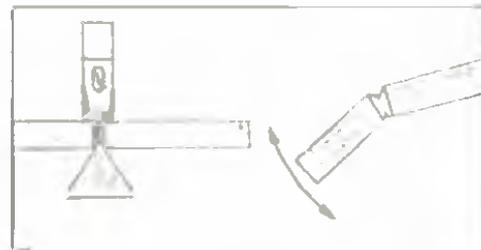
TAS: elemento para enderezar



Diferentes tipos de pinzas para forjar.



Corte de material con:  
Tajadera de yunque, martillo de mano, sumpu.



**Procedimiento:**

- Colocar el material sobre la tajadera de yunque.
- Golpear por los cuatro lados con el martillo de mano
- Girar en forma rítmica de arriba a abajo hasta que el material ceda.

### 3.3 PROCESOS

#### 3.3.1 FORJADO

Para la producción de elementos forjados se determinaron 10 procesos básicos, con los que se puede abarcar desde la producción de objetos utilitarios hasta rejas y ventanas.

##### ○ **Corte**

- El corte en caliente permite mejorar la presentación de las extremidades de las piezas.
- Calentar el hierro entre el rojo naranja y el amarillo claro según el espesor, reservando este último para los cortes de mucha sección.
- Colocar la pieza a cortar sobre uno de los ángulos de la mesa del yunque. Inclínala a 45°
- Situar en el sitio del corte la cuchilla, inclinándola de tal modo que sea perpendicular a la longitud de la barra.
- Con la maza, el ayudante con un solo golpe si es posible, pegará sobre la cabeza de la cortadura para seccionar la barra.

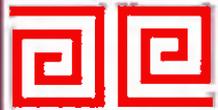
##### ○ **Puntas de varilla**

###### ▪ **Puntas**

- El extremo del hierro, calentado al rojo naranja o al amarillo claro se coloca sobre el tablero del yunque.
- Con golpes de martillo de fuerza moderada y girando el hierro un cuarto de vuelta antes de cada golpe, ensanchar un poco el extremo del hierro.
- Levantar ligeramente la mano que sujeta el hierro, para aumentar el ángulo que forma con la mesa y dar algunos martillazos sobre cada una de las cuatro caras, como si se quisiera practicar un ligero bisel.

###### ▪ **Filos**

- El martilleo no se hace sobre la tabla del yunque, sino sobre la bigornia cónica. Se provoca el ensanchamiento del extremo del hierro, pero solo en dos caras de su sección
- Comenzar el aplanamiento.
- Durante esta etapa del trabajo y por realizarse sobre la bigornia cónica, el hierro debe mantenerse levantado hasta casi vertical. Terminar el aplanamiento sobre la tabla del yunque.



Ministerio de Comercio, Industria y Turismo  
artesanías de colombia.gov

Referencial metalisteria.

### Elaboración de puntas



Mantener un ángulo de 90 grados que determine la longitud de la punta.



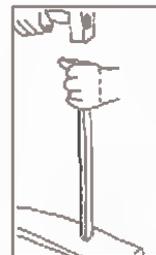
### Elaboración de filos y achafanados.



• Se golpea la zurrilla por sus dos lados opuestos si se quiere un ensanchamiento de la punta y por los cuatro lados si se quiere una punta pareja.



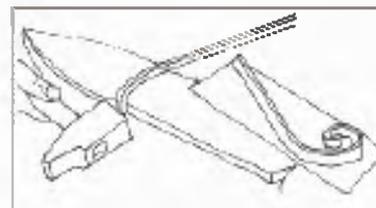
### Elaboración de un engrosamiento



- Se golpea de frente para lograr el engrosamiento.
- Figura en la bigornia redonda.



### Elaboración de un eje y espiral



- Desarrollamos la punta del eje golpeando sobre el tablero del yunque, y empezamos a enrollar.

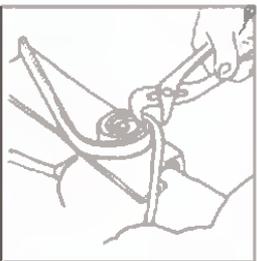
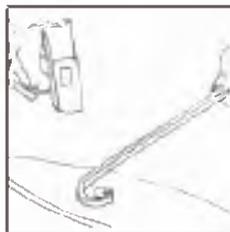
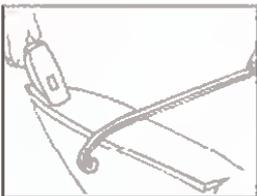
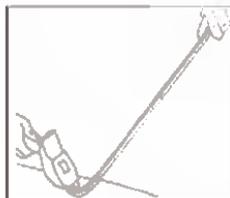
- Achaflanado (Aplanado o Recalcado)
  - Es un aumento de la sección inicial.
  - Se debe calentar al blanco la zona que se va a aplanar.
  - Se golpea sobre tablero del yunque en forma paralela a la varilla de tal manera que el material fluye a la punta.
- Engrosamiento
  - Se realiza de la misma manera que el achaflanado, pero con la diferencia que a medida que el material se calienta se golpea de frente a la sección de la varilla para aumentar su sección,
  - Luego se golpea por los costados dando vueltas de  $\frac{1}{4}$  hasta perfeccionar la forma del material.
- Eje
  - Se apoya contra uno de los ángulos de la tabla del yunque, dejándola sobrepasar una longitud algo superior a la de la sección.
  - Con el martillo, se dobla contra el lateral del yunque el extremo que sobresale. Simultáneamente la mano que sostiene la barra se baja para que la barra se sitúe paralela a la tabla del yunque.
  - Esta primera operación produce casi siempre una desviación algo oblicua respecto a la longitud de la barra; se aprovecha que el metal está aún bastante caliente y dúctil para enderezar esta eventual deformación.
  - Volver a poner la pieza al fuego para que adquiera otra vez la temperatura inicial, el rojo cereza claro. Colocar la parte en que comienza el redondeamiento sobre la tabla del yunque, y con el martillo, cerrar el pliegue que se haya marcado sobre el lado de la tabla.
  - Acanalados Durante esta etapa del trabajo, se vuelve la barra casi vertical aprovechando su ductilidad, y sujetándola con el martillo en el primer doblez. Este movimiento acentúa la curva apoyada sobre la tabla y por consiguiente la curva de salida de la espiral.
  - Si el hierro está todavía bastante caliente, apoyar esta curva contra el ángulo de la tabla y sujetarla. El metal debe responder a martillazos débiles para obtener una curva regular. Al golpeando más fuerte evidentemente se doblaría, pero cada pliegue produciría un ángulo más o menos acentuado y la espiral no resultaría regular.
  - Volver a calentar si es preciso. Después de haber hecho esto, se enderezará el núcleo y la salida de la espiral sobre la tabla del yunque.
  - Formación de una espiral sobre plantilla metálica.
    - Esta formación se hace sobre la plantilla en metal.



Asociación Cultural, Técnica y Financiera  
Artesanías de Colombia S.A.

Referencial metalisteria.

### Elaboración de un eje y espiral

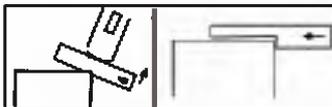


• Elaboración de una espiral a partir de un eje por medio de una plantilla metálica.

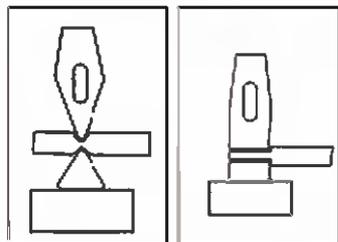
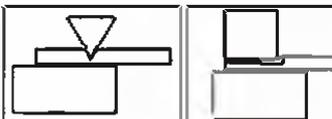
### Golpeador para figurar.



Golpeador por uno, dos o mas caras.



Golpeador por un solo lado.



Golpeador por dos lados o por todas ellas

- La entrada de la plantilla está siempre provista de un macho o un dispositivo que inmoviliza el núcleo a manipular.
  - En este caso, el dispositivo es simple, puesto que consiste en aprisionar el núcleo en el primer enroscamiento.
  - Una precaución suplementaria consiste en sujetar el núcleo, para evitar cualquier desplazamiento eventual, con una tenaza o un hombresolo.
  - El esfuerzo del curvado se obtiene de la palanca realizada al extremo de la barra.
  - desplaza para evitar que por elasticidad natural, el hierro se deforme y no conserve la forma que se le ha impuesto.
- *Formación de una espiral sobre la bigornia redonda*
    - Esta operación se realiza sobre la bigornia.
    - Hay que evitar, calentar excesivamente porque.
    - Hace del metal demasiado dúctil haciendo difícil obtener una curva de aspecto uniforme con el peligro de producirse deformaciones por efecto del peso mismo de la pieza.
    - Se golpea el material suavemente y se va revisando sobre una plantilla dibujada sobre el yunque o sobre la mesa de trabajo.
    - Se calienta cuantas veces se necesario.
- **Golpeador para figurar**
    - La pieza se puede golpear por una o por las dos caras, para ello necesitamos llevar el material al blanco en la fragua.
    - Se coloca el materia haciendo ángulo de 20° sobre el tablero del yunque.
    - Con el martillo de mano se golpea paralelamente la pieza para generar una marca pronunciada en la parte inferior de la pieza.
    - A medida que se sigue golpeando la pieza se va colocando paralela al yunque para lograr la caja por medio del golpe.
    - Otra técnica consiste en colocar la pieza a temperatura de blanco sobre la base del yunque.
    - Se coloca sobre la pieza un martillo forman y se golpea para generar un corte luego con la llana de aplanar se golpea hasta desbasta la superficie.
  - **Acanalado**
    - Recto
      - Se realiza con un martillo-formón calentando la pieza y golpeándolo en línea recta sobre el material previamente trazado.
    - Abanico



Máster en Cooperación, Trabajo e Ingreso  
artesanas de Colombia S.A.

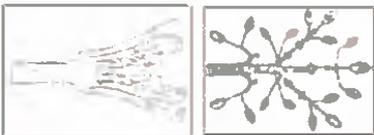
Referencial metalisteria.

### Acanalado.



Esta operación se realiza con un martillo formón.

### Hendir o separar..



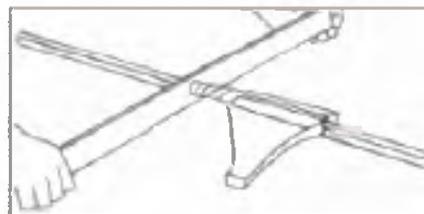
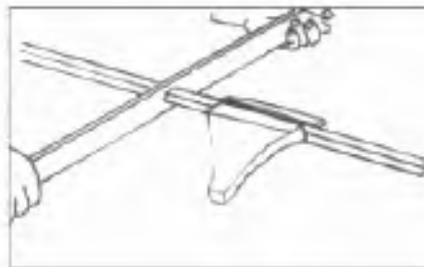
Se realiza por medio de buriles, cincelos, cuchilla de corte, martillo, yunque.

### Perforar.



Esta operación se realiza con un punzón para perforar.

### Torsión.



Se calienta la pieza, se prensa y se atornilla con un elemento que tiene la misma sección de la varilla y con la cual se puede ejercer palanca.

- En la punta del material se genera un ensanchamiento como se explico anteriormente, importante tener en cuenta el espesor del material a acanalar.
- Se dibujan las líneas guías se calienta la pieza y se golpea con el martillo-formón de tal manera que al principio el acanalado quede fino y a medida que llega al extremo quede mas ancho.
- **Hendir o separar**
  - Dibujar en frío con un buril la figura a hendir.
  - Calentamos la pieza al amarillo claro.
  - Hendimos la tajadera lentamente sobre la pieza.
  - Se enfría la tajadera en agua y se repite el proceso.
- **Perforación**
  - Marcar el agujero con un centro punto por las dos caras de la pieza.
  - Calentar la pieza al amarillo.
  - Hundir el punzón 2/3 del espesor de la pieza.
  - Girara la pieza 180º y hundir el punzón lo que resta de la pieza
  - Aplanar la pieza en el lugar del agujero.
  - Introducir el mandril por ambos lados de forma alternada.
  - Forjar los contornos.
- **Torsión**
  - En forja.
    - Se debe calentar la barra al rojo cereza y limpiarla mediante un cepillado enérgico con un cepillo metálico.
    - Después del calentamiento, si es preciso, se sujeta fuertemente en la prensa. Por el extremo libre, se aplica la palanca para atornillar, que es una barra plana de gran sección en la que se ha practicado una abertura correspondiente a la sección de la barra a torcer.
    - Puede ser útil disponer de una palanca de cuatro brazos en cruz, lo que limita el esfuerzo de torsión a un cuarto de vuelta.
    - Como no es posible ninguna rectificación es necesario obtener de entrada el efecto deseado.
    - Cuando la pieza se retira del fuego, las torsiones realizadas se han calentado como la parte de la barra que aún no está trabajada. Si se aprietan las espirales en la prensa se deforman. Si se aplica de nuevo la llave de enroscar, continúan enroscándose las primeras espirales y en los dos

casos, el resultado es desastroso. Para evitar este resultado se prensa en la zona sin trabajar además de enfriar por medio de agua las torsionadas ya realizadas

- Después del calentamiento siguiente, se enfría de nuevo y se reanuda la torsión.
- Finalmente, como cada torsión de longitud apreciable se traduce en un alabeo de la barra, esta se calienta moderadamente en su totalidad, después del trabajo definitivo se la vuelve a enderezar con el martillo llevándola bien sobre las mordazas abiertas de la prensa o sobre el tas. Los martillazos se dan sobre la parte no torsionada para evitar cualquier deformación de las espirales.

▪ Con soplete.

- Es más práctico que el que se ejecuta con la forja. El hierro permanece durante el proceso fijo en la prensa.
- El soplete se desplaza a lo largo del hierro en una longitud de 10 cm. en cada pasada comenzando por el lado sujeto a la prensa.
- Debido a la localización del calor por este procedimiento y al tiempo que se emplea en obtener la temperatura del rojo cereza, es inútil enfriar la parte que acaba de ser torcida: el calor tiene tiempo de disiparse.
- Aparte de esto, la forma de efectuar el proceso es igual al de la forja

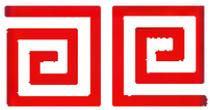
○ **Fijaciones**

• **Abrazadera**

- Se toma una platina de la longitud de la abrazadera.
- Se le hace el acanalado decorativo
- Se le hacen los chaflanes de empalme.
- Se genera un elemento de las mismas características de las piezas a unir como elemento de matriz.
- Se dobla y se prueba en esta matriz.
- Por último se monta sobre las piezas a unir con la abrazadera.
- Es importante mencionar que ahora se consigue la platina comercialmente para realizar esta abrazaderas y vienen en varios diseños, además de que en estos tiempos solo son de decoración por que antes de colocarlas se solda.

• **Remachado**

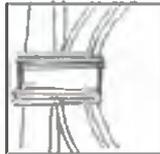
- Se perforan las piezas a remachar con la técnica anteriormente mencionada. ( ahora se taladran y no se perfora de esta manera)



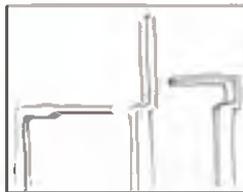
Asociación de Artesanos y Artesanas  
artesanas de Colombia s.a.

Referencial metalisteria.

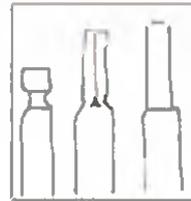
### Fijaciones.



• Abrazaderas



• Empalme por golpe



• Desarrollo de puntas para fabricación y montaje de remaches

### Soldadura.



• Empalmes de las varillas para soldar en forja.

- Antiguamente se fabricaban los remaches en la forja, ahora se consiguen comercialmente de diferentes tamaños y espesores, este debe ser mas largo que las dos piezas a unir
  - Se calienta el remache se coloca se voltea la pieza y se golpea para generar la segunda cabeza del remache.
- **Empalme**
  - Se genera un desbaste por golpe de la longitud de la varilla que se va a empalmar de la misma manera que la abrazadera.
  - se cierra esta especie de abrazadera en contorno del material y se solda para generar la unión.
- **Enrollado y curvado**
  - Determinar el radio de las curvas sobre el dibujo de la pieza a escala natural.
  - Como la bigornia va a servir como plantilla, hay que determinar el punto exacto donde la curva queda y con una tiza trazar líneas guías.
  - Se hace igual para cada una de las secciones.
  - Después, sobre la tabla del yunque, cuya superficie es suficientemente amplia, se dibuja con yeso, en su verdadera magnitud, el motivo, marcando con un trazo pequeño los límites de las secciones.
  - En los dos extremos de la barra cuadrada y antes de cualquier curvado, se hacen los filos según el método descrito antes.
  - Las manipulaciones de la barra se harán con unas tenazas de forja de picos planos. Esta barra es demasiado delgada y corta para poder sostenerla en la mano por la rápida transmisión del calor del fuego de la forja.
  - Terminados los filos, colocar la barra sobre el yunque en el sentido de su longitud señalando los dos extremos y el punto medio de su longitud. Calentar el centro de la barra hasta la obtención de la tonalidad rojo cereza claro. Aproximar la barra a la mesa de la forja, y determinar visualmente por comparación con las marcas, el centro exacto de la misma.
  - Colocarla sobre la referencia de la bigornia y comenzar a curvar enroscando la barra alrededor de la bigornia con pequeños golpes de martillo para no sobrepasar la longitud de la sección. Verificar colocando la barra sobre la plantilla dibujada en la tabla.
  - Comprobar, después de cada trozo a curvar, que no hay diferencias entre la pieza así acabada y el modelo dibujado en la mesa.
  - Finalmente, calentar al rojo sombra –para evitar que las curvas se abran- y modificar la pieza en plano sobre el yunque, pues con toda probabilidad se habrá arqueado durante el proceso.

- Cuando haya que curvar con un radio muy corto el extremo de una pieza sencilla o con filo, golpear moderadamente el extremo, al rojo cereza claro, sobre el ángulo del yunque. Después, hecho este primer pliegue, enderezar la barra verticalmente dejando apoyado sobre la mesa del yunque la parte plegada, y golpearla igualmente con moderación para resaltar este pliegue y obtener así el curvado deseado.
- Embutido.
  - Se toma una pieza generalmente redonda para generar un plato.
  - Se calienta y se empieza a golpear con un martillo de bola en el centro sobre una matriz que puede ser la sección de un tubo un poco inferior al diámetro del material.
  - Se repite la operación hasta lograr la profundidad deseada del elemento.
- **Soldadura en fragua**
  - El extremo a soldar (recalcar) debe alcanzar la temperatura de amarillo pálido. La soldadura debe producir un ensanchamiento doble de la sección de la pieza.
  - Una vez ensanchadas las dos piezas que hay que soldar, hay que practicar los biseles que se superpondrán por la soldadura. Conviene tener un ayudante, que con el mazo de forja golpeará sobre la placa a biselar que se mantendrá en posición en el extremo de la barra de nuevo calentada hasta el amarillo pálido. El bisel debe tener 45°. Este ángulo es el que deben formar la chapa y la barra.
  - Las piezas se vuelven a calentar juntas en el lugar en que desemboca la tobera. Poner en marcha el ventilador pues debe alcanzar la temperatura del blanco brillante, donde fluyen gotas pequeñas hacia el exterior del metal.
  - Auxiliado por el ayudante, superponer los dos extremos biselados sobre la tabla del yunque y con un mazo, golpear con fuerza la unión de las piezas en primer lugar sobre los biseles, y después de un giro de un cuarto Sobre los costados de los mismos, golpear de nuevo, colocándolos en posición invertida respecto a la primera. La rapidez de la operación es primordial, ya que el hierro casi no debe enfriarse.
  - El martilleo de la soldadura debe continuar hasta que las piezas alcancen de nuevo el color rojo cereza medio. Inmediatamente tomar la llana de aplanar de mango largo, lo que permite durante el final del enfriamiento, dar al hierro una sección uniforme.
  - Finalmente se enderezará con el martillo cualquier arqueamiento eventual, sobre la tabla del yunque si no es muy pronunciado.

## 4. PROCESOS EN FRIO

### 4.1 *CALCULO DE LONGITUDES*

La medida de la longitud de las partes rectas no presenta dificultad. Para las espirales hay un procedimiento sencillo que se puede emplear. Consiste en seguir el trazado de las partes curvas con una cuerda bastante flexible, lo que permite obtener sin riesgo de error el desarrollo del motivo medido.

Cualquiera que sea el método de cálculo adoptado, es bueno añadir el 10% de más, tanto para las partes rectas como para las curvas. Este margen se justifica por los riesgos de pérdidas en las uniones.

### 4.2 *CORTE Y SERRADO*

Cuando se cortan los hierros antes de la fabricación de los motivos, es conveniente contar con un 10% de Margen de seguridad.

- Corte con cizalla  
Para este tipo de corte se coloca el material entre dos cuchilla paralelas las cuales una de ellas se desplaza en sentido vertical cizallando el material, de esta manera se corta, pero es de aclarar que este método deforma significativamente la forma de la puntas.
- Corte por seguetas eléctricas  
Son seguetas industriales para cortes en materiales bastante gruesos en las cuales se prensa el material, se gradúa la velocidad de corte, y se refrigera el corte por medio de una solución líquida.
- Corte por segueta.  
Se realiza por medio de un arco metálico que soporta una segueta que viene calibrada para corte de lámina o corte de hierro de acuerdo a la cantidad de dientes por pulgada, siendo esta el sistema mas común de corte en un taller de metalistería.

Para los cortes en diagonal se coloca el material ya sea redondo, cuadrado, o ángulo en la prensa de tal manera que la marca del corte quede perpendicular a la mesa de trabajo para cuando se este cortando este corte se haga con la ayuda de la gravedad y verticalmente.

### **4.3 TALADRADO**

Para el taladro, hay que elegir brocas de acero rápido y del tipo helicoidal.

- Taladro eléctrico de árbol o de mano.  
Se marca el agujero a realizar con una tiza o centro punto  
Se fija a la prensa del taladro, o se fija con un hombresolo.  
Y se procede al proceso de taladrado.
- Cincelado.  
Se realiza un trazo con tiza del agujero a realizar con la ayuda de un cincel y un martillo, golpear sobre el trazo de manera consecutiva hasta lograr cortar el material. por último se procede a limar el orificio para arreglar las imperfecciones que pueda tener.

### **4.4 CURVADO EN FRÍO**

Para el trabajo de curvado en frío es necesario disponer de dos perros que sean apropiados al espesor de la barra que hay que curvar.

- Una plantilla metálica está fija en la prensa.
- El extremo de esta se prensa la barra con un hombre solo.
- Con la ayuda de uno o dos perros se empieza a figurar la barra.
- se realiza esta operación más o menos cada cinco centímetros y de una manera suave para que la curva no quede quebrada.
- Colocar sobre la plantilla dibujada la barra para comprobar. Se deben hacer las correcciones necesarias, enderezando las partes que aparezcan muy curvas o curvando aún más las que están demasiado abiertas.
- No hay que sorprenderse por las pequeñas fisuras o grietas que puedan producirse tanto en el interior como en el exterior de las curvas de las piezas curvadas en frío es el resultado de los esfuerzos que el hierro ha sufrido durante el proceso.

### **4.5 TORSION EN FRÍO**

- Hay que emplear para hacer el esfuerzo necesario un perro cuya abertura corresponda a la sección del metal, sin juego lateral.
- La varilla la debemos tener perfectamente sujeta a la prensa.
- Se gira el perro de manera uniforme hasta lograr el tipo de torsión deseada de paso largo o de paso corto.

## 5. REPUJADO.

### 5.1 CARACTERISTICAS.

Los procesos de repujado se pueden realizar de dos maneras.

Manuales y estos a su vez:

- Matriz
- Martilleo.

Mecánicos.

- Torno
- Embutidoras de presión.

#### 5.5.1. REPUJADO CON MATRIZ.

- Al proceso se le da este nombre por el uso de una matriz hueca en madera donde se coloca la pieza de metal y por medio de los golpes de un martillo se le va dando forma a la vasija o recipiente.

#### 5.1.2 REPUJADO POR MARTILLO.

- Consiste en golpear sobre un tas redondeado una pieza metálica de tal manera que se logran la extensión del material o la conformación también de vasijas y recipientes.

#### 5.1.3 EL RELIEVE EN EL REPUJADO.

Es una de las características que se puede obtener por medio del repujado con matriz. De estas dos maneras.

- Alto relieve.
  - Es lo que queda sobre la superficie plana de la lamina que se esta trabajando.
- Sobre relieve.
  - Son todos los elementos que quedan al nivel de la superficie de la lámina.
- Bajo relieve
  - Son los que quedan por debajo del nivel de la superficie de la lámina.

#### 5.1.4 TORNO.

Es un procedimiento muy sencillo en el que la pieza metálica se coloca en un torno presionada por una de las puntas del torno y entre una matriz que puede ser en madera, en hierro o acero.

#### **5.1.5 EMBUTIDO A PRESIÓN**

Las piezas recortadas o discos a emplear se disponen en el asiento o anillo de centrado, fijado a la matriz de embutido, con la finalidad de centrar el disco en el proceso de embutición. Un dispositivo pisador aprieta el disco contra la matriz de embutir con la finalidad de que no se produzcan pliegues. El punzón de embutir al bajar estira el material sobre los bordes rebordeados de la matriz, de modo que se produzca una pieza hueca. El desplazamiento de todos los cristales en que esta constituido el material a embutir es radical en toda su magnitud. Cada uno de los cristales del material se desplaza, en la medida de que este se desliza en la abertura entre el punzón y la matriz.

## 6. FUNDICION

### 6.1 DEFINICION.

Se funde el metal, se vacía en un molde y se deja enfriar, existen todavía muchos factores y variables que se deben considerar para lograr una operación exitosa de fundición.

El proceso de fundición más importante es el de moldeo de hierro con arena. Los metales de fundición tradicionales son el *hierro, acero, latón y bronce*.

### 6.1 TIPOS DE FUNDICION

- Colada o vaciado
  - En talleres y fundiciones de producción pequeña
    - Los moldes se alinean en el piso conforme se van haciendo y el metal es tomado entonces en pequeñas cucharas de vaciado. Cuando se requiere mas metal o si un metal mas pesado es vaciado, se han diseñado cucharas para ser usadas, por dos hombres.
    - En fundiciones grandes, para gran cantidad de piezas fundidas, el problema de manejo de moldes y vaciado de metal se resuelve colocando los moldes sobre transportadores y haciéndolos pasar lentamente por una estación de vaciado. La estación de vaciado puede ser localizada permanentemente cerca del horno o el metal puede ser traído a ciertos puntos por grúas.
- Fundición a la arena.
  - Existen dos métodos diferentes por los cuales la fundición a la arena se puede producir.
    - modelo removible
      - la arena se comprime alrededor del modelo el cual se extrae más tarde de la arena. La cavidad producida se alimenta con metal fundido creando la fundición.
    - modelo desechables.

- Los modelos desechables son hechos de poli estireno y en vez de extraer el modelo de la arena, se vaporiza cuando el metal fundido es vaciado en el molde.
- **Fundición por inyección**
  - Tratándose de gran cantidad de piezas, exige naturalmente un número considerable de moldes.
  - Moldes de metal
  - El metal se inyecta en el molde a presión,
  - El peso de las piezas que se pueden fundir por inyección en moldes mecánicos, varía entre 0.5 gramos hasta 8 kilos.
  - Por lo general se funden por inyección piezas de Zinc, Estaño, Aluminio, y Plomo con sus respectivas aleaciones.
  - La parte más delicada de la maquina para fundir por inyección es el molde.
  - Este molde tiene que ser hecho tomando en cuenta los coeficientes de contracción y las tolerancias para la construcción de las piezas, de acuerdo con el metal y la temperatura con la que se inyecta.
- **Fundición en coquilla.**
  - Si se hecha un metal fluido en un molde permanente, fabricado de hierro o acero, se efectúa la fundición en coquillas. Este método tiene una ventaja importante en comparación con la fundición en arena; se puede fundir con la pieza misma, roscas exteriores mayores, agujeros, etc.
  - Las piezas coladas en coquillas tienen una superficie pareja y limpia por lo que, generalmente, no es necesario un trabajo posterior de acabado. La exactitud de la medida es mucho más grande que la fundición de arena; pero mucho menor que cuando se funde por inyección.
  - La estructura de la pieza fundida en coquillas es densa de grano muy fino, por lo que las propiedades mecánicas en estas son mejores que las de piezas iguales coladas en molde de arena. Por esta razón es posible disminuir el peso de piezas fundidas en coquillas, con el consiguiente ahorro de material.

## **6.2 TIPOS DE HORNO**

- Cubilote.

- Un cubilote es un horno alto y vertical abierto por arriba, provisto de puertas con bisagras en el extremo inferior. Se carga por la parte superior con capas alternas de coque, caliza y metal, el metal fundido se extrae por el fondo. Se emplea para fundición de hierro.
- Horno de arco eléctrico
  - El horno se carga con lingotes, chatarra, metales de aleación y fundentes. Se establece un arco entre tres electrodos y la carga de metal, con lo que éste se funde. Una escoria con fundentes recubre la superficie del metal fundido para prevenir la oxidación, afinar el metal y proteger el techo del horno del exceso de calor. Cuando el caldo está preparado, se elevan los electrodos y se inclina el horno para verter el metal fundido en la cuchara receptora, se emplea en la fabricación de láminas.
- Horno de inducción.
  - Formado por un crisol en el que se calienta una carga metálica mediante corrientes rotacionales inducidas magnéticamente. Alrededor del crisol hay una bobina por la que se hace pasar una corriente alterna de alta frecuencia. El campo magnético generado por la bobina induce corrientes rotacionales en el metal contenido en el crisol.
- Horno de crisol
  - El crisol, o recipiente que contiene la carga metálica se calienta con un quemador de gas o fuel oil. Cuando el caldo está listo se eleva el crisol.
- Horno de reverbero.
  - horno horizontal tiene un hogar en un extremo, separado de la carga de metal por un tabique bajo llamado tranco, y una chimenea en el otro extremo. Se impide que el metal entre en contacto con el combustible sólido. El hogar y la carga de metal están cubiertos por un techo arqueado. En este trayecto desde el hogar a la chimenea la llama se refleja, o reverbera, hacia el metal situado debajo, fundiéndolo.

### **6.3.1 PROCESO DE FUNDICIÓN**

- Procedimiento de moldeo
- Modelo
- Arena
- Corazones
- Equipo metálico
- Metal
- Vaciado y limpieza

#### **6.3.1.1 PROCEDIMIENTO DE MOLDEO**

- Los moldes se clasifican según los materiales usados.
- **Moldes de arena en verde.** Es la formación del molde con arena húmeda, usada en ambos procedimientos. La llamada arena verde es simplemente arena que no se ha curado, es decir, que no se ha endurecido por horneado. El color natural de la arena va desde el blanco hasta el canela claro, pero con el uso se va ennegreciendo. La arena no tiene suficiente resistencia para conservar su forma, por ello se mezcla con un aglutinante para darle resistencia; luego se agrega un poco de agua para que se adhiera. Esta arena se puede volver a emplear solo añadiendo una cantidad determinada de aglutinante cuando se considere necesario.
  - **Moldes con capa seca.**

Dos métodos usados en la preparación de moldes con capa seca.

    - En uno la arena alrededor del modelo a una profundidad aproximada de 10 mm se mezcla con un compuesto de tal manera que se seca y se obtiene una superficie dura en el molde.
    - El otro método es hacer el molde entero de arena verde y luego cubrir su superficie con un rociador de tal manera que se endurezca la arena cuando el calor es aplicado.
    - Los rociadores usados para este propósito contienen aceite de linaza, agua de melaza, almidón gelatinizado y soluciones líquidas similares. En ambos métodos el molde debe secarse de dos maneras: por aire o por una antorcha para endurecer la superficie y eliminar el exceso de humedad.
  - **Moldes con arena seca.** Estos moldes son hechos enteramente de arena común de moldeo mezclada con un material aditivo similar al que se emplea en el método anterior. Los moldes deben ser cocados totalmente antes de usarse, siendo las cajas de metal. Los moldes de arena seca mantienen esta forma cuando son vaciados y están libres de turbulencias de gas debidas a la humedad.
  - **Moldes de arcilla.** Los moldes de arcilla se usan para trabajos grandes. Primero se construye el molde con ladrillo o grandes partes de hierro. Luego, todas estas partes se emplastecen con una capa de mortero de arcilla, la forma del molde se empieza a obtener con una terraja o esqueleto del modelo. Luego se permite que el molde se seque completamente de tal manera que pueda

resistir la presión completa del metal vaciado. Estos moldes requieren de mucho tiempo para hacerse y su uso no es muy extenso.

- **Moldes furánico.** el proceso es bueno para la fabricación de moldes usando modelos y corazones desechables. La arena seca de grano agudo se mezcla con ácido fosfórico el cual actúa como un acelerador. La resina furánica es agregada y se mezcla de forma continua el tiempo suficiente para distribuir la resina. El material de arena empieza a endurecerse casi de inmediato al aire, pero el tiempo demora lo suficiente para permitir el moldeo. El material usualmente se endurece de una a dos horas, tiempo suficiente para permitir alojar los corazones y que puedan ser removidos en el molde. En uso con modelos desechables la arena de resina furánica puede ser empleada como una pared o cáscara alrededor del modelo que estará soportado con arena de grano agudo o en verde o puede ser usada como el material completo del molde.
- **Moldes de CO<sub>2</sub>.** En este proceso la arena limpia se mezcla con silicato de sodio y es apisonada alrededor del modelo. Cuando el gas de CO<sub>2</sub> es alimentado a presión en el molde, la arena mezclada se endurece.
- **Moldes de metal.** se usan en fundición de aleaciones de bajo punto de fusión. Las piezas de fundición se obtienen de formas exactas con una superficie fina, esto elimina mucho trabajo de maquinado. **Moldeo en banco:** Este tipo de moldeo es para trabajos pequeños, y se hace en un banco de una altura conveniente para el moldeador. Se emplean cajas de madera que permiten sacar con facilidad el modelo del molde de arena, el cual se puede volver a utilizar.
- **Moldeo en piso:** Cuando las piezas de fundición aumentan de tamaño, resulta difícil su manejo, por consiguiente, el trabajo es hecho en el piso. Este tipo de moldeo se usa prácticamente todas las piezas medianas y de gran tamaño.
- **Moldeo en fosa:** Las piezas de fundición extremadamente grandes son moldeadas en una fosa en vez de moldear en cajas. La fosa actúa como la base de la caja, y se usa una capa separadora encima de él. Los lados de la fosa son una línea de ladrillos y en el fondo hay una capa gruesa de carbón con tubos de ventilación conectados a nivel del piso. Entonces los moldes de fosa pueden

resistir las presiones que se desarrollan por el calor de los gases, esta práctica ahorra mucho en moldes

- características del molde:
  - Debe ser lo suficientemente fuerte para sostener el peso del metal.
  - Debe resistir la acción de la erosión del metal que fluye con rapidez durante la colada.
  - Debe generar una cantidad mínima de gas cuando se llena con el metal fundido. Los gases contaminan el metal y pueden alterar el molde.
  - Debe construirse de modo que cualquier gas que se forme pueda pasar a través del cuerpo del molde mismo, más bien que penetrar el metal.
  - Debe ser suficientemente refractario para soportar la alta temperatura del metal y poderse desprender con limpieza del colado después del enfriamiento.
  - El corazón debe ceder lo suficiente para permitir la contracción del colado después de la solidificación.

#### 6.3.1.2 MODELO

- Los modelos se pueden realizar en madera por expertos modelista de acuerdo a los requerimientos de los objetos a realizar.
- Se pueden realizar por medio de escáner tridimensionales para modelado de piezas.
- Copiar de otros elementos ya existentes.
- Los pueden realizar escultores en cera para luego hacer un modelo en aluminio y luego la fundición en bronce u otro material.
-

### 6.3.1.3 TIPOS DE ARENA:

- Sílica ( $\text{SiO}_2$ ) se encuentra en depósitos naturales, y es adecuada por que puede resistir altas temperaturas sin descomponerse. Pura no es conveniente por que adolece de propiedades aglomerantes.  
Las propiedades aglomerantes se pueden obtener por adición de 8 a 16% de arcilla.
  - Caolinita
  - Illita
  - Bentonita
- Naturales (semisintéticas): formadas por la erosión de las rocas ígneas; se mezclan con arcillas al extraerlos en las canteras y solo se requiere agregarles agua para obtener la arena conveniente para moldeo. La materia orgánica encontrada en las arenas naturales impiden que sean lo suficientemente refractarias para usos en temperaturas elevadas.
- Arenas de moldeo sintéticas se componen de Sílice lava de granos agudos, a lo que se añade 3 a 5% de arcilla. Con las arenas sintéticas se generan menos gas ya que se requiere menos del 5% de humedad para que desarrolle su resistencia adecuada.

A continuación se indican los distintos tipos de arena y la forma de empleo para construir moldes de fundición, según la naturaleza de cada metal.

- Cobre; se hace de arena verde mojada, muy poroso, para permitir el libre escape de los gases.
- Latón; requieren arenas especiales, no muy grasosas pero de buena cohesión. Para que la superficie de las piezas fundidas resulte lisa y de buen aspecto, se aplicará arena de granos mas bien finos y con un porcentaje mínimo de arcilla.
- Bronces: se pueden aplicar moldes de arena verde o los llamados desecados. Los primeros se adaptan mejor para la fundición de piezas pequeñas, mientras que los segundos se usan para piezas de mayor tamaño.

- Aluminio y sus aleaciones, se usa arena que no ha de ser ni muy grasosa ni demasiado fina, con un contenido de arcilla de 10 a 15% y de 7 a 8% de agua; a esta arena se le agrega un poco aceite de lino, melaza, polvo de carbono o resina para aumentar la cohesión.
- Aleaciones de magnesio se aplican los mismos moldes que para la fundición del aluminio, pero agregando a la arena de 3 a 10% de azufre y de 0.25 a 1% de ácido bórico. Esta 2 sustancia tienen por objeto, formar gases durante la fundición para impedir quemaduras en la superficie del metal o agujeros.

Calidad de las arenas:

Para determinar la calidad de la arena de fundición se hacen pruebas periódicas.

- **Permeabilidad.** La porosidad de la arena que permite el escape de los gases y vapores formados en el molde.
- **Resistencia.** La arena debe ser cohesiva hasta el grado de que tenga suficiente ligazón, tanto el contenido de agua como el de arcilla, afecta la propiedad de la cohesión.
- **Resistencia en seco:** es la resistencia necesaria en la arena para mantener la forma de la cavidad del molde cuando este seca.
- **Resistencia en verde:** es la capacidad de la arena para formar grumos para retener la forma necesaria.
- **Refractariedad:** La arena debe resistir las altas temperaturas sin fundirse.
- **Resistencia en caliente:** Esta resistencia hace que la arena no se deteriore ni cambie sus dimensiones. Una vez que el metal se solidifica y seca las orillas del molde, la arena se calentará mucho; pero en ese momento se solidificó el metal y no es crítico el estado de la arena.
- **Desprendimiento:** Es la facilidad de la arena para sacudirla o sacarla después que solidificó la pieza. Si la arena tiene mucho aglutinante se endurece mucho al secarla y se hace difícil separarla de la pieza fundida.
- **Tamaño y forma del grano.** La arena debe tener un tamaño de grano dependiente de la superficie que se trate de producir, y los granos deben ser irregulares hasta tal grado que mantenga suficiente cohesión

#### 6.3.1.3 SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DEL MOLDE.

- Los conductos que llevan el metal vaciado a la cavidad de molde son llamados sistema de alimentación, generalmente están constituidos por una vasija de vaciado, comunicando a un canal de bajada o conducto vertical conocido como bebedero, y a un canal a través del cual

el metal fluye desde la base del bebedero a la cavidad del molde. En piezas grandes, de fundición puede usarse un corredor el cual toma el metal desde la base del bebedero y lo distribuye en varios canales localizados alrededor de la cavidad. El propósito de este sistema es, primeramente colocar el metal dentro de la cavidad. Como quiere que sea el diseño del sistema de alimentación es importante e involucra un número de factores.

- El metal debe entrar a la cavidad con el mínimo de turbulencia, y cerca del fondo de la cavidad en los casos de fundiciones pequeñas.
- La erosión de los conductos o superficie de la cavidad deben ser evitadas con una regulación apropiada del flujo del metal o por el uso de arena seca de corazones.
- El metal debe entrar en la cavidad así como proporcionar una solidificación direccional. La solidificación debe progresar desde la superficie del molde a la parte del metal mas caliente compensando así la contracción.
- Se debe prever que no entre la escoria u otras partículas extrañas a la cavidad del molde. La vasija de vaciado, debe estar próxima a la parte superior al agujero del bebedero, facilitando el vaciado y eliminado la escoria. El metal debe ser vaciado de tal manera que la vasija de vaciado y el agujero del bebedero estén llenos todo el tiempo.
- Los rebosaderos que se obtienen proporcionan en los moldes la alimentación del metal liquido a la cavidad principal de la pieza para compensar las contracciones. Estas pueden ser tan grandes en sección, así como el resto del metal liquido, tan grande como sea posible, y puede localizarse cerca de las secciones grandes que pueden estar sujetas a una gran contracción. Si estas se colocan en la parte superior de la sección, la gravedad puede ayudar a la alimentación del metal en la propia pieza fundida.
- Los rebosaderos ciegos son como rebosaderos con cúpula, se localizan en la mitad de la tapa de la caja, los cuales no tienen la altura completa de la tapa. Estos están por lo normal colocados directamente sobre el canal, donde el metal alimenta dentro de la cavidad del molde y entonces complementa el metal caliente cuando el vaciado esta completándose.

#### 6.3.1.4 CORAZONES.

- Cuando una pieza de fundición debe tener una cavidad o hueco, tal y como un agujero para un tornillo, debe introducirse al molde alguna forma de corazón. Un corazón se define algunas veces como cualquier proyección de arena dentro del molde. Esta proyección puede quedar formada por el molde mismo o puede ser hecha en otra parte e introducido en el molde después de extraer el modelo. Se pueden formar superficies tanto internas como externas en una pieza de fundición mediante los corazones.
- Los corazones se clasifican como corazones de arena verde y corazones de arena seca.
- Los corazones de arena seca son los que se forman separadamente para insertarse después que se ha retirado el modelo y antes de cerrar el molde.
- En general deben usarse los corazones de arena verde, siempre que sea posible para mantener el costo de los modelos y de las piezas de fundición en un mínimo. Naturalmente los corazones separados aumentan el costo de producción.
- Un corazón debe ser:
  - Permeable: capacidad de la arena para permitir que escapen los vapores.
  - Refractario: capacidad de soportar altas temperaturas.
  - Facilidad de colapso: habilidad para disminuir el tamaño conforme se enfría el colado y se contrae.
  - Resistencia en seco: para que no se erosione y sea arrastrado o cambie de tamaño cuando esté rodeado del metal fundido.
  - Friabilidad: facilidad para desmoronarse y eliminarse con facilidad del colado.
  - Debe tener una tendencia mínima a generar gas.

## 7. ACABADOS

### 7.1 PROCEDIMIENTOS GALVÁNICOS:

El revestimiento galvánico se obtiene por deposición electrolítica de un metal apropiado sobre el que se debe proteger. El metal destinado al revestimiento se conecta al ánodo, y el objeto que hay que revestir al cátodo; ambos se sumergen en el líquido electrolítico. Al circular una corriente eléctrica, los iones metálicos del ánodo atraviesan el electrolito y se depositan sobre la superficie del objeto. Los baños electrolíticos se alimentan con corriente continua de pequeña tensión, 6 a 12V, y elevada intensidad, 100 a 3000 A, que se determina en función de la superficie que se va a revestir de la pieza.

Las cubas para la solución electrolítica son de madera bien seca, de metal o plásticas; según sea el electrolito pueden estar revestidas interiormente con láminas de plomo, piezas de gres. Placas de vidrio armado; las cubas pequeñas son de gres, de hierro esmaltado o de vidrio.

Los objetos que se quieran revestir deben limpiarse con el máximo cuidado, desengrasándolos previamente con disolventes adecuados, y eliminando luego los óxidos con soluciones detergentes apropiadas. Los siguientes revestimientos pueden realizarse por procedimiento galvánico:

- Niquelado
  - El níquel es duro y conserva durante mucho tiempo su característico brillo; se deposita fácilmente y adhiere bien al metal de base.  
El baño está formado de sulfato de níquel y cloruro amónico.
- Cromado

- De mejor aspecto y eficacia que el niquelado, por ser el cromo más duro e inoxidable que el níquel. Sin embargo, el cromo presenta dificultades para depositarse y queda poroso. Para evitar estos inconvenientes, deben *niquelarse o cobrarse* previamente las superficies que se deseen cromar; de esta forma, el espesor del cromado puede quedar reducido a 0,005 milímetros. El baño está formado por anhídrido crómico y ácido sulfúrico.
- Cadmiado
  - Es un revestimiento de dureza media, de color blanco argentino mate, que se conserva inalterado durante mucho tiempo.
- Cincado, Cobreado
- - Es más económico que el cadmiado, pero menos resistente y pulido que aquél. El cincado está particularmente indicado para la protección de materiales férricos expuestos a los agentes atmosféricos, porque el cinc, por efecto del anhídrido carbónico existente en el aire se recubre de una capa de carbonato que evita la corrosión de las capas siguientes. El baño está formado por sulfato de cinc.
- Plateado
  - Se emplean normalmente para recubrir objetos artísticos. Es aconsejable cobrear siempre las piezas que deban cromarse luego.
- Estañado
  - Es un revestimiento muy eficaz por ser el estaño muy resistente a la corrosión. El estañado es muy adecuado para recubrir aleaciones de cobre, pero su mayor aplicación es en la fabricación de hojalata. El baño electrolítico está formado por estannato sódico e hidrato sódico.
- Plomado
- Cobaltado
- Dorado
  - Solo se emplea en la decoración de objetos artísticos y decorativos.

## 7.2 PROTECCION DE ACEROS

- dulces o extradulces del oxido se recurre al *barnizado*, al *pavonado* o a *procedimientos especiales*.
- Barnizado
  - Puede *barnizarse* con:
    - Aceite de linaza cocido, puro o con adición de colorantes;
    - Con minio de plomo, muy eficaz, o con minio de aluminio;
    - Con antióxidos a base de antimonio.
- Pavonado

- El *pavonado* consiste en recubrir el acero con un velo de óxido ferromagnético. Para obtener la capa protectora de óxido se procede de la siguiente forma: Se calientan las piezas al rojo vivo y se las somete a la acción de un chorro de vapor de agua saturado; el vapor se descompone en hidrógeno y oxígeno, y este último al combinarse con el metal forma un óxido ferromagnético superficial, de eficacia y duración limitadas. Empleando vapor recalentado los revestimientos de óxido ferro-magnético que se obtienen son muy eficaces y duraderos. El empleado en los talleres pequeños consiste en el calentamiento de la pieza al rojo oscuro y sumergirla en aceite quemado generando una capa gris plomo oscura de protección.

### 7.3 PINTURAS

- Las pinturas se clasifican:
  - Pinturas estándares aplicadas por aspersión.
  - Pinturas industriales.

#### 7.3.1 PINTURAS ESTANDARES.

- Las pinturas son mezclas o dispersiones mecánicas de uno o varios pigmentos en un material ligante diluído, que al aplicarse sobre una superficie forma una capa o película sólida al secar, tenemos;
  - Acondicionador de superficies.
  - Pinturas de protección
  - Pinturas de acabado.
- Acondicionador de superficies o base.
  - Le damos este nombre a pinturas como el wash primer que es una base para superficies extremadamente lisas como las laminas, evitando que las piezas pintadas con este químico se pelen o se le salte las pinturas de acabado.
- Pinturas de protección.
  - Anticorrosivos.
    - Son pinturas adhesivas y plásticas que protegen las piezas contra la oxidación y se pueden aplicar con pistola o a brocha.
  - Fondos.
    - Fondo Blanco Epoxi: es un fondo catalizable, indicado para superficies externas e internas de hierro y acero. Posee alta resistencia, protegiendo las superficies de la oxidación, además de proporcionar excelente adherencia para el esmalte de acabado.

- Fondo Anticorrosivo: Anticorrosivo y antioxidante, indicado para la protección de superficies ferrosas, externas e internas, nuevas o con indicios de corrosión.
- Fondo para galvanizados: indicado para proteger y conferir adherencia al esmalte en la aplicación sobre superficies galvanizadas o zincadas, en pinturas nuevas o repintura
- Pinturas de acabado.
  - Laca: Es la mezcla de uno o varios pigmentos en un material ligante diluído, que se solidifica al evaporarse los componentes volátiles.
  - Lacas Nitrocelulósicas: Llamadas también lacas o pinturas al "duco", su principal y característico componente es la nitrocelulosa plastificada adecuadamente para darle un cierto grado de flexibilidad. Pueden ser de dos clases:
    - Brillo directo
    - Pulimentables
      - Dan poco brillo, pero que gracias a unos aditivos especiales al pulir desarrollan todo su brillo. Pueden ser transparentes o pigmentadas para conseguir opacidad y color.

### 7.3.2 Pinturas industriales

- La pintura electrostática en polvo
  - Es un compuesto granulado (polvo-tamaño talco) a 400 o más mallas el cual se compone de una mezcla de varios polímeros (plásticos) gelados (secos), que incluyen pigmentos o carga, la cual es básicamente dieléctrica (no conductente de la electricidad) Este compuesto se denomina "pintura en polvo", y sirve para pintar metales con grandes ventajas.
    - Características una Pieza Pintada con Polvo Electrostático
      - Se logran espesores de hasta 60 micrones con una sola aplicación.
      - Este pintado redondea bordes y aristas afiladas.
      - Tapa superficies bastas, producto del limado o galleado.
      - La pintura es extremadamente flexible y adherente.
      - La pintura es termoestable. Una vez curada no se puede volver a derretir con calor.
      - El proceso de pintado y secado en horno no emite ninguna emanación tóxica al medio ambiente.

- El metro cuadrado de pintado incluyendo todos los costos involucrados es 40% más barato que otro pintado similar líquido.
  - Esta pintura es más fácil de aplicar, pues no produce chorreaduras por inexperiencia del operador. La capa electrostática da una notable homogeneidad de espesor de pintado.
  - El manejo y manipulación del polvo es más fácil y menos peligroso que el líquido.
  - Menos riesgo de incendio.
  - El pintado electrostático reemplaza las tradicionales manos de pintado anticorrosivo.
  - El polvo utilizado y recuperado se vuelve a utilizar.
  - La presentación de una pieza pintada con polvo es muy buena y no tiene igual o que se le parezca con sistemas líquidos.
  - El pintado electrostático presenta alta característica de antirayabilidad.
  - Las piezas pintadas con pintura electrostática en polvo no se saltan.
  - El pintado con polvo le permite al industrial terminar definitivamente con la pintura en cosa de minutos obteniendo un pintado seco y resistente listo para embalar.
- La pintura Horneables
    - Las pinturas horneables son pinturas que requieren altas temperatura (aprox.160°C) para endurecer o curar en un tiempo de 12min. alcanzando En este corto periodo todas sus propiedades químicas y físicas. Este tipo de pinturas.

#### 7.4 ACABADOS DECORATIVOS

- Los acabados decorativos son los realizados como patinas para dar aspecto de envejecido, de cobrizado o alguna otra textura que el artesano quiera imprimirle a la pieza.
- Como ejemplo citaremos dos técnicas;
  - Patina al trapo o al plástico
    - Aplicamos
    - wash primer a la pieza.
    - Fondo
    - Laca del color base que se desea (generalmente negro o café)

- Aplicamos una pintura de calidad esmalte para que no se convine con la laca, con un plástico o un trapo dando golpecitos hasta que la pintura se seca en este proceso generando la textura.
- Patina cobriza.
  - Aplicamos
  - wash primer a la pieza.
  - Fondo
  - Laca del color dorado
  - Aplicamos una tintilla para muebles color tabaco con pincel de forma irregular.