

Manual de Contenido  
del Participante

# Uso Correcto de Herramientas



## Propósito y Objetivos de este Manual

El manual de Uso Correcto de Herramientas tiene la finalidad de concienciar sobre las normas de empleo y seguridad de las herramientas y la trascendencia que tiene en la prevención de accidentes y en el eficiente funcionamiento de las maquinarias.

Por tal motivo, los temas que se desarrollan en este manual son el uso correcto en herramientas manuales, manuales eléctricas, hidráulicas o neumáticas, entre otros temas centrales, como factores determinantes en la prevención de accidentes y en la conservación de la maquinaria.

Los objetivos de este manual se orientan al cumplimiento de los siguientes puntos:



Identificar y seleccionar la herramienta adecuada de acuerdo a la operación manual



Seleccionar tipos de llaves y su aplicación correcta



Comprender la trascendencia que tienen las normas de seguridad en la prevención de accidentes de trabajo y en la conservación de la maquinaria



Reconocer las variantes de herramientas de elevación y arrastre



Operar el taladro manual con seguridad

## Propósito y Objetivos de este Manual



Operar la rectificador manual con seguridad



Practicar el esmerilado en esmeriladora de banco



Distinguir tipos de llave de golpe



Reconocer tipos de gatos hidráulicos



Demostrar el uso y aplicación de los extractores

Es importante comprender las consecuencias que el desconocimiento de los conceptos y principios explicados en este manual puede ocasionar en la seguridad y calidad del producto final.

# Cómo Utilizar este Manual

La intención de este manual es presentar a los participantes los conocimientos fundamentales que hacen al correcto uso de las herramientas y concienciar en las normas de seguridad en el empleo de ellas.

En el manual usted puede encontrar explicación de conceptos, reflexiones y actividades que le permitirán comprender la importancia del correcto empleo de las herramientas para, luego, ser aplicados en cada ámbito de trabajo al cual pertenece.



CAPÍTULO 1 6  
Uso Correcto y Medidas de Seguridad en Trabajos con Herramientas Manuales

---



CAPÍTULO 2 67  
Uso Correcto y Medidas de Seguridad en Trabajos con Herramientas Manuales Eléctricas, Hidráulicas o Neumáticas

---



El manual contiene pequeñas figuras que se repiten en todos los capítulos y que son una forma de organización de la información para hacer más fácil y dinámica la lectura. Estas figuras se denominan íconos.

A continuación hay una descripción de la utilización de cada ícono, es decir en qué oportunidad aparecen:



### GLOSARIO

Explica términos y siglas.



### RECUERDE

Refuerza un concepto ya mencionado en el texto del manual.



### ANEXO

Profundiza conceptos.



### MANTENIMIENTO

Resalta procedimientos necesarios de mantenimiento.



### PREGUNTAS

Presenta preguntas disparadoras.



### ATENCIÓN

Destaca conceptos importantes.



### EJEMPLO

Ilustra con situaciones reales los temas tratados.



### ACTIVIDAD

Señala el comienzo de un ejercicio que le permitirá reforzar lo aprendido.



### EXAMEN FINAL

Señala el comienzo de la evaluación final.



### FIN DE CAPÍTULO

Señala la finalización del capítulo.



### FIN DE MANUAL

Señala la finalización del manual.

# Uso Correcto y Medidas de Seguridad en Trabajos con Herramientas Manuales

## TEMAS DEL CAPÍTULO 1

---

|  |    |
|--|----|
| 1.1 Uso Correcto y Medidas de Seguridad en Trabajos con Herramientas de Mano | 7  |
| 1.2 Sierra de corte o segueta  | 10 |
| 1.3 Limas  | 17 |
| 1.4 palanca de fuerza  | 22 |
| 1.5 Martillo   | 24 |
| 1.6 Cincel   | 27 |
| 1.7 Llaves abiertas y de cubo  | 29 |
| 1.8 Llaves combinada   | 31 |
| 1.9 Llaves de golpe  | 34 |
| 1.10 Llave de gancho   | 36 |
| 1.11 Llave Allen   | 38 |
| 1.12 Llaves ajustables   | 40 |
| 1.13 Dados y manerales   | 42 |
| 1.14 Torquímetro   | 45 |
| 1.15 Alicantes y pinzas  | 48 |
| 1.16 Tijeras   | 56 |
| 1.17 Desarmadores  | 58 |
| 1.18 Tornillo mecánico   | 60 |
| 1.19 Herramientas de extracción  | 62 |
| 1.20 Garrucha y aparejo (polipasto)  | 64 |

Existen tres tipos de acoplamientos, con distintas características. Conocer las diferencias nos va a permitir elegir el más adecuado para cada situación.



## 1.1

## Uso Correcto y Medidas de Seguridad en Trabajos con Herramientas Manuales

¿Qué son las herramientas manuales?

Las herramientas manuales son instrumentos que ayudan al trabajador y se caracterizan por amplificar o reducir alguna de las funciones propias de las manos aumentando la funcionalidad de las mismas.

La mayor capacidad puede significar más impacto (martillo), mayor fuerza de asir (pinzas), mayor torsión (llave, desarmador) e incluso nuevas funciones (sierras de mano, cautín, etc.).

¿Cuáles son las consecuencias que pueden ocasionar la mala utilización de las herramientas manuales?

Los principales peligros que se pueden producir son producto del mal uso de ellas y se puede mencionar las siguientes:

- ✓ Golpes y cortes en las manos ocasionados por las propias herramientas durante el trabajo normal con las mismas.
- ✓ Lesiones oculares por partículas provenientes de los objetos que se trabajan y/o de la propia herramienta.
- ✓ Golpes en diferentes partes del cuerpo por despido de la propia herramienta o del material trabajado.
- ✓ Esguinces por sobreesfuerzos o movimientos violentos.
- ✓ Incendio o explosión (chispas en ambientes explosivos o inflamables).

### IMPORTANTE

La mayoría de los peligros se producen por el mal empleo, transporte y mantenimiento de las herramientas manuales.

### RECUERDE

El empleo inadecuado de herramientas de mano es origen de una cantidad importante de lesiones, considerando que la mayoría de los usuarios supone que sabe como utilizar las herramientas manuales más comunes.

Las principales causas genéricas que originan los peligros indicados son:

- Abuso de herramientas para efectuar cualquier tipo de operación.
- Uso de herramientas inadecuadas, defectuosas, de mala calidad o mal diseñadas.
- Uso de herramientas de forma incorrecta, descuidada o inexperta, contraria a las condiciones de diseño.
- Herramientas abandonadas en lugares inadecuados.
- Herramientas transportadas de forma inadecuada.
- Herramientas mal conservadas.




Precauciones en el uso:

Las consecuencias que generan el mal empleo de las herramientas de manos se pueden prevenir aplicando determinadas prácticas de seguridad.

A nivel general se pueden mencionar seis prácticas de seguridad asociadas al buen uso de las herramientas de mano:





- Selección de la herramienta correcta para el trabajo a realizar.
- Mantenimiento de las herramientas en buen estado.
- Uso correcto de las herramientas.
- Evitar un entorno que dificulte su uso correcto.
- Guardar las herramientas en lugar seguro.
- Asignación personalizada de las herramientas siempre que sea posible.

## Almacenamiento

-  Guardar las herramientas perfectamente ordenadas, en cajas, paneles o estantes adecuados, donde cada herramienta tenga su lugar.
-  No deben colocarse en pasillos, escaleras u otros lugares elevados desde los que puedan caer sobre los trabajadores.
-  La mejor solución es llevar el control centralizado en un solo almacén, pero de no ser posible, se deben realizar inspecciones periódicas sobre su localización y estado. Si las herramientas son personales, se facilitará una mejor conservación de las mismas.

## Transporte

Para el transporte de las herramientas se observarán diversas precauciones, como son:

-  Utilizar cajas, bolsas y cinturones especialmente diseñados.
-  Para las herramientas cortantes o punzantes utilizar fundas adecuadas.
-  No llevarlas nunca en el bolsillo.
-  Al subir o bajar por una escalera manual deben transportarse en bolsas colgadas de manera que ambas manos queden libres.

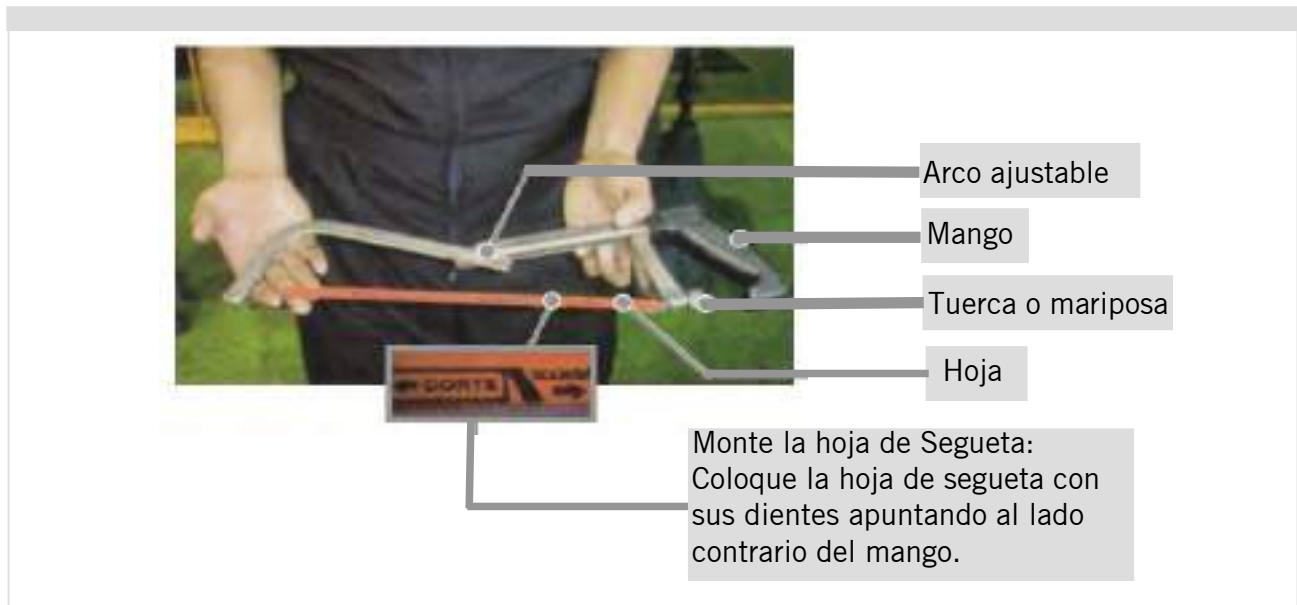
## 1.2 Sierra de corte o segueta

¿Qué es una sierra de corte o segueta?

La sierra de corte o segueta es una herramienta manual de corte compuesta de dos elementos, el arco o soporte donde se fija mediante tornillos tensores la hoja de la sierra y la hoja de la sierra que proporciona el corte.

¿Qué uso que tiene la Sierra de Corte o Segueta?

Generalmente es utilizada para realizar pequeños cortes con piezas que estén sujetas en el tornillo de banco en trabajos de mantenimiento industrial.



Dientes: la característica primordial que tiene la sierra de corte o segueta es la forma de sus dientes.

Forma de los dientes para  
corte de Metales Duros

Forma de los dientes para  
corte de Metales Blandos

Es indispensable seleccionar el paso de los dientes en el uso de la sierra de corte o segueta:



Para materiales blandos como, aluminio, estaño, cobre, materiales sintéticos se debe seleccionar cortes largos y espesores mayores a 40 mm.



✓ Para materiales de dureza media como tubos y perfiles se debe seleccionar espesores menores a 20 mm.

✓ Para materiales duros como herramientas de acero, cables, chapas, tubos y perfiles de pared se debe seleccionar uno delgado

## Uso correcto de la Segueta

✓ Marcar siempre la línea de corte.



✓ Utilizar una lima para hacer una ranura



✓ Aplicar presión en la carrera hacia delante, quitar en la carrera de regreso, aplicar menor velocidad de corte en materiales duros y disminuir la velocidad al terminar el corte.



### IMPORTANTE



La mayoría de los peligros se producen por el mal empleo, transporte y mantenimiento de las herramientas manuales.

✓ Colocar la Segueta en la ranura guía, luego inclinarla aproximadamente 10°. La disposición de corte debe ser lo más cerca posible del lugar de fijación.



## IMPORTANTE

Una menor superficie de corte traba la hoja y daña los dientes.



Girar el tubo a medida que aumenta la profundidad del corte y rotar la hoja de la sierra para cortes profundos usando toda la longitud de la hoja.



## PARA PENSAR...

¿Sabía usted que es indispensable utilizar refrigerante para cortes muy largos porque el calentamiento de la hoja daña los dientes?



Orientar correctamente la hoja con respecto a la pieza.



## Cuidados de la pieza de trabajo



Utilizar madera para asegurar la firme sujeción de la pieza.







Colocar un perfil de cobre o aluminio en las mordazas de la prensa para evitar el deterioro de piezas delicadas.



## Precaución en el uso de a herramienta



Mantener una postura erguida y firme

Proteger la cabeza y siempre use casco

Cuidar las manos, nunca las esponga innecesariamente, no las uses para sujetar la pieza y no emplee guante porque pierde sensibilidad para el corte.

Cuidar los ojo, use siempre lentes de seguridad.

Fijar la pieza de trabajo en una prensa, ésto evita imprecisiones de corte.

Mantener la hoja derecha y sujétela correctamente a la sierra y la pieza.



Procurar alejar las manos de la hoja de la sierra para no lastimarse.

- ✓ Liberar la tensión de la hoja, al terminar de utilizar la herramienta.
- ✓ Limar o esmerilar los dientes rotos de la hoja para evitar que continúen rompiéndose.



### IMPORTANTE

Antes de usar la sierra verificar el estado de la hoja y cambiarla si es necesario (dientes rotos, torcidos, etc.)

### Seguetas mas utilizadas.

#### Segueta No. 1012

- ✓ Parte delantera y mango de aluminio que proporciona fácil corte y un suave agarre
- ✓ Su columna central es de tubo de acero
- ✓ Las hojas se mantienen rectas y se alojan en ranuras cuadradas
- ✓ Rápido ajuste para hojas de 10 y 12 pulgadas
- ✓ El tornillo de fijación se extiende a través de todo el conjunto .



#### Segueta No. 1200

- ✓ Posee el marco de acero y aluminio y tiene 16" de largo
- ✓ No ajustable, sólo hojas de 12"

- ✓ Diseño compacto para cortes rápidos y grandes en espacios reducidos
- ✓ La acción de palanca otorga gran tensión a la hoja para hacer cortes muy rectos
- ✓ Al cortar horizontalmente la hoja que da sujeta a la parte inferior del marco, lo cual es útil para cortar al ras de la superficie.



#### Segueta No. 1201

- ✓ Posee un indicador de tensión único que indica la tensión adecuada para hojas bi-metálicas
- ✓ Cuenta con indicador para uso con hojas flexibles de alta velocidad



#### Sierra universal No. 1202

- ✓ Diseñada para hacer precisos y limpios cortes de tubos de plástico, maderas laminadas, contrachapadas y placas.
- ✓ Hoja de acero pulido con 14 dientes por pulgada y 12 ½" de largo .
- ✓ Dientes especiales en el borde redondeado son para hacer ranuras..

### Sierra universal No. 1202

- ✓ Diseñada para hacer precisos y limpios cortes de tubos de plástico, maderas laminadas, contrachapadas y placas.
- ✓ Hoja de acero pulido con 14 dientes por pulgada y 12 ½" de largo .
- ✓ Dientes especiales en el borde redondeado son para hacer ranuras..



## 1.3 Limas

### ¿Qué es una lima?

La lima es una herramienta manual de corte. Consiste en una barra de acero al carbono templado con ranuras llamadas dientes y una empuñadura llamada mango.

### ¿Qué uso tiene la lima?

La lima se usa para desbastar y afinar todo tipo de piezas metálicas, plástico o madera. Se caracteriza por ser una herramienta básica en trabajos de ajuste.

### Partes que componen la lima



### Recomendaciones para el monte de la lima

- ✓ Clavar con fuerza el mango luego de introducida la espiga.
- ✓ Cuando se decida emplear una lima en un trabajo es fundamental la selección correcta de ella.



Para seleccionar la lima mas adecuada hay que considerar:

#### 1 Según el picado

- ✓ Un solo rayado es conveniente para materiales blandos.
- ✓ Doble rayado es para materiales duros.
- ✓ Fresado es para alto rendimiento.



## 2 Según la cantidad de dientes por centímetro de longitud

- ✓ Menor cantidad de dientes por centímetro genera un acabado basto.
- ✓ Mayor cantidad de dientes por centímetro genera un acabado fino.



## 3 Según su forma

- ✓ Redonda: se utiliza para el acabado de agujeros.
- ✓ Triangular: se emplea para limar ángulos interiores.
- ✓ Plana: se utiliza para rebajar la pieza y mejorar el acabado.
- ✓ Mediacaña: se emplea para superficies cóncavas.

### RECUERDE



Al escoger una lima se debe tomar en cuenta el material a tallar, así como la forma de la lima según sea el trabajo.

## El Uso Apropiado de las Limas



Aplicar presión en la carrera hacia delante y quitarla en la carrera de regreso.

Colocar la mano izquierda encima de la lima como lo muestra la figura.

Mantener la postura firme y erguida.

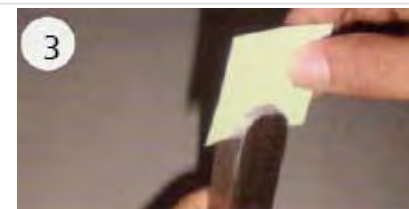
- ✓ Desbastar con una lima basta a un ángulo aproximado de  $45^\circ$  y de forma cruzada y siguiendo el trazo perpendicular a la pieza, ésto garantiza una superficie plana y recta.



- ✓ Eliminar las irregularidades con una lima fina limando a lo largo de la pieza.



- ✓ Verificar si la pieza está quedando como se previó, mediante una plantilla como muestra la siguiente figura.



- ✓ Chequear regularmente que la pieza esté quedando plana.



- ✓ Desbastar la espiga limando la pieza a lo redondo.
- ✓ Corroborar la exactitud en la forma de la pieza.
- ✓ Corregir las deformaciones de agujeros con la lima redonda.



- ✓ Utilizar una lima de un solo rayado, lime longitudinalmente para un acabado más fino, y con el canto de la lima para facilitar la eliminación de la capa oxidada de la pieza.



## Cuidados de la pieza de trabajo



Verificar visualmente si la lima está torcida o desgastada.



Limpiar regularmente la lima con una carda o cepillo de acero.



Cuidar de no dañar los dientes, doblar o partir la lima utilizándola como palanca.



Mantener las herramientas ordenadas, esto evita accidentes y retrasos en el trabajo.





Limas mas utilizadas.

### LIMAS ESCOFINAS PARA MADERA MEDIA CAÑA HALF-ROUND WOOD RASP FILES



**NICHOLSON**

| LONGITUD |            | MEDIDAS DEL CUERPO |            |
|----------|------------|--------------------|------------|
| PULGADAS | MILIMETROS | PULGADAS           | MILIMETROS |
| 6        | 152.4      | 25/32 x 3/16       | 19.8 x 4.7 |
| 8        | 203.2      | 29/32 x 1/4        | 23.0 x 6.3 |
| 10       | 254.0      | 1 1/8 x 9/32       | 28.5 x 7.1 |
| 12       | 304.7      | 1 1/32 x 11/32     | 26.1 x 8.7 |

LAS MEDIDAS EN MILIMETROS SON APROXIMADAS

### LIMAS PARA AFILAR MACHETES MACHETES SHARPENING FILE



**NICHOLSON**

| LONGITUD |            | TIPO              |
|----------|------------|-------------------|
| PULGADAS | MILIMETROS |                   |
| 6        | 152.4      | TRIANGULO PESADO  |
| 6        | 152.4      | TRIANGULO REGULAR |
| 7        | 177.7      | TRIANGULO DELGADO |

LAS MEDIDAS EN MILIMETROS SON APROXIMADAS

### LIMAS CUADRADAS SQUARE FILES



**NICHOLSON**

| LONGITUD |            | MEDIDA DEL CUERPO |            |
|----------|------------|-------------------|------------|
| PULGADAS | MILIMETROS | PULGADAS          | MILIMETROS |
| 6        | 152.4      | 5/32              | 3.9        |
| 8        | 203.2      | 1/4               | 6.3        |
| 10       | 254.0      | 3/16              | 7.9        |
| 12       | 304.8      | 3/8               | 9.5        |
| 12       | 304.8      | 1/2               | 12.7       |

LAS MEDIDAS EN MILIMETROS SON APROXIMADAS

### LIMAS CUCHILLAS KNIFE FILES



**NICHOLSON**

| LONGITUD |            | MEDIDA DEL CUERPO |            |
|----------|------------|-------------------|------------|
| PULGADAS | MILIMETROS | PULGADAS          | MILIMETROS |
| 6        | 152.4      | 15/32 x 7/64      | 11.9 x 2.7 |
| 6        | 152.4      | 21/32 x 5/32      | 16.6 x 3.9 |
| 8        | 203.2      | 27/32 x 3/16      | 21.4 x 4.7 |
| 10       | 254.0      | 1 1/32 x 1/4      | 26.1 x 6.3 |
| 12       | 304.8      | 1 1/4 x 9/32      | 31.7 x 7.1 |

LAS MEDIDAS EN MILIMETROS SON APROXIMADAS

## 1.4 Palanca de fuerza

¿Qué es una palanca de fuerza?

La palanca de fuerza es una herramienta muy simple que tiene como función transmitir una fuerza. Está compuesta por una barra rígida que puede girar libremente alrededor del punto de giro (o punto de apoyo).

¿Qué función tiene la palanca de fuerza?

La palanca de fuerza puede utilizarse para amplificar la fuerza mecánica que se aplica a Carga un objeto, para incrementar la distancia recorrida o su velocidad, o bien, en respuesta a la aplicación de una fuerza.

La posición correcta para ejercer Palanca de Fuerza es la siguiente:



Características de la Palanca de Fuerza:


1

Sin punto de giro: el punto de giro se encuentra al final de la palanca y la fuerza se aplica hacia arriba.

2

Con punto de Giro: el punto de giro lo forma un elemento adicional y la fuerza se aplica hacia abajo. Para ello, es necesario colocar el punto de giro lo más cerca posible de la carga y la fuerza lo más lejos del punto de giro para levantar la carga ejerciendo menos fuerza, como muestra la figura

## Medidas de seguridad en el empleo de la Palanca de Fuerza:



Mantener la espalda recta al momento de aplicar la fuerza para evitar hernias.

Utilizar una palanca resistente de acuerdo al peso de la carga

Coloque el final de la barra lo más cerca posible de la carga.

Cuidar las manos, nunca exponerlas innecesariamente

La distancia entre la fuerza y carga debe ser la más larga posible.

## Mantenimiento de la Palanca de Fuerza:

- ✓ Preguntar al supervisor correspondiente que agente de limpieza se puede usar.
- ✓ Conocer la identidad del químico de limpieza que se usará
- ✓ Utilizar el limpiador adecuado para cada caso de lo contrario se puede causar daño en la pieza o la herramienta.



## 1.5 Martillo

### ¿Qué es un martillo?

El martillo es una herramienta simple utilizada para golpear un objetivo causando su desplazamiento o deformación.

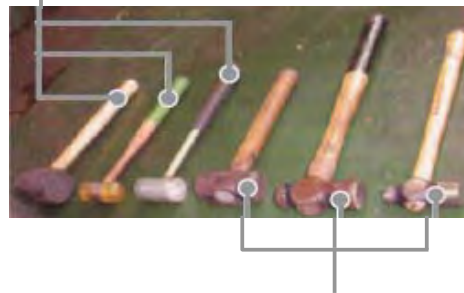
Generalmente son diseñados para un propósito especial, por lo que sus diseños son muy variados.

### ¿Qué uso tiene el martillo?

El uso más común es para clavar, calzar partes o romper objetos.

### Tipos de martillos

De cara blanda, usados para evitar el deterioro de las piezas tratadas.



De cara dura, son de uso general.

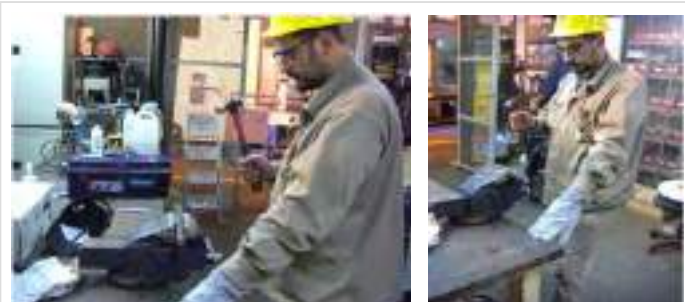
### Uso correcto del martillo

- ✓ Limpiar el mango del martillo a fin de obtener un buen agarre.

- ✓ Martillar con el plano total de la cara del martillo.



- ✓ Empuñar el martillo al extremo del mango dejando aproximadamente 3 cm, esto le dará mayor fuerza al golpe.



Correcto

Incorrecto



- Proteger la cabeza, use siempre el casco.
- Cuidar los ojos mediante el empleo de lentes de seguridad.
- Mantener una postura erguida y firme.
- Usar guantes apropiados para no perder la sensibilidad.
- Apoyarse firmemente para obtener mayor equilibrio

- ✓ La cuña debe estar en diagonal.



- ✓ Asegurar la entrada completa del mango en la cabeza.



## RECUERDE



Cuide sus manos, nunca las exponga innecesariamente.

## Precauciones en el Uso del Martillo

- 1 Cuando se realiza la acción de golpear, toda la atención debe estar puesta sobre la tarea dado que por experimentada que sea la persona que la realiza siempre existe el riesgo de dar un golpe impreciso y terminar con una lesión en la mano.
- 2 Cuando se practican golpes con estampas en forma reiterada como por ejemplo, grabado de números o letras, estudiar la posibilidad de hacerlo con un sujetador que aleja la mano de la zona a golpear y facilita la acción del grabado. Generalmente se desconoce la existencia de estos elementos.
- 3 Usar guantes de seguridad apropiados para no perder sensibilidad y precisión en el golpe. Siempre se deben usar anteojos de seguridad.



### IMPORTANTE



La utilización de un guante adecuado siempre ayuda, pero es necesario cuidar que éste no reduzcan la sensibilidad en la realización del trabajo.

## 1.6 Cincel

Es una herramienta manual de uso común en la industria, talleres, etc.; diseñado para corte de metal en frío, fabricados en acero al cromo vanadio, termotratado y estirado para asegurar la durabilidad de la punta de trabajo y máxima resistencia de impacto en la punta de golpe.

El cincel de mango cuadrado para facilidad de sujeción impide que las herramientas rueden del área de trabajo.

El cincel cortafrío corta metal frío como latón, bronce, cobre, hierro fundido, aluminio, remaches, tuercas y pernos.



### Reglas de Seguridad que debe Observar al Utilizar Cinceles o Punzones

- 1 Los cinceles de corte son diseñados para cortar y remover metal más suave que su punta cortante.
- 2 Proteja sus ojos. Siempre use lentes de seguridad cuando utilice particularmente punzones, cinceles, etc.
- 7 En labores de golpeo con el martillo se agarrará el mango por el extremo, lejos de la cabeza para asegurar la seguridad y eficacia de los golpes, evitando la exposición de la mano libre o de apoyo
- 8 En ningún caso se emplearán como palancas o llaves ni se recurrirá al mango para golpear, con el fin de evitar el deterioro de la herramienta

9

En el uso de la maza deberá asegurarse la inexistencia de obstáculos en el radio de golpeo. Asimismo, será necesario hacer uso de gafas de protección ocular debido a la proyección de partículas provocadas por la fuerza de uso requerida.

10

Cuando sea necesaria la sujeción de un puntero por un segundo trabajador, éste evitará la exposición de sus manos haciendo uso de tenazas, y protegerá sus ojos con gafas de seguridad.



## 1.7 Llaves abiertas y de cubo

### ¿Qué son las llaves?

Las llaves son las herramientas diseñadas para ejercer fuerzas de torsión sobre cabezas de pernos, tornillos, tubos, etc.

### Llaves abiertas o españolas

Estas llaves son propias para trabajos rápidos, poseen mangos de forma aerodinámica y cabezas estrechas en forma de pera. Las garras estrechas reducen la anchura de las cabezas para permitir trabajar en sitios estrechos; son sumamente resistentes en las puntas sometidas al mayor esfuerzo. Las garras tienen mínimo de sobresaliente para acelerar al asentar de la tuerca, aumentando así la resistencia e impidiendo que se agrande la boca. Las cabezas tienen el grueso correcto y sobresalen al mango a un ángulo de 15°, lo cual permite dar rotación completa a una tuerca dentro de un arco de sólo 30°.

Los mangos facilitan el manejo y aceleran el trabajo, tienen una gran resistencia y tenacidad gracias a su forjado de acero aleado especial.



Las llaves abiertas o españolas se identifican fácilmente, ya que presentan aberturas en cada uno de los extremos, de diferentes medidas y de dimensión adyacente una de otra. Se utilizan principalmente al sacar o ajustar tuercas o tornillos. La medida de cualquier llave está determinada por la abertura entre sus mordazas, ya que existen muchos tipos de llaves y cada una está diseñada para un uso específico.

### Llaves de Cubo

Este tipo de llave, al igual que la llave abierta, se identifica fácilmente, ya que presenta en sus extremos cubos o coronas de diferente medida. Se utiliza generalmente al sacar y ajustar tuercas o tornillos, pero esto es una forma más efectiva que la llave abierta, esto debido a la corona o cubo que presenta a los extremos.



| Pulgadas de apertura | Peso Lbs. | Longitud total | B1 Ancho de cubo | B2 ancho de cubo | C1 espesor de cubo | C2 espesor de cubo |
|----------------------|-----------|----------------|------------------|------------------|--------------------|--------------------|
| 1 7/16 x 1 5/8       | 2.89      | 21.5           | 2.093            | 2.25             | 0.937              | 1                  |
| 1 7/16 x 1 1/2       | 2.87      | 21.5           | 2.093            | 2.25             | 0.937              | 1                  |
| 1 1/4 x 1 5/16       | 2.41      | 19             | 1.843            | 2                | 0.75               | 0.812              |
| 1 1/8 x 1 5/16       | 1.61      | 17.25          | 1.531            | 1.812            | 0.625              | 0.718              |
| 1 1/16 x 1 1/4       | 1.59      | 17.25          | 1.531            | 1.812            | 0.625              | 0.718              |
| 1 1/16 x 1 1/8       | 1.22      | 17             | 1.5              | 1.562            | 0.656              | 0.703              |
| 1 x 1 1/8            | 1.3       | 16.625         | 1.5              | 1.562            | 0.656              | 0.703              |
| 15/16 x 1 1/16       | 0.97      | 15.5           | 1.375            | 1.531            | 0.562              | 0.594              |
| 15/16 x 1            | 0.75      | 15.375         | 1.312            | 1.437            | 0.515              | 0.531              |
| 13/16 x 7/8          | 0.64      | 12.656         | 1.125            | 1.25             | 0.468              | 0.468              |
| 3/4 x 7/8            | 0.58      | 12.656         | 1.062            | 1.25             | 0.453              | 0.468              |
| 11/16 x 3/4          | 0.44      | 11.188         | 1                | 1.062            | 0.406              | 0.453              |
| 5/8 x 3/4            | 0.44      | 10.562         | 0.906            | 1.062            | 0.39               | 0.453              |
| 9/16 x 5/8           | 0.3       | 9.812          | 0.844            | 0.906            | 0.359              | 0.396              |
| 1/2 x 9/16           | 0.17      | 9.14           | 0.734            | 0.844            | 0.328              | 0.359              |
| 7/16 x 1/2           | 0.15      | 8.453          | 0.656            | 0.734            | 0.312              | 0.328              |
| 3/8 x 7/16           | 0.12      | 7.75           | 0.562            | 0.656            | 0.296              | 0.312              |

Las coronas están acodadas para permitir su acceso a tuercas y pernos que se encuentran en depresiones u otras áreas difíciles de alcanzar con tipos de llaves planas.

La desventaja de este tipo de llave es que no se puede utilizar en ningún lugar donde la tuerca este en un tubo. En la tabla se muestran algunas especificaciones técnicas de las llaves de cubo.

## 1.8 Llave combinada

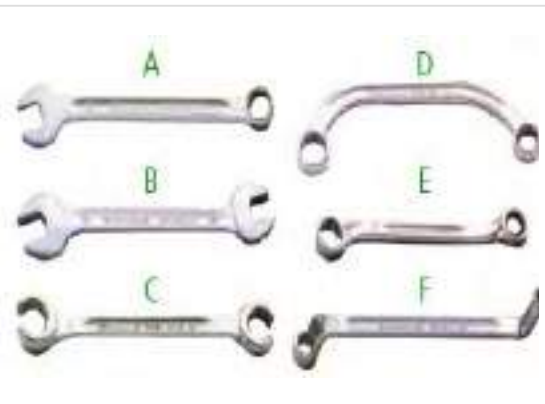
¿Qué es la llave combinada?

La Llave Combinada es una herramienta manual que se utiliza para apretar elementos atornillados mediante tornillos o tuercas con cabezas hexagonales principalmente. Su particularidad es que tiene el cabezal para ajustar en ambos extremos, generalmente de diferentes medidas.

¿Qué uso tiene la llave combinada?

De acuerdo a sus diferentes formas y configuraciones puede ser usada para ajustar o aflojar tornillos o tuercas en diferentes situaciones.

- ✓ Para sitios estrechos, es el caso de la llave A.
- ✓ Para sitios amplios y holgados, se usa la llave B.
- ✓ Para tuberías, es el caso de la llave C.
- ✓ Para sitios muy intrincados es el caso de la llave D.
- ✓ Para sitios intrincados, es el caso de la llave E.
- ✓ Para sitios profundos, es el caso de la llave F.



### IMPORTANTE

Para seleccionar adecuadamente el tipo de llave combinada es indispensable medir la cabeza tornillo

### PARA PENSAR...

¿Sabías usted que una llave muy grande deteriora las caras del tornillo o tuerca?

Ventajas de correcta selección del tipo de llave combinada según el tipo y tamaño

- ✓ Rapidez
- ✓ seguridad
- ✓ No daña a las piezas
- ✓ Calidad



Las llaves combinadas son delgadas, ligeras y de fácil uso. No obstante, poseen excepcional fuerza y resistencia, poco volumen y peso. Ofrecen la máxima rapidez y comodidad con un ángulo de inclinación de 15° en la boca española y en las estrías, proporcionando así un amplio espacio de manejo.

El ancho de la abertura entre las mordazas o el cubo de la llave se selecciona de acuerdo a la cabeza hexagonal de los pernos o tuercas. Hay un diámetro de rosca para cada medida de cabeza hexagonal. En la tabla 2 se muestran algunas especificaciones de las llaves combinadas.

| Abierto<br>Pulgadas | Peso<br>Libras | A Total<br>Longitud | B1 Ancho<br>abierto Externo | B2 Ancho de<br>caja Externo | C1 Espesor<br>abierto Externo | C2 Espesor de<br>caja Externo |
|---------------------|----------------|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 1                   | 1.26           | 17                  | 2.05                        | 1.45                        | 0.41                          | 0.62                          |
| 15/16               | 1.12           | 16                  | 1.92                        | 1.36                        | 0.39                          | 0.59                          |
| 7/8                 | 0.88           | 15                  | 1.81                        | 1.28                        | 0.37                          | 0.55                          |
| 13/16               | 0.82           | 14                  | 1.66                        | 1.19                        | 0.35                          | 0.52                          |
| ¾                   | 0.71           | 13.13               | 1.56                        | 1.1                         | 0.34                          | 0.48                          |
| 11/16               | 0.48           | 12                  | 1.43                        | 1.01                        | 0.31                          | 0.44                          |
| 5/8                 | 0.45           | 11.13               | 1.31                        | 0.94                        | 0.28                          | 0.41                          |
| 9/16                | 0.33           | 10                  | 1.18                        | 0.84                        | 0.26                          | 0.35                          |
| ½                   | 0.22           | 8.81                | 1.04                        | 0.74                        | 0.24                          | 0.33                          |
| 7/16                | 0.18           | 8                   | 0.95                        | 0.67                        | 0.21                          | 0.29                          |
| 3/8                 | 0.16           | 7.38                | 0.84                        | 0.62                        | 0.2                           | 0.27                          |

## Reglas de Seguridad Para el Uso de Herramientas de Mano

- 1 Utilice siempre el tamaño y tipo correcto de herramienta para el trabajo a ser efectuado. Conserve las herramientas en condiciones propias de trabajo.
- 2 Nunca altere una herramienta de su condición original
- 3 Cuando sea necesario, más bien jale con la herramienta en lugar de empujar y asegúrese de que la posición de su cuerpo sea la correcta, para evitarse una caída.
- 4 Nunca use un tubo u otra forma de sistema, como extensión para aumentar la fuerza de alguna llave.
- 5 Nunca use el martillo para golpear una llave a excepción de las llaves especiales que tienen mangos para golpes.

- 6 Nunca las use como martillo a menos que hayan sido hechas para ese propósito.
- 7 Las llaves ajustables deben adaptarse a la tuerca y ser jaladas de manera que la fuerza recaiga en el lado de la mandíbula fija.
- 8 Seleccione la llave que se ajuste a la medida exacta de la tuerca; manténgala derecha sobre la tuerca y no la ladee al aplicar la fuerza.

**IMPORTANTE**

La llave está diseñada para usar sólo la fuerza manual, por lo tanto, no emplee golpes, ni extensiones.



## 1.9 Llaves de golpe

¿Qué es la llave de golpe?

La Llave de Golpe es una herramienta por lo general robusta para resistir los impactos del mazo o el martillo del mecánico, fabricados de un material aleado.

¿Qué uso tiene la llave combinada?

Esta herramienta es usada para aflojar tornillos o tuercas con cabeza hexagonal fuertemente ajustados los cuales no podrían aflojarse sólo con la fuerza de la mano.

Precauciones en el uso de llaves de golpe

1

Utilizar llaves en buen estado para evitar accidentes.



2

Asegurar la llave en la tuerca.



3

Utilizar las herramientas adecuadas, no improvisar.



4

Verificar que el martillo o mandarina se encuentren en perfecto estado, de no ser así, no utilizarlo



## Tipos de llaves de golpe

Se manejan varios tipos de herramienta de golpe como lo son: de boca, de corona, de caja, de botones y de cubo. La fabricación de este tipo de herramienta se realiza de acero forjado aleado con dados y en caliente.

## Uso y aplicación de las llaves de golpe

La aplicación de este tipo de herramienta es para dar un torque a tuercas y tornillos por lo general grandes, o en partes incómodas donde la herramienta tradicional tendrá problemas para realizar la operación.

### RECUERDE

El ayudante debe colocarse fuera del radio de acción del martillo o mandarina, al igual que las personas que estén alrededor para evitar accidentes.



## 1.10 Llaves de gancho

¿Qué es una llave de gancho?

La Llave de Gancho es una llave que sirve para montar y desmontar rodamientos.

¿Qué uso tiene la llave de gancho?

La Llave de Gancho se usa para rodamientos pequeños con manguito de montaje y rodamientos pequeños con manguito de desmontaje, en ambos casos ajustados con tuerca.

### Tipos de llaves de golpe

1 Llave de gancho manual



2 Llave de gancho de impacto



Los dos tipos de llaves tienen la ventaja de que evitan daños en la tuerca y el eje, siempre que se emplee la llave adecuada para cada diámetro de tuerca.

### RECUERDE

Es fundamental la utilización de la llave adecuada para cada diámetro de tuerca y de guantes para proteger sus manos.





## Uso correcto de la herramienta de trabajo

- ✓ Utilizar la llave de impacto, de no ser así, golpear la llave manual ocasionará daños en la herramienta, la tuerca y el eje.



- ✓ Usar cincel y martillo para aflojar o apretar la tuerca de lo contrario, ocasiona daños en la tuerca y el eje.



## 1.11 Llave Allen

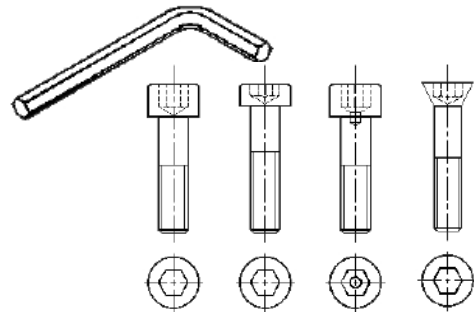
### ¿Qué es una llave Allen?

La Llave Allen es herramienta que tiene una cabeza hexagonal interior o embutida.

### ¿Qué uso tiene la llave Allen?

La Llave Allen es usada para atornillar y/o desatornillar tornillos Allen o prisioneros

Estos son tornillos avellanados con cabeza cilíndrica o cónica, utilizan una llave especial denominada llave Allen que encaja en un orificio hexagonal de la cabeza.



### Uso correcto de las llaves Allen

- ✓ Agarrar firmemente la llave con una mano y apoyar la otra mano obteniendo el mejor equilibrio.



- ✓ No es necesario utilizar guantes en llaves pequeñas, aunque no implica no usar guantes para cuidar las manos posteriormente.



## Precauciones en el uso de llaves Allen

- 1 Modificar las herramientas ocasiona accidentes



- 2 Limpiar el tornillo y la llave para asegurar que esta penetre en toda la longitud útil.



## Cuidado en el uso de la herramienta



En tornillos trancados el uso de palancas puede ocasionar el daño del tornillo y de la herramienta.



El uso de martillos o mandarrías dañan las herramientas.

## 1.12 Llaves ajustables

Herramientas manuales de gran utilidad en la industria, talleres y en el hogar (ver figura 8). Las llaves ajustables son herramientas que por su versatilidad son una gran ayuda para todo operador, en la consecución o ejecución de trabajos donde se requiera utilizarse. Pero su uso también se rige por reglas de seguridad que nos permiten obtener el mayor beneficio sin que se sufra un accidente.

### Reglas de Seguridad Para las Llaves Ajustables

- 1 Las llaves ajustables deben adaptarse a la tuerca y ser jaladas de manera que la fuerza recaiga en el lado de la mandíbula fija.
- 2 Cuando sea necesario, más bien jale con la herramienta en lugar de empujar y asegúrese de que la posición de su cuerpo sea la correcta, para evitarse una caída.
- 3 Nunca use una llave de ajuste para doblar, alzar o levantar el tubo.
- 4 No debe usar un tubo u otra forma de sistema, como extensión para aumentar la fuerza de alguna llave ajustable.
- 5 Nunca use el martillo para golpear una llave a excepción de las llaves especiales que tienen mangos para golpes.
- 6 No utilice las llaves ajustables para golpear como si fuera martillo.

|  |            |  |            |
|--|------------|--|------------|
|   |            |  |            |
| <b>CON ESCALA EN PULGADAS Y MILIMETROS<br/>MANGO AISLADO</b>                         |            |  |            |
| <b>LONGITUD</b>  |            | <b>APERTURA</b>  |            |
| PULGADAS   | MILIMETROS | PULGADAS   | MILIMETROS |
| 6  | 152        | 3/4  | 19         |
| 8  | 203        | 1  | 25         |
| 10   | 254        | 1 1/4  | 32         |
| 12   | 305        | 1 3/4  | 42         |
| 18   | 457        | 2 1/4  | 62         |
| <small>LAS MEDIDAS EN MILIMETROS SON APROXIMADAS</small>                             |            |  |            |
|   |            |  |            |
| <b>DE MATRACA</b>  |            |  |            |
| <b>LONGITUD</b>  |            | <b>APERTURA</b>  |            |
| PULGADAS   | MILIMETROS | PULGADAS   | MILIMETROS |
| 6  | 152        | 1/2  | 13         |
| 8  | 203        | 3/4  | 19         |
| 10   | 254        | 1  | 25         |
| 12   | 305        | 1 1/4  | 32         |
| <small>LAS MEDIDAS EN MILIMETROS SON APROXIMADAS</small>                             |            |  |            |
|  |            |  |            |
| <b>CRDMADAS</b>  |            |  |            |
| <b>LONGITUD</b>  |            | <b>APERTURA</b>  |            |
| PULGADAS   | MILIMETROS | PULGADAS   | MILIMETROS |
| 6  | 152        | 1/2  | 13         |
| 8  | 203        | 3/4  | 19         |
| 10   | 254        | 1  | 25         |
| 12   | 305        | 1 1/4  | 32         |
| 18   | 457        | 2 1/4  | 62         |
| 24   | 609        | 3 1/4  | 86         |
| <small>LAS MEDIDAS EN MILIMETROS SON APROXIMADAS</small>                             |            |  |            |
|  |            |  |            |
| <b>HEXAGONALES</b>   |            |  |            |
| <b>LONGITUD</b>  |            | <b>APERTURA</b>  |            |
| PULGADAS   | MILIMETROS | PULGADAS   | MILIMETROS |
| 6  | 150        | 3/4 A 1  | 19 A 25    |
| 8  | 200        | 1 A 1 1/4  | 25 A 32    |
| 10   | 250        | 1 1/4 A 1 3/4  | 32 A 42    |
| <small>LAS MEDIDAS EN MILIMETROS SON APROXIMADAS</small>                             |            |  |            |

**IMPORTANTE**

Cuando se aprieta un tornillo, aplicamos una fuerza de tensión para hacerlo. La tensión resulta cuando se aplica una fuerza en el extremo de una palanca o brazo.

En nuestro caso, al apretar el tornillo con una llave, la llave es el brazo y la fuerza la aplicamos en uno de los extremos de la llave.

**EJEMPLO**

La tensión se determina multiplicando la longitud del brazo por la fuerza aplicada. Si nosotros necesitamos apretar una tuerca y se necesitan 40 lbs-in. de torsión, podemos utilizar una llave de 10 in. de largo y aplicamos una fuerza de 4 lbs., o utilizamos una llave de 8 in. y aplicamos una fuerza de 5 libras.

Existen llaves de torsión que leen directamente en una carátula la torsión aplicada.

## 1.13 Dados y manerales

### Dados

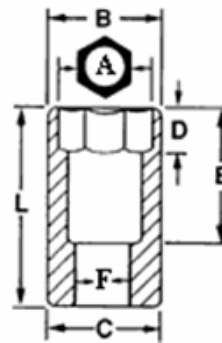
Este tipo de herramienta presenta un hueco cuadrado en uno de sus extremos, para adaptar un tope cuadrado de un material desmontable. En el otro extremo tiene un hueco como el de la llave de corona.



Figura 4. Dado.

### Esquema de un dado

- A) Medida de corona
- B) Diámetro exterior de corona
- C) Diámetro exterior
- D) Profundidad de corona
- E) Profundidad de espacio
- F) Tope
- L) Largo del dado



### RECUERDE

Los dados están clasificados de acuerdo a la medida del hueco, es decir, el de la corona, el cual se adapta a la pieza y de acuerdo también al hueco cuadrado, al cual se adapta al tope cuadrado de este.



## Manerales

Los manerales de fuerza son utilizados cuando se desea dar un apriete o torque alto a la tuerca o al tornillo de acuerdo a su diámetro y longitud aumenta la fuerza de torsión, el cubo o cuadro de ensamble también es seleccionado de acuerdo al tamaño del dado, encontrando entradas de  $\frac{1}{4}$ " de  $\frac{3}{8}$ " de  $\frac{1}{2}$ "  $\frac{3}{4}$ "  $1\frac{1}{2}$ ".

Estos manerales son de acero aleado, contando con un moleteado en el área de sucesión para evitar se resbale en la aplicación de la fuerza.



Maneral

Si el tope cuadrado del maneral no es de igual calibre que el hueco cuadrado del dado, se utiliza un adaptador, es como un dado que tiene por un lado un hueco cuadrado, lado hembra, de un calibre y por el otro lado tiene un tope cuadrado, lado macho, de mayor o menor magnitud que el del maneral.

### EJEMPLO

Quando el maneral es de  $\frac{3}{4}$ " y se requiere dado y este de entrada de  $\frac{1}{2}$ " se agrega un adaptador de  $\frac{3}{4}$ " a  $\frac{1}{2}$ ".



Adaptadores

Estos dados se adaptan a un maneral el cual tiene un tope cuadrado, estos manerales pueden ser fijos, con carátula que mide el par aplicado, y con matraca (ver tabla 4).

## Seguridad en los Dados

1

Los dados y accesorios cromados no deben ser usados con herramientas de fuerza o impacto

- 2 Los dados y accesorios en acabado negro, son diseñados para usarse como herramientas con mando eléctrico o neumático, pudiéndose usarse también en operaciones de mando a mano.
- 3 Seleccione el dado que debe ajustarse a la medida exacta de la tuerca; manténgala derecha sobre la tuerca y no la ladee al aplicar la fuerza.
- 4 Use siempre la medida correcta de accesorios con los dados.
- 5 El mecanismo de las matracas debe ser lubricado periódicamente con un aceite de grado ligero.
- 6 Cuando sea necesario, debe jalar con la herramienta en lugar de empujar. Asegúrese que la posición de su cuerpo sea la correcta para evitar una caída.
- 7 No debe usar tubo u otra forma de sistema, como extensión para aumentar la fuerza de alguna llave.

| MACHO    |            | HEMBA    |            |
|----------|------------|----------|------------|
| PULGADAS | MILIMETROS | PULGADAS | MILIMETROS |
| 3/8      | 9.5        | 1/4      | 6.3        |
| 1/4      | 6.3        | 3/8      | 9.5        |
| 1/2      | 12.7       | 3/8      | 9.5        |
| 3/8      | 9.5        | 1/2      | 12.7       |
| 3/4      | 19.0       | 1/2      | 12.7       |
| 1/2      | 12.7       | 3/4      | 19.0       |
| 1        | 25.4       | 3/4      | 19.0       |
| 3/4      | 19.0       | 1        | 25.4       |

Calibres de adaptadores para dados



## 1.14 Torquímetro

¿Qué es el torquímetro?

El torquímetro se utiliza principalmente para poder hacer medición física de los llamados momentos, que son el producto de una fuerza y una distancia. El torquímetro proporciona valores e información en forma de escala.

¿Qué uso tiene el torquímetro?

El Torquímetro permite apretar tornillos con un torque preciso.

### Tipos de torquímetro

- Digital
- Analógico

### Partes del torquímetro



### Las unidades de medida

El torque puede ser medido en libras.pie (Foot-pounds)(lbf.ft), Newton.metro (Newton-meters)(Nm) y/o kgf.m.



Recuerde que:

**1 Nm** → **0,738 lbf.ft**

**1 kgf.m** → **9,81 Nm**

**1 kgf.m** → **7,24 lbf.ft**

## Uso correcto del torquímetro

- Seleccionar el torquímetro según el rango de torque a aplicar.
- Mantener el torquímetro en su estuche, cuando no esté en uso.
- Identificar el tornillo que apretará.
- Colocar el dado de acuerdo a la cabeza del tornillo.
- Seleccionar el sentido de aplicación de la fuerza.
- Liberar el bloqueo de escala giratoria, halándolo según la flecha.
- Girar la escala hasta obtener el torque deseado, luego vuelva el mango en el sentido opuesto a 5.
- Aplicar el torque sosteniendo el torquímetro por el mango.
- Girarlo lentamente hasta sentir en las manos la vibración del trinquete y dejar de apretar inmediatamente.

Tipos de torquímetro según la rosca y resistencia que se aplicará

| Clases de resistencia | 8.8  |        | 10.9 |        | 12.9  |        |
|-----------------------|------|--------|------|--------|-------|--------|
|                       | Nm   | lbf.ft | Nm   | lbf.ft | Nm    | lbf.ft |
| M5                    | 5    | 3,7    | 7,5  | 5,5    | 9     | 6,6    |
| M6                    | 9    | 6,6    | 12,5 | 9,2    | 15    | 11,1   |
| M7                    | 14   | 10,3   | 19,5 | 14,4   | 23,5  | 17,3   |
| M8                    | 22   | 16,2   | 31   | 22,9   | 38    | 28,0   |
| M8x1,0                | 24   | 17,7   | 33,5 | 24,7   | 41    | 30,3   |
| M10                   | 44   | 32     | 62   | 46     | 74    | 55     |
| M10x1,0               | 50   | 37     | 70   | 52     | 84    | 62     |
| M12                   | 75   | 55     | 105  | 77     | 125   | 92     |
| M12x1,5               | 80   | 59     | 112  | 83     | 134   | 99     |
| M14                   | 120  | 89     | 170  | 125    | 200   | 148    |
| M14x1,5               | 130  | 96     | 185  | 137    | 220   | 162    |
| M16                   | 185  | 137    | 260  | 192    | 310   | 229    |
| M16x1,5               | 200  | 148    | 280  | 207    | 335   | 247    |
| M18                   | 250  | 185    | 360  | 266    | 430   | 317    |
| M18x1,5               | 285  | 210    | 410  | 303    | 490   | 362    |
| M20                   | 360  | 266    | 510  | 376    | 600   | 443    |
| M20x1,5               | 410  | 303    | 580  | 428    | 680   | 502    |
| M22                   | 490  | 362    | 670  | 494    | 750   | 554    |
| M22x1,5               | 560  | 413    | 750  | 554    | 850   | 627    |
| M24                   | 630  | 465    | 820  | 605    | 920   | 679    |
| M24x1,5               | 740  | 546    | 930  | 686    | 1030  | 760    |
| M27                   | 1030 | 760    | 1470 | 1085   | 1760  | 1299   |
| M30                   | 1420 | 1048   | 1960 | 1446   | 2350  | 1734   |
| M33                   | 1960 | 1446   | 2750 | 2030   | 3330  | 2458   |
| M36                   | 2550 | 1882   | 3530 | 2605   | 4220  | 3114   |
| M39                   | 3230 | 2384   | 4410 | 3231   | 5500  | 4059   |
| M42                   | 4020 | 2967   | 5690 | 4199   | 6770  | 4996   |
| M45                   | 5000 | 3690   | 7060 | 5210   | 8440  | 6229   |
| M48                   | 6080 | 4487   | 8535 | 6299   | 10200 | 7528   |

Precauciones en el uso de llaves de golpe

- 1 Halar el torquímetro, no lo empuje, cuide su columna vertebral.
- 2 Usar casco y lentes de seguridad.

## 1.15 Alicates y pinzas

### Alicates

#### ¿Para qué sirven?

Su amplia variedad de la versión original la hacen una herramienta de uso múltiple como prensa, llave de ajuste, manija de emergencia, para ajustar piezas pequeñas que tengan que esmerilarse, etc. Sus usos y formas más comunes se detallan a continuación.

Son herramientas manuales de múltiples uso en la industria.



Alicates de Presión

### Pinzas de presión quijada recta

- ✓ Las quijadas rectas permiten un máximo contacto en superficies de piezas planas, cuadradas o hexagonales.
- ✓ El tornillo de ajuste proporciona una presión precisa.
- ✓ El gatillo de liberación de presión está de forma que previene una apertura accidental como una rápida liberación.



### Pinzas de presión quijada curva con corta alambre

- ✓ Puede ser usada como tornillo de mano, llave para tubería, abrazadera o pinzas
- ✓ Las quijadas aprietan con una presión de hasta una tonelada.
- ✓ La presión se quita instantáneamente al presionar el gatillo liberador.
- ✓ Las quijadas curvas aplican la presión en todos los puntos en cualquier estilo de tuerca o perno.
- ✓ Se ajustan rápidamente para cualquier calibre de trabajo.



### Prensa soldadura de presión

- ✓ Mandíbulas en forma de U para tener mayor visibilidad y área de trabajo.
- ✓ Mantiene las piezas en una adecuada alineación.
- ✓ El tornillo de ajuste proporciona una presión precisa.



### Prensa cadena de presión

- ✓ Sujeta y cierra alrededor de casi cualquier forma de superficie
- ✓ Sujeta tubería de 3/4" a 6" de diámetro
- ✓ Ajusta con acción de matraca en cualquier dirección
- ✓ No resbala ni aplasta tubo de pared delgada



### Prensa C de presión

- ✓ El ancho de apertura de la mandíbula proporciona gran versatilidad en sujetar una gran variedad de espesores y formas
- ✓ Se ajustan rápidamente para cualquier calibre de trabajo.



## Pinzas de presión nariz larga con corta alambre

- ✓ Su diseño de nariz larga le permite acceder a lugres estrechos.
- ✓ Cuenta con corta alambre
- ✓ La presión se quita instantáneamente al presionar el gatillo liberador



## Utilización de Pinzas de Presión

Las pinzas llamado genéricamente alicates es una variedad tan grande que resultaría demasiada la información enumerarlas todas. En la práctica, conforme salen los detalles o problemas de sujeción, esta herramienta de presión es utilizada frecuentemente por el mecánico porque reúne características prácticas y una fuerte sujeción. Observemos algunas características en las siguientes aplicaciones:

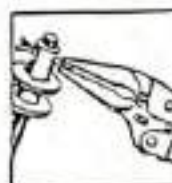
### EJEMPLO



Para sitios difíciles



Corta alambre



Saca pasadores



Llave ajustable



Prensa miniatura



Llave de ajuste

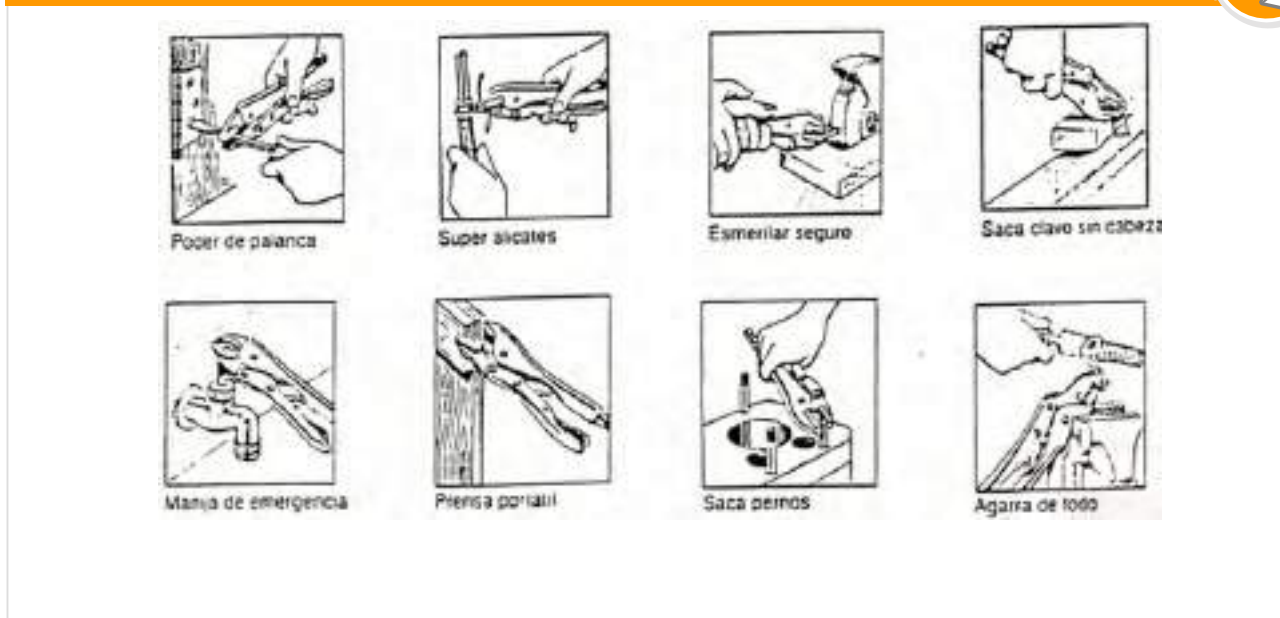


Llave de tubo



Para piezas pequeñas

## EJEMPLO



## Pinzas

Al igual que los alicates, se tiene una variedad determinada de pinzas. Estas son herramientas aplicadas generalmente al uso en el servicio eléctrico, así como también algunos modelos son usados para el servicio mecánico.

Normalmente las cubiertas plásticas de las manillas están diseñadas únicamente para control, no para aislamiento eléctrico.



A continuación se presentan las características de los tipos más utilizados de pinzas.



### Pinzas para mecánico

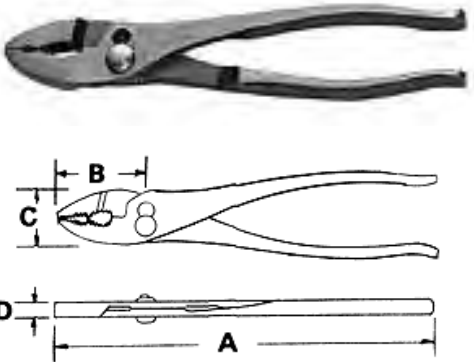
- ✓ Juntas deslizantes de dos posiciones el cual permite una mejor sujeción a diferentes calibres.



| No.    | A Largo total | B Largo de mandíbula | C Ancho de mandíbula | D Espesor de mandíbula | Peso Lbs. |
|--------|---------------|----------------------|----------------------|------------------------|-----------|
| 67-657 | 6.500         | 1.812                | 1.312                | 0.390                  | .41       |
| 67-659 | 8.000         | 2.125                | 1.406                | 0.390                  | .85       |
| 67-661 | 10.000        | 2.125                | 1.406                | 0.484                  | .85       |

### Pinzas de extensión

- ✓ La junta de costilla de precisión proporciona un cierre seguro de la mandíbula, eliminando la separación.
- ✓ El ángulo de las quijadas provee más poder que otras pinzas estándar .



| No.    | A Largo total | B Largo de mandíbula | C Ancho de mandíbula | D Espesor de mandíbulas | Peso Lbs. |
|--------|---------------|----------------------|----------------------|-------------------------|-----------|
| 67-717 | 5.000         | 1.000                | 0.750                | 0.187                   | .13       |
| 67-777 | 7.000         | 1.625                | 1.250                | 0.375                   | .48       |
| 67-779 | 10.000        | 2.000                | 1.594                | 0.328                   | .91       |
| 67-781 | 12.000        | 2.750                | 2.500                | 0.517                   | 1.49      |
| 67-783 | 16.000        | 3.156                | 2.312                | 0.594                   | 2.61      |

### Pinzas de extensión para tubería

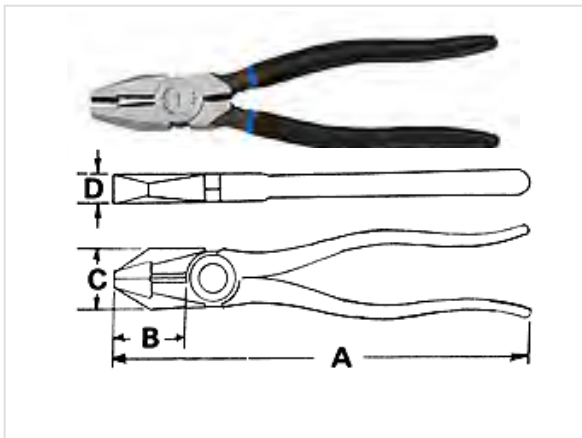
- ✓ Su diseño de 90° la hace perfecta para tuberías. La forma de la cabeza permite un 20% más de palanca.



| No.    | A Largo total | B Largo de mandíbula | C Ancho de mandíbula | D Espesor de mandíbula | Peso Lbs. |
|--------|---------------|----------------------|----------------------|------------------------|-----------|
| 67-789 | 10.000        | 1.750                | 1.312                | 0.422                  | .92       |
| 67-791 | 12.750        | 2.344                | 1.703                | 0.516                  | 1.61      |

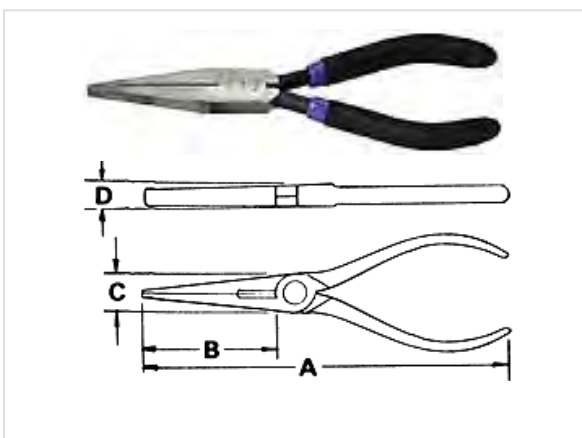
Pinzas de electricista con corte lateral

- ✓ Cuenta con filos para cortar alambre junto a la bisagra. Además su mandíbula tiene grabado de diamante para un agarre firme.



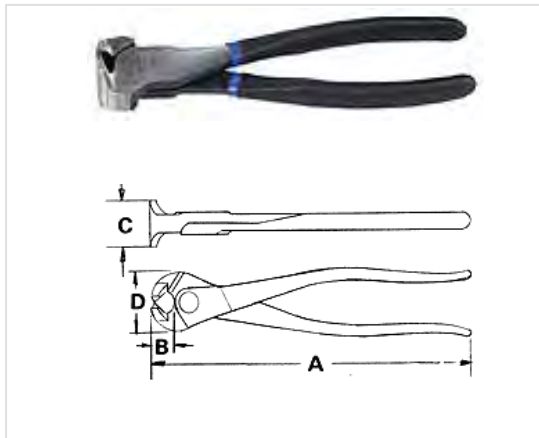
| No.    | A Largo total | B Largo de mandíbula | C Ancho de mandíbula | D Espesor de mandíbula | Peso Lbs. |
|--------|---------------|----------------------|----------------------|------------------------|-----------|
| 67-063 | 6.438         | 1.000                | 0.938                | 0.438                  | .49       |
| 67-065 | 7.375         | 1.250                | 1.000                | 0.500                  | .68       |
| 67-067 | 8.375         | 1.313                | 1.000                | 0.563                  | 1.01      |
| 67-069 | 9.500         | 1.500                | 1.250                | 0.563                  | 1.15      |

Pinzas punta larga con corte lateral



| A Largo total | B Largo de mandíbula | C Ancho de mandíbula | D Espesor de mandíbula | Peso Lbs. |
|---------------|----------------------|----------------------|------------------------|-----------|
| 7.375         | 0.375                | 1.625                | 0.500                  | .31       |

Pinza de corte de punta



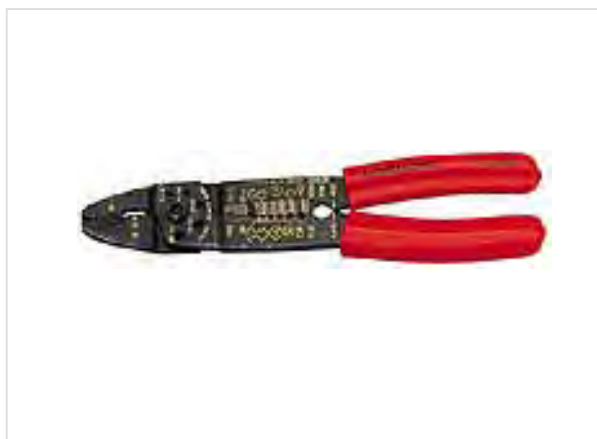
| A Largo total | B Largo mandíbula | C Ancho de mandíbula | D Espesor de mandíbula | Peso Lbs. |
|---------------|-------------------|----------------------|------------------------|-----------|
| 7.375         | 0.375             | 1.625                | 0.500                  | .73       |

Pinza pela alambre con resorte



| No.    | Largo. pulgadas | Calibre de alambre | Peso Lbs. |
|--------|-----------------|--------------------|-----------|
| 67-889 | 6.125           | 10,12,14,16,18,20  | .37       |
| 67-891 | 6.125           | 22,24,26,28,30     | .38       |
| 67-895 | 5.250           | 10,12,14,16,18,20  | .21       |

Pinza pela alambre universal



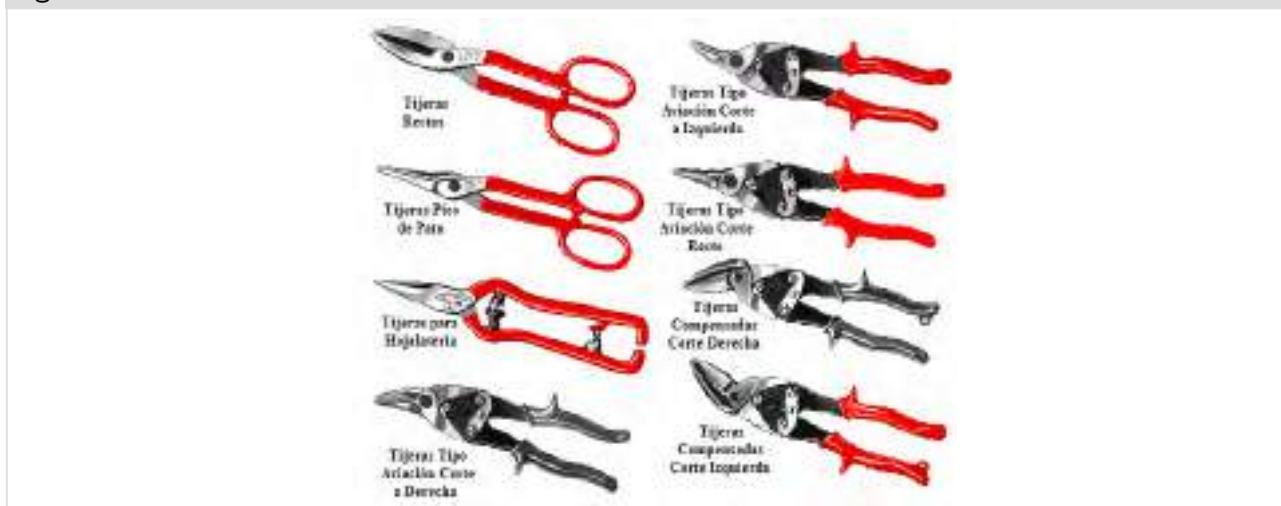
| No.    | Largo. pulgadas | Calibre de alambre   | Peso Lbs. |
|--------|-----------------|----------------------|-----------|
| 67-901 | 8.250           | 10,12,14,16,18,20,22 | .44       |
| 67-905 | 8.625           | 10,12,14,16,18,20,22 | .48       |
| 67-908 | 9.500           | 10,12,14,16,18       | .62       |

## 1.16 Tijeras

¿Qué son los tijeras?

Herramientas de uso cotidiano, sobre todo en talleres o áreas donde se manejan láminas de calibre delgado, en áreas donde se tenga que cortar flejes, etc.

Los modelos más comunes y nombre con el que se les identifica se pueden observar en la figura



Las tijeras cortadoras de metal son ideales para cortar hojas de metal, alambre, ropa, plástico, etc.

Las tijeras para hojalatería cortan alambre, hojas de metal, sogas, hilo. Estas tijeras están manufacturadas al alto carbono, con acero forjado en caliente.

Las tijeras tipo aviación son ideales para cortar hojas de acero rolado en frío. Tienen un máximo poder en las mandíbulas con un mínimo esfuerzo. El perno de la mandíbula permite realinearlas después de un uso prolongado

### Reglas de Seguridad Para Alicates, Pinzas y Tijeras

1

Los protectores de los mangos de las pinzas (plastisol) son para darle comodidad a la mano, no para evitar descargas eléctricas.

2

Las pinzas no deben ser usadas para cortar alambres demasiado duros, a menos que ellas sean fabricadas para ese propósito.

- 3 Al utilizarlas para cortar, siempre corte en ángulo recto y haga oscilar la herramienta de lado a lado para cortar.
- 4 No utilice las pinzas para golpear como si fueran martillo.
- 5 Existen gran variedad de pinzas, alicates o tijeras, utilice la que requiera realmente en el trabajo a desempeñar y no improvise.
- 6 Utilice guantes de carnaza suaves al utilizar cualquiera de estas herramientas.

## 1.17 Desarmadores

El desamador es una de las herramientas más básicas (ver figura 9), de las cuales se abusa frecuentemente, ya que se utiliza en trabajos para las que no fue diseñado como: punzón, formón, cuña o como barra de palanca.

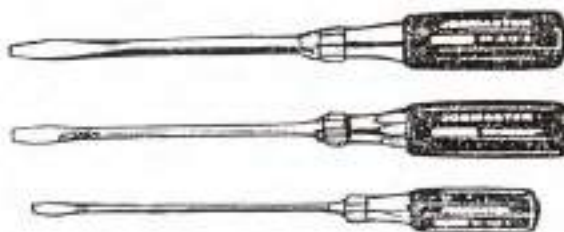
La medida de los desarmadores está determinada por la longitud de la hoja y no por la longitud promedio.



Desarmadores.

El desarmador esta compuesto por un vástago, el cual se encuentra en la porción hacia fuera del mango y la protegida por él. Hay muchos desarmadores diferentes, diseñados para trabajos especiales.

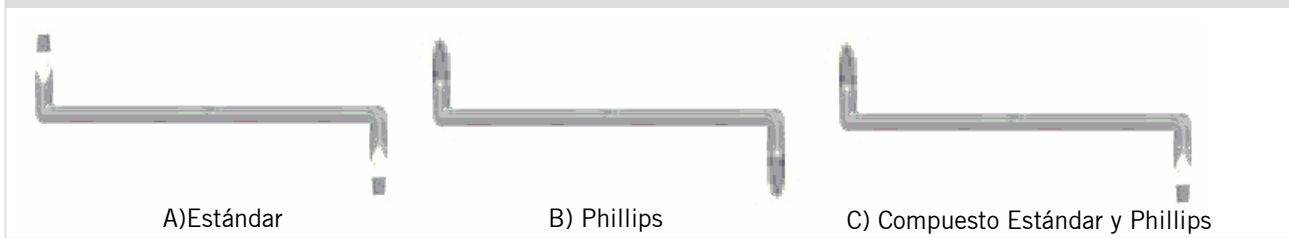
- A) La hoja de punta redondeada
- B) La hoja de punta estándar
- C) La hoja de punta paralela



Se le utiliza al sacar o ajustar tornillos o tuercas. Al usar los desarmadores se debe seleccionar la medida apropiada. Para que el espesor de la punta haga un buen ajuste en la ranura del tornillo, la hoja debe ser afilada.



Los desarmadores de codos son construidos con una hoja en línea con el mango y la otra en ángulo recto con el mango, tal como se muestra en la figura 13.



## MANTENIMIENTO



Los desarmadores de codos son usados cuando no hay suficiente espacio vertical para desarmador regular.

## Seguridad en los Desarmadores

Para trabajar sin peligro con los desarmadores se recomienda seguir los siguientes pasos:

- 1 Use el tipo correcto de desarmador y la punta correcta para el tornillo; y debe asegurarse que la punta se fije debidamente a la ranura del tornillo sin quedar floja ni apretada.
- 2 No debe usar el desarmador como un cincel, punzón raspador o barra para alinear.
- 3 No debe utilizar desarmadores con lados o puntas astilladas.
- 4 No debe utilizar desarmadores con mangos astillados o rotos.
- 5 No debe sostener el objeto o pieza con sus manos mientras ajusta con el desarmador.
- 6 No se debe utilizar el desarmador como martillo.
- 7 Debe usarlo sólo para aflojar o apretar tornillos.
- 8 No debe utilizar su cuerpo para apoyar piezas al usar un desarmador o cualquier otra herramienta puntiaguda.

## 1.18 Tornillo mecánico

### Tornillo Mecánico

¿Para qué sirven?

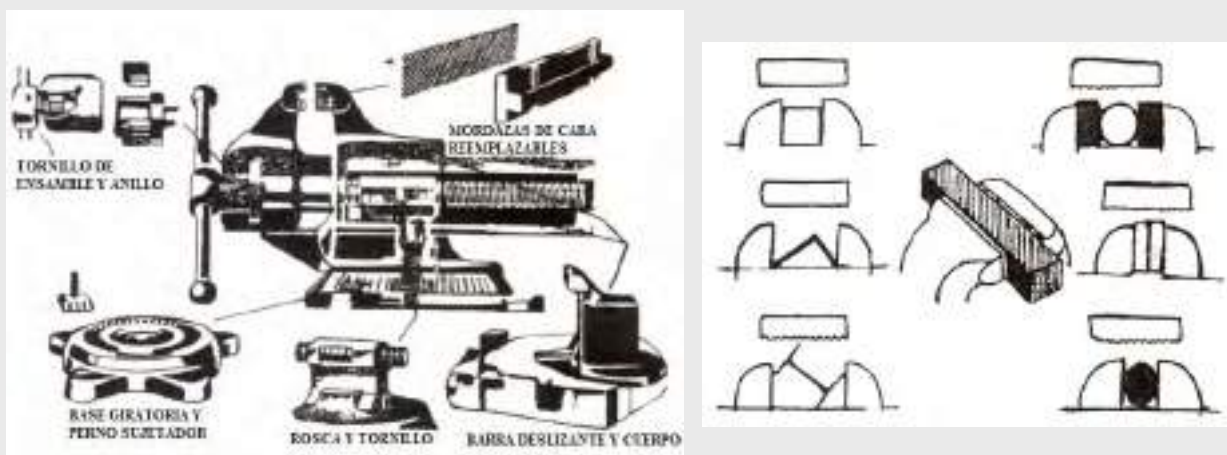
Los tornillos se utilizan para sujetar piezas que están siendo trabajadas sobre un banco de trabajo o máquina. Existen tornillos mecánicos, de herrero y de carpintero.

Los tornillos mantienen la pieza de trabajo en posición rígida, dejando libres ambas manos para limar, cortar, doblar, tallar o armar.

Las bases de los tornillos mecánicos pueden ser fijas o giratorias y las caras de las quijadas pueden ser reemplazables.



La figura muestra un tornillo mecánico y sus partes, e indica la forma correcta de sujetar la pieza según la forma de ésta.





## Seguridad y Uso de Tornillo Mecánico

El uso del tornillo de banco, se convierte en una mano adicional de operador que sujeta materiales de diferentes tipos y características, redondeando cuadrados, laminas, piezas amorfas, etc. No utilice palanca o tubo para sujetar con mas fuerza, esto daña al tornillo. Cuando se requiera sacar la quijada móvil de tornillo realícelo con extremo cuidado, recuerda que su peso puede caer en los pies y causarle daño.

Si desea que el tornillo no le marque la pieza a trabajar cambie las mordazas de picado de diamante por una lisa o coloque madera o cartón para el cuidado de la pieza.

El Material utilizado para la fabricación del tornillo mecánico son: bronce, acero y fierro vaciado.

### IMPORTANTE



Cuando se requiera sacar la quijada móvil de tornillo realícelo con extremo cuidado, recuerda que su peso puede caer en los pies y causarle daño.

## 1.19 Herramientas de extracción

En la actualidad se manejan extractores de diferentes formas, tamaños, manuales o mecánicos, eléctricos e hidráulicos y también neumáticos.

A continuación veremos algunos extractores utilizados en la industria, para facilitar y ayudar al técnico mecánico a resolver problemas de extracción que comúnmente se ven involucrados en sus áreas.



### Tipos de extractores

Extractor de poleas, de dos patas, extractor de engranes de tres patas, extractor de balero, extractor hidráulico para valeros, engranes y poleas.

### Uso y aplicación de los extractores

La utilización de un extractor cuando los materiales se encuentran pegados o la tolerancia de ajuste es a presión es recomendable eliminar golpes a la flecha puliéndola, otro tipo de extractor es el que se utiliza para sacar tornillos capados por exceso de torque conocido también como cola de rata por su forma que tiene, es necesario primero taladrar de acuerdo al extractor, se requiere para girar el extractor un maneral para machuelo, por el cuadro que tiene el extractor.

La hélice del extractor es izquierda para extraer tornillos de rosca derecha. Los extractores son fabricados de acero aleado.



## Seguridad en el uso del extractor

Tener cuidado de colocar los extractores en áreas donde no se dañe el elemento a sacar o retirar por ejemplo un rodamiento sino es bien sujetado con el extractor, se desarmaría tirando los elementos rodantes.

Si una polea no es bien sujeta, se puede dañar doblando, quebrándose o posible fractura requiriendo su reemplazo, aumentando el costo del mantenimiento

Un extractor de balero o tuerca hidráulica generalmente es de una carrera corta.



## 1.4 Herramientas de elevación y arrastre

### 1.4.1 Garrucha y Aparejo (Polipasto)

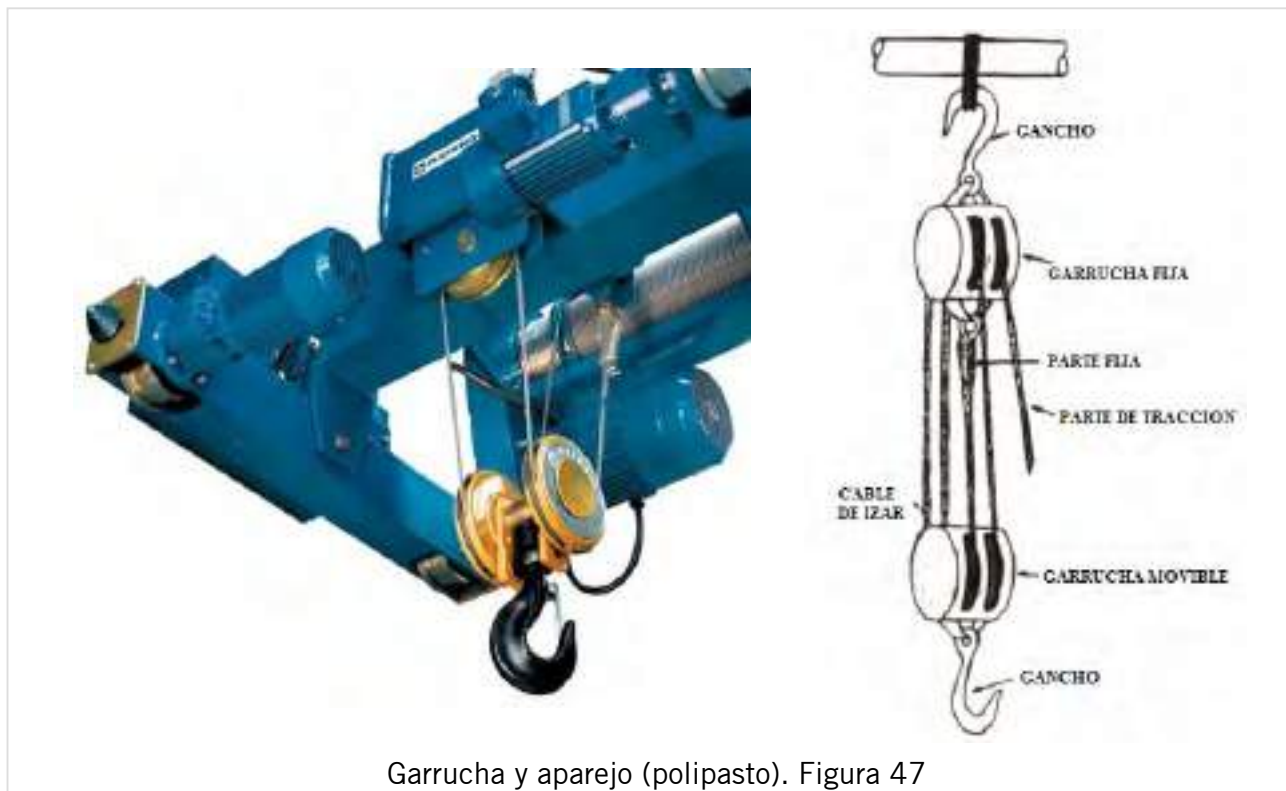
¿Qué es esta herramienta?

Esta herramienta es un mecanismo simple de elevación que consta de una polea fija y una cuerda, en la cual la fuerza requerida para levantar una carga es menor al peso de las cargas.

Esta herramienta permite a una persona levantar cargas pesadas con relativa facilidad.

#### IMPORTANTE

La ventaja mecánica que presenta es el número de veces que se multiplica la fuerza aplicada, utilizando la teoría de palanca de arquimedes. Esto se determina contando las partes del cable de izar en la garrucha móvil.



Garrucha y aparejo (polipasto). Figura 47

En las siguientes figuras se muestran algunos tipos de garruchas.

### GARRUCHAS (MALACATES) TIPO TIRFOR ROPE-HOISTS



| CAPACIDAD ELEVACION DE CARGA KGS. | DIAMETRO DEL CABLE |            | LONGITUD CABLE |      | INCLUYE           |
|-----------------------------------|--------------------|------------|----------------|------|-------------------|
|                                   | PULGADAS           | MILIMETROS | METROS         | PIES |                   |
| 1300                              | 5/16               | 7.9        | 10             | 33   | CRUCETA Y PALANCA |
| 2000                              | 7/16               | 11.1       | 10             | 33   | CRUCETA Y PALANCA |
| 3500                              | 5/8                | 15.8       | 10             | 33   | PALANCA           |

LAS MEDIDAS EN MILIMETROS SON APROXIMADAS



### GARRUCHAS DE PALANCA CABLE HOIST-PULLERS

| CAPACIDAD ELEVACION DE CARGA KGS. | LONGITUD DEL CABLE |      | INCLUYE |
|-----------------------------------|--------------------|------|---------|
|                                   | METROS             | PIES |         |
| 500                               | 4.2                | 14   | PALANCA |
| 1000                              | 3.6                | 12   | PALANCA |
| 2000                              | 1.8                | 6    | PALANCA |



Figura 48

## 1.4.2 Seguridad y Uso de Polipasto

Por seguridad la pieza levantada se debe subir lo mínimo posible solo salvando lo obstáculos que se encuentran, un polipasto simple necesita dos poleas, precaución siempre camine detrás del objeto que levante al transportarlo, observe el viaje siempre, evite el campaneo de la pieza, sujete correctamente y centrado. Si es necesario utilice balancín. Lubrique y revise cadenas, cables o estrobo, no los utilice si están dañados. En la aplicación de eslingas evita filos cortantes y reemplazar la eslinga cuando este desgastada o dañada.

#### GLOSARIO

**ESTROVO**  
Cable utilizado para izaje de piezas .

#### GLOSARIO

**ESLINGA**  
Banda utilizada para izaje de piezas

Solamente personal capacitado y entrenado debe utilizar el polipasto



Figura 49.

**ACTIVIDAD 1. Aplicaciones generales**

Con el propósito de reafirmar los conocimientos obtenidos durante este curso, se propone la siguiente actividad.



- I. Relacione correctamente las siguientes columnas, escribiendo en cada línea, la letra del inciso apropiado para cada herramienta.



1.- \_\_\_\_\_

a) Este tipo de herramienta presenta un hueco cuadrado en uno de sus extremos, para adaptar un tope cuadrado de un material desmontable



2.- \_\_\_\_\_

b) Se puede utilizar como prensa, llave de ajuste, manija de emergencia, etc.



3.- \_\_\_\_\_

c) Están diseñadas para permitir su acceso a tuercas y pernos que se encuentran en depresiones u otras áreas difíciles de alcanzar



4.- \_\_\_\_\_

d) Son utilizados cuando se desea dar un aprieto o torque alto a la tuerca o al tornillo, de acuerdo a su diámetro y longitud aumenta la fuerza de torsión



5.- \_\_\_\_\_

e) Se utilizan para sujetar piezas que están siendo trabajadas sobre un banco de trabajo o máquina



6.- \_\_\_\_\_

f) Se utilizan principalmente al sacar o ajustar tuercas o tornillos y presentan aberturas en cada uno de los extremos



7.- \_\_\_\_\_

g) sirve para montar y desmontar rodamientos.



8.- \_\_\_\_\_

h) Se utiliza para desarmar tornillos avellanados, con cabeza cilíndrica o cónica, que utilizan una llave especial



9.- \_\_\_\_\_

i) Herramienta por lo general robusta para resistir los impactos del mazo o el martillo del mecánico



10.- \_\_\_\_\_

j) Se utiliza para sacar tornillos capados por exceso de torque



II. Escriba en el espacio el nombre de cada parte de las siguientes herramientas.



Four empty rectangular boxes for labeling the parts of the saw.

A)



B)





### III. Conteste correctamente los siguientes cuestionamientos, subrayando la respuesta correcta.

- ¿Cuál es el mínimo y el máximo posible de apertura en una llave de cubo?
  - $3/8 \times 7/16$  y  $1 \ 7/16 \times 1 \ 5/8$
  - $3/8 \times 7/16$  y  $1 \ 1/8 \times 1 \ 5/16$
  - $7/16 \times 1/2$  y  $1 \ 1/4 \times 1 \ 5/16$
- ¿Qué tipo de desarmadores se usa cuando no hay suficiente espacio vertical?
  - Horizontales
  - De hoja de punta estandar
  - De codos
- Mencione el tipo de pinza que posee las siguientes características:
  - El ancho de apertura de la mandíbula proporciona gran versatilidad en sujetar una gran variedad de espesores y formas
  - Se ajustan rápidamente para cualquier calibre de trabajo.
  - Prensa soldadura de presión
  - Prensa C de presión
  - Pinzas de nariz larga
- ¿Cuales son el tipo de tijeras ideales para cortar hojas de acero rolado en frío?
  - Tijeras de tipo aviación
  - Tijeras compensadas
  - Tijeras para hojalatería
- Mencione la herramienta diseñada para corte de metal en frío , la cual es fabricada en acero al cromo vanadio, termotratado y estirado .
  - Rectificadora
  - Cinzel
  - Tijeras de aviación
- Es la herramienta utilizada para dar un torque a tuercas y tornillos por lo general grandes, o en partes incomodas donde la herramienta tradicional tendrá problemas
  - Machuelo
  - Extractor
  - Llaves de golpe
- A que tipo de herramienta pertenece la siguiente regla de seguridad: “Utilice siempre el tamaño y tipo correcto de herramienta para el trabajo a ser efectuado”.
  - Llaves
  - Alicantes
  - Ambas
- A que tipo de herramienta pertenece la siguiente regla: “siempre use lentes de seguridad”.
  - Cinzel
  - Llaves españolas
  - Tornillo mecánico
- A que tipo de herramienta pertenece la siguiente regla de seguridad: “En ningún caso se emplearán como palancas o llaves ni se recurrirá al mango para golpear”.
  - Cinzel
  - Martillo
  - Tijeras

### ¡Felicitaciones!

Usted ha finalizado el capítulo 1.

A continuación se desarrollará el capítulo Uso Correcto y Medidas de Seguridad en Trabajos con Herramientas manuales Eléctricas, Hidráulicas o Neumáticas.



# Uso Correcto y Medidas de Seguridad en Trabajos con Herramientas Manuales Eléctricas, Hidráulicas o Neumáticas

## TEMAS DEL CAPÍTULO 2

|  |    |
|--|----|
| 2.1 Uso Correcto y Medidas de Seguridad en Trabajos con Herramientas Manuales Eléctricas, y Neumáticas | 71 |
| 2.2 Taladro Portátil   | 73 |
| 2.3 Amoladora/Esmeril Portátil   | 77 |
| 2.4 Rectificadora  | 77 |
| 2.5 Uso Correcto y Medidas de Seguridad en Trabajos con Herramientas Hidráulicas                       | 80 |
| 2.6 Gato Hidráulico  | 81 |
| 2.7 Orden y Limpieza en el Lugar de Trabajo  | 83 |







El objetivo de este capítulo es proporcionar los conocimientos generales sobre el uso correcto de las herramientas manuales eléctrica, hidráulicas o neumáticas como es el caso del taladro portátil y la amoladora o esmeril portátil.



## 2.1

# Uso Correcto y Medidas de Seguridad en Trabajos con Herramientas Manuales Eléctricas, y Neumáticas

Precauciones en el uso de las herramientas manuales eléctricas y neumáticas:





-  Verificar, antes de realizar la tarea, que la herramienta esté en condiciones de ser utilizada prestando atención a sus cables y el enchufe correspondiente en caso de las eléctricas.
-  No utilizar ropa suelta que pueda ser objeto de arrastre por las partes en movimiento de la máquina.
-  Observar que el área donde realizará el trabajo esté limpia y seca: Tome las precauciones necesarias cuando las condiciones no sean las ideales, por ejemplo, utilizar guantes aislantes para prevenir cualquier riesgo en la utilización.
-  No retirar las protecciones que pueda traer la máquina de su origen. En caso de que no traiga las protecciones, no se deberá utilizar la máquina
-  No transportar la herramienta llevándola de su cable si es eléctrica, o de la manguera en caso de que sea neumática.
-  Prestar atención en la posición de trabajo tratando de que la misma sea lo más equilibrada posible a los efectos de evitar accidentes por falta de equilibrio.

### IMPORTANTE

Al utilizar las amoladoras (esmeril), agujereadoras (taladro) o atornilladores eléctricos o neumáticos, nuestras manos soportan un momento de torsión. Si ese momento supera nuestra fuerza de sujeción, podemos sufrir daños en nuestros brazos o muñecas producto del arrastre.



Para prevenir accidentes tomar la siguientes medidas de seguridad:

-  Siempre sujetar la herramienta firmemente con ambas manos. La mayoría de las máquinas poseen un mango de sujeción que se atornilla a la misma.
-  Accionar la máquina preferentemente por su pulsador. No utilizar la traba del mismo.
-  Si la máquina no posee pulsador, éstas deben ser siempre de baja potencia y se debe redoblar la atención y firmeza de agarre durante su utilización.
-  Haga contacto con la pieza a agujerear o amolar recién cuando la máquina haya alcanzado la velocidad de trabajo.

- 5 Si la herramienta es usada con una sola mano, piense en la ubicación de su mano libre. Una incorrecta posición implica riesgo de accidente.
- 6 Sujetar convenientemente la pieza a trabajar en una mesa de trabajo adecuada. Nunca lo haga con sus manos.
- 7 En el caso de la utilización de amoladoras eléctricas o neumáticas se debe prestar especial atención en el correcto estado del abrasivo a utilizar. Los abrasivos no deben presentar golpes producto de un mal embalaje o acarreo.
- 8 Verificar que la velocidad de giro de la herramienta no supere la máxima permitida por el abrasivo a utilizar.
- 9 Cortar el suministro eléctrico o el aire en caso de que se necesite reemplazar el disco abrasivo y, así, se elimina toda posibilidad de puesta en funcionamiento de la máquina.
- 10 Usar anteojos de seguridad para el caso de agujereadoras, y máscaras con protección facial y guantes de cuero para el caso de las amoladoras. En las máquinas eléctricas como caladoras, pistolas de aire caliente, rasquetas eléctricas, seguir las recomendaciones del fabricante para cada caso particular.

#### RECUERDE



Asegúrese de conocer el funcionamiento de la herramienta. En caso de dudas es preferible realizar una consulta sobre su correcta utilización.

#### IMPORTANTE



Las herramientas eléctricas modernas deben estar convenientemente aisladas en un lugar limpio para conservar su perfecto estado de funcionamiento.

#### GLOSARIO



Un abrasivo es una sustancia que tiene como finalidad actuar sobre otros materiales con diferentes clases de esfuerzo mecánico (triturado, molienda, corte, pulido). Es de elevada dureza y se emplea en todo tipo de procesos industriales y artesanos.

## 2.2 Taladro Portátil

### ¿Qué es un Taladro Portátil?

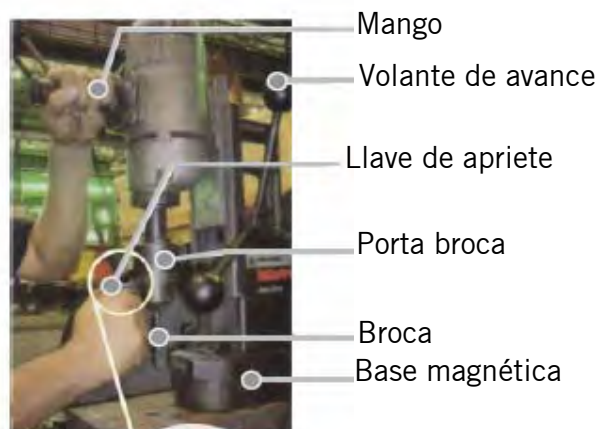
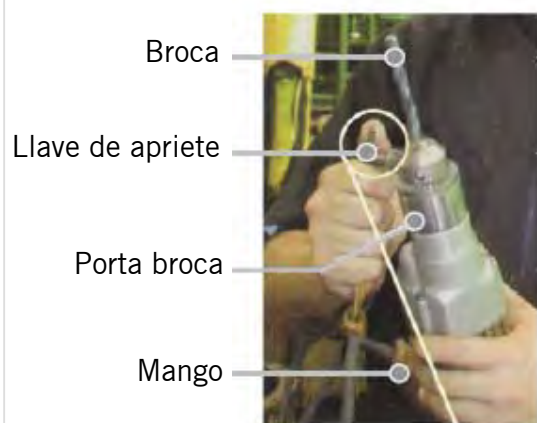
El Taladro Portátil es una máquina o herramienta simple de emplear que sirve para agujerear. Tiene dos movimientos, el de rotación de la broca que le imprime el motor eléctrico y el de avance de penetración de la broca, que puede realizarse de forma manual o automática.

El Taladro Portátil se caracteriza por su proceso de mecanizado, es considerado como uno de los más importantes debido a su amplio uso, facilidad de realización y que resulta necesario en la mayoría de componentes que se fabrican.

### ¿Qué uso tiene el Taladro Portátil?

Esta máquina es usada para producir agujeros cilíndricos en una pieza cualquiera utilizando como herramienta una broca. En esta máquina se mecanizan la mayoría de los agujeros que se hacen a las piezas en los talleres mecánicos.

#### Partes del Taladro:

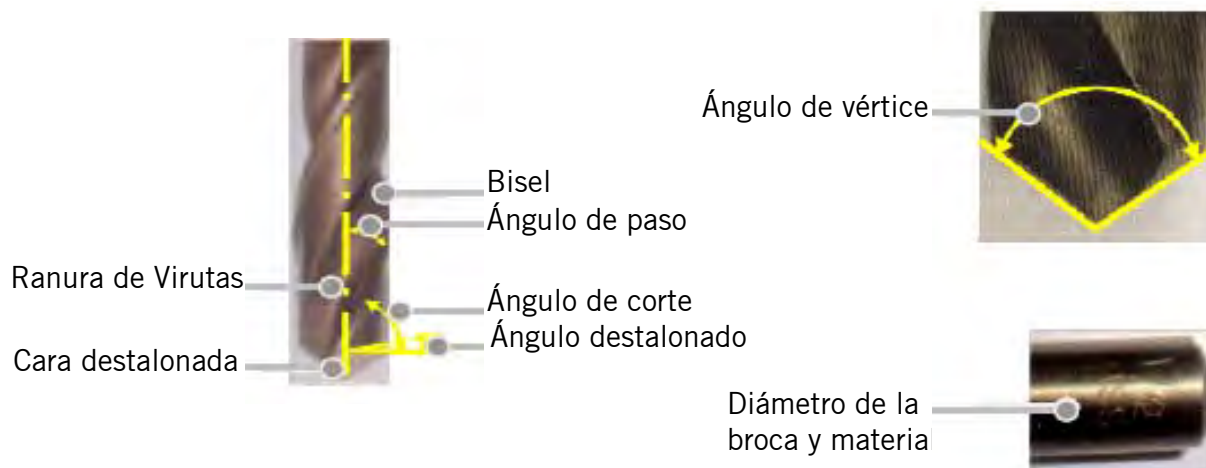


#### Monte la broca:

Introduzca la broca completamente en el porta broca y ajústela firmemente con la llave de apriete.



### La broca:



Acero, fundición gris y aleación de aluminio templada.



Paso Normal = Ángulo del vértice 118°

Aluminio, aleación de aluminio blanda, cobre y otras aleaciones de manganeso.



Paso Reducido = Ángulo del vértice entre 118°-140°

Latón, maderas plásticas estratificadas y moldeadas, ebonita.



Paso Alargado = Ángulo del vértice entre 30°-130°

### Uso correcto del taladro:

✓ Limpiar bien la superficie a taladrar con una escobilla.

✓ Medir y marcar con una cruz Para determinar el centro del Agujero y dibujar un círculo del tamaño del agujero.



✓ Utilizar un granete o punto de marcar para realizar una muesca lo suficientemente grande, a fin de que la punta de la broca pueda penetrar fácilmente el material.



### Uso correcto del taladro:

- ✓ Adoptar una posición que le proporcione comodidad y estabilidad.
- ✓ Ubicar el taladro en la marca y active el magneto, una vez fijo el taladro comience la operación.
- ✓ Presionar el taladro lentamente, no forzarlo porque puede romper la broca o afectar su filo.
- ✓ Girar el volante de avance lentamente, no lo fuerce pues puede romper la broca.
- ✓ Detener el proceso en el caso de descentrarse la broca, y realizar una nueva entalladura con el cincel hacia el lado contrario del descentrado.
- ✓ Utilizar refrigerante o taladre con intervalos de descanso durante el proceso, así la broca no sufre daños.
- ✓ Limpiar periódicamente las virutas generadas.



### GLOSARIO

Se denomina granete a una herramienta manual que tiene forma de puntero de acero templado afilado en un extremo con una punta de 60° aproximadamente, y que se utiliza para marcar el lugar exacto que se ha trazado previamente en una pieza donde se hará un agujero, cuando no se dispone de una plantilla adecuada.



### Los Mangos Cónicos están compuestos por:








- ✓ Porta broca con mango cónico.
- ✓ Agujero para extracción.
- ✓ Manguito para mangos cónicos.
- ✓ Broca con mango cónico.

## IMPORTANTE



Fijar la pieza correctamente en la mesa, evitará que la pieza se deteriore

### Precauciones en el uso:

-  Proteger la cabeza, usar siempre el casco. No utilizar ropa suelta que pueda ser objeto de arrastre por las partes en movimiento de la máquina.
-  Cuidar los ojos, usar siempre lentes de seguridad.
-  Mantener una postura erguida y firme.
-  Cuidar las manos, nunca las exponga innecesariamente. Utilizar solamente guantes que ajusten perfectamente a las manos, pues de otra manera podrían quedar atrapados en la broca.
-  Seleccionar la broca adecuada para cada taladro.
-  Utilizar la prensa para piezas de menor tamaño.
-  Evitar acercarse demasiado a la broca.

## RECUERDE



El uso de guantes no adecuados o prendas sueltas pueden causar algún accidente.



## 2.3 Amoladora / Esmeril Portátil

### ¿Qué es la Amoladora / Esmeriladora Portátil?

La Amoladora es una máquina que dispone de un motor y un juego de engranajes para hacer girar un husillo al que pueden acoplarse accesorios en función del trabajo que se quiera realizar.

### ¿Qué uso tiene una Amoladora / Esmeril Portátil?

Dependiendo de los accesorios, la Amoladora puede emplearse como lijadora, fresadora o ranuradora. Generalmente, se la utiliza para cortar, desbarbar y pulir superficies cerámicas, afilar herramientas, abrillantar piezas de metal oxidadas y también, con los accesorios adecuados, puede realizar cortes precisos, desbastar, tallar madera, nivelar superficies de cemento, decapar madera o metal, pulir, etc.

#### Montar correctamente el disco:

- ✓ Asegurarse que el enchufe esté desconectado del tomacorriente.
- ✓ Verificar el orden de montaje de todas las piezas.



- ✓ Asegurar el centrado del disco en la arandela guía y evitar el botón de bloqueo de giro del eje, siempre que se pueda.
- ✓ Emplear la llave de apriete adecuada.
- ✓ Sostener firmemente la amoladora y apretar fuertemente la tuerca.

#### GLOSARIO

##### HUSILLO

Se denomina husillo al tipo de tornillo, generalmente largo y de gran diámetro, metálico o de madera. El material más utilizado es acero templado, utilizado para accionar los elementos de apriete tales como prensas o mordazas, así como para producir el desplazamiento lineal de los diferentes carros de fresadoras y tornos.





## RECUERDE

El uso de la herramienta inadecuada deforma la tuerca y los impactos afectan el funcionamiento de la herramienta hasta, romperlas.



Grano 30

8600 RPM  
Máximo

| GRANO            | TIPO DE TRABAJO                                       |
|------------------|---|
| 16, 24 Y 30      | Debaste rústico                                       |
| 50, 60, 80 y 100 | Esmerilado (Corte grueso)<br>Terminado (Corte grueso) |
| 120 y 150        | Pulido (Lijado)                                       |

## IMPORTANTE



Asegúrese que la velocidad del disco sea inferior a la máxima de la amoladora.

### Uso correcto de la Amoladora:



- ✓ Aplicar fuerza ligera sobre la pieza y que ella esté firmemente en banco.
- ✓ Usar la cara del disco.
- ✓ Cambiar el disco cuando se haya desgastado.



- ✓ Para desbastar una pieza incline el disco con un ángulo de 10° aproximadamente respecto a la misma.
- ✓ Mantener su vista fija en la operación.

### Cuidado de la herramienta de trabajo:



- ✓ Evitar por todos los medios el atrapamiento del disco, pues el disco se traba y se parte.



- ✓ Tomar todas las precauciones necesarias para evitar que el disco reciba golpes.
- ✓ Manejarlo por el mango, no por el cable.



- ✓ No apoyar la amoladora sobre el disco.

### Precauciones en el uso de la Amoladora / Esmeril Portátil:

- ✓ Prestar atención al botón automático o traba de la amoladora. El pulsador es muy sencillo de apretar y en caso que tenga un atrapamiento o algún tipo de percance, cuando suelte la máquina automáticamente ésta se detendrá. Por el contrario, si la tuviera trabada, al tener algún percance ésta seguiría andando con todos los riesgos que ello trae aparejado.
- ✓ Si la amoladora se llegara a caer con el disco puesto, no usar ese disco de nuevo y tirarlo para que nadie lo use.
- ✓ Asegurar que las chispas no afecten a nada ni a nadie y para ello se debe colocar pantallas de protección, lentes de seguridad y guantes.
- ✓ Vestir delantal de cuero y prendas completamente abotonadas, quitarse cadenas, pulseras y relojes porque pueden enredarse en el disco.

## 2.4 Rectificadora Manual

La rectificadora manual utilizada en la rama industrial se le conoce como turbina y pulidor, estas dos herramientas ambas utilizan piedras abrasivas y discos. De acuerdo a las inversidades de corte o pulido del material es el abrasivo requerido, este tipo de herramienta, es bastante amplia su utilización para acabados en distintas áreas, moldes, troqueles, soldaduras en tuberías, estructuras etc.

### GLOSARIO

#### ABRASIVO

Elemento para desajustar, pulir o rectificar en forma de grano, piedra, lija, etc.



### Tipos de rectificadora manual

Los tipos de rectificado se pueden realizar con herramientas, eléctricas y neumática, llamadas también pulidores y turbinas, operando discos, piedras abrasivas, lijas y puntas montadas.

### La Turbina

La turbina operada con aire es muy usado para ajustes de moldes, troqueles, etc. Y el pulidor es para grandes superficies o pulido de soldaduras, se encuentran neumáticos, eléctricos alámbricos e inalámbricos.



### Seguridad con la Rectificadora Manual

El equipo de seguridad requerido y obligatorio es: lentes, tapones auditivos, guantes en el uso de pulidores y turbinas. No monte discos que no son de la capacidad de la rectificadora, podría sufrir un accidente al despedazarse debido a la velocidad, lea las instrucciones del papel secante el cual es una etiqueta que tiene simbología con las especificaciones de la rueda o disco. No retire las guardas protectoras, ni las modifique, están diseñadas para su aplicación.

### GLOSARIO

#### GUARDA

Protector de maquina o herramienta. Finalidad, proteger al operador de posibles golpes o cortes con la herramienta.



## 2.5 Uso Correcto y Medidas de Seguridad en Trabajos con Herramientas Hidráulicas

Generalmente en las tareas de mantenimiento resulta fundamental el empleo de gatos, extractores, prensas, etc, donde la energía hidráulica es utilizada para aplicar fuerza al trabajo. Esta operatoria requiere seguir ciertas pautas a los efectos de que no corran riesgos ni los equipos ni las personas que intervienen.

Es recomendable proveer una base sólida y firme antes de tratar de levantar una carga. Esta consideración como la de no levantar cargas fuera de centro, son esenciales para una operación segura, cualquier desvío de la fuerza del eje del cilindro puede ser motivo para que el sistema se desequilibre.



Correcto



Incorrecto

### Uso correcto de las herramientas Hidráulicas:

- ✓ La utilización de extensiones es muy frecuente en este tipo de herramientas, ya sea porque la carrera del cilindro no es lo suficientemente larga para el trabajo o porque las superficies de contacto entre el cilindro y la pieza a mover no son compatibles. También sucede en la práctica que se intenta adaptar alguna pieza que “tenemos a mano” sin contemplar debidamente el riesgo que implica su utilización si la misma no es adecuada.
- ✓ Como normas generales, las prolongaciones o suplementos que colocamos en base o cabezas de cilindros deben tener las caras de contacto con el cilindro y con la pieza perfectamente paralelas y en lo posible con un encastre en el apoyo para asegurar aún más la operación, éstas vienen normalizadas, por lo general.



## EJEMPLO

Las siguientes figuras muestran algunos ejemplos de prolongaciones



### Recomendaciones en el uso de las herramientas hidráulicas:

#### 1 Antes de Operar:

- ✓ Verificar que no exista presión en el sistema antes de efectuar cualquier conexión hidráulica.
- ✓ Informarse sobre la carrera del cilindro a utilizar, a los efectos de no sobrepasar la misma y sobre la presión máxima de operación del equipo a utilizar a los efectos de no sobrepasarla.
- ✓ Verificar que el manómetro del equipo sea el indicado para las presiones de trabajo.
- ✓ No transportar el equipo tomado de las mangueras o acoples.

#### 2 Durante la Operación:

- ✓ No aplicar presión a través de mangueras retorcidas.
- ✓ No dejar caer objetos sobre las mangueras.
- ✓ No exponer ninguna parte de su cuerpo al área debajo de cargas soportadas por elementos hidráulicos.
- ✓ Observar que no existan pérdidas en el sistema.

#### 3 Luego de la Operación:

- ✓ Verificar que no exista presión en el equipo.
- ✓ Limpiar el lugar de trabajo.
- ✓ Almacenar los elementos utilizados convenientemente en el área destinada a los mismos.



## 2.6 Gato Hidráulico

Los gatos hidráulicos sustituyeron grandemente al gato mecánico que anteriormente se utilizaba fundamentados sobre la teoría de pascal, se fabrican de diferentes tamaños y capacidad, la unidad utilizada para capacidad es la tonelada.

El gato hidráulico: consta de un cuerpo de fierro vaciado, partes de acero, válvula y palanca.



### 1.9.1 Tipos de gatos hidráulicos

Los más utilizados son del tipo de botella y de lagarto, según su forma, localizándolos en gruas, petibonees, y todo lo relacionado con maquinaria pesada desde los montacargas hasta maquinaria de minería y agricultura.

### 1.9.2 El Uso y la Aplicación del Gato Hidráulico

Principalmente es usado para levantar cargas pesadas, combinándolo con otras partes mecánicas que en diferentes ángulos, complementan o desarrollan un trabajo que para un operador resultaría pesado y complicado, más aun si esta operación se realiza en altura.

### 1.9.3 Seguridad en los Gatos Hidráulicos

No se debe confiar al levantar una carga solamente con el gato, utilice soportes fijos o bloqueo, si el gato llegara a fallar o bajarse, la carga quedaría en el sólido. Revise que no tenga fugas de aceite, revise el nivel de aceite hidráulico, no mezcle aceite de otros tipos, use siempre lubricante que recomiende el fabricante.

## 2.7 Orden y Limpieza en el Lugar de Trabajo

### Mantenga el Orden y la Limpieza



Utilizar guantes para manipular químicos, el contacto directo con el limpiador puede lastimar.

Emplear un trapo bien humedecido con el limpiador y pasar por toda el área de trabajo, luego seque con trapos o aire seco.

Utilizar una brocha para limpiar aquellos lugares de difícil acceso.

Depositar las herramientas en su lugar y mantenerlas en orden y limpias, así evita accidentes y pérdida de tiempo.



Colocar en cajas las partes sobrantes como: tornillos, tuercas y repuestos.

#### IMPORTANTE

El derrame de aceite, grasa, o solventes puede ocasionar accidentes.

#### PARA PENSAR...

¿Sabías usted que en caso de derrame de líquidos o grasa se recomienda limpiar con aserrín inmediatamente?



### Precauciones en el uso:

- ✓ No usar solventes y líquidos inflamables para la limpieza de manos y ropas.
- ✓ Utilizar guantes para manipular químicos.
- ✓ Lavar las manos con abundante agua en caso de contacto directo con algún agente químico.
- ✓ No fumar cuando esté manipulando agentes químicos, puede causar explosiones o incendios.
- ✓ Transportar las herramientas de trabajo en un balde, llevarlas en los bolsillos o en las manos puede acarrear accidentes.
- ✓ Usar las herramientas adecuadas para cada trabajo.
- ✓ Utilizar guantes porque el contacto directo de las manos con piezas metálicas las oxida.

### RECUERDE



El uso de herramientas en mal estado causa accidentes.

### ACTIVIDAD 2. Reglas de seguridad

Con el propósito de reafirmar los conocimientos obtenidos durante este curso, se propone la siguiente actividad.



I. Defina dos reglas de seguridad que se deben seguir en la aplicación de las siguientes herramientas.



---

---

---

---

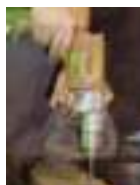


---

---

---

---



---

---

---

---



II. Conteste correctamente los siguientes cuestionamientos, subrayando la respuesta correcta.

1. Como se llama el disco de alambre utilizado para limpieza en pulidores y esmeriles

- a) Carda                                      b) Lija                                      c) Guarda

2. Mencione la herramienta cuyas variaciones se pueden clasificar de la siguiente manera: de poleas, de dos patas, de engranes de tres patas, de balero, hidráulico para baleros, engranes y poleas.

- a) Extractor                                      b) Gato hidráulico                                      c) Polipasto

3. Herramienta que se utiliza para marcar el lugar exacto que se ha trazado previamente en una pieza donde se hará un agujero

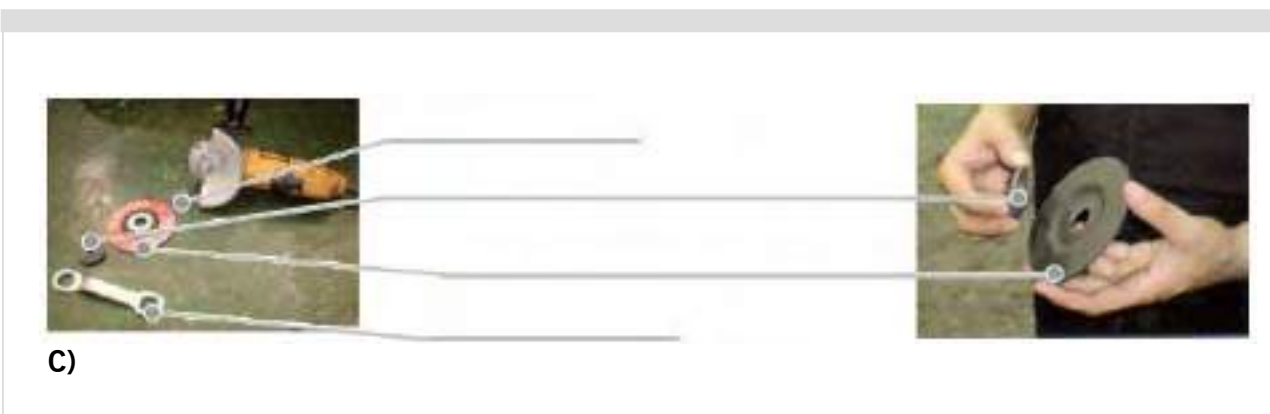
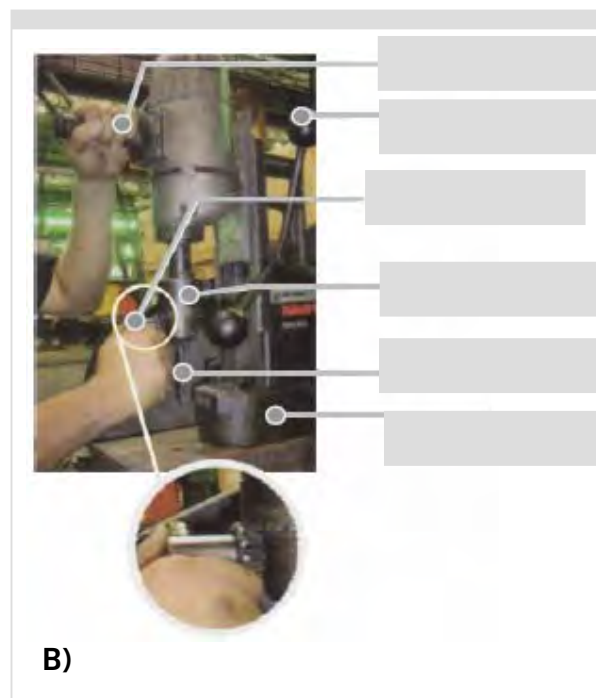
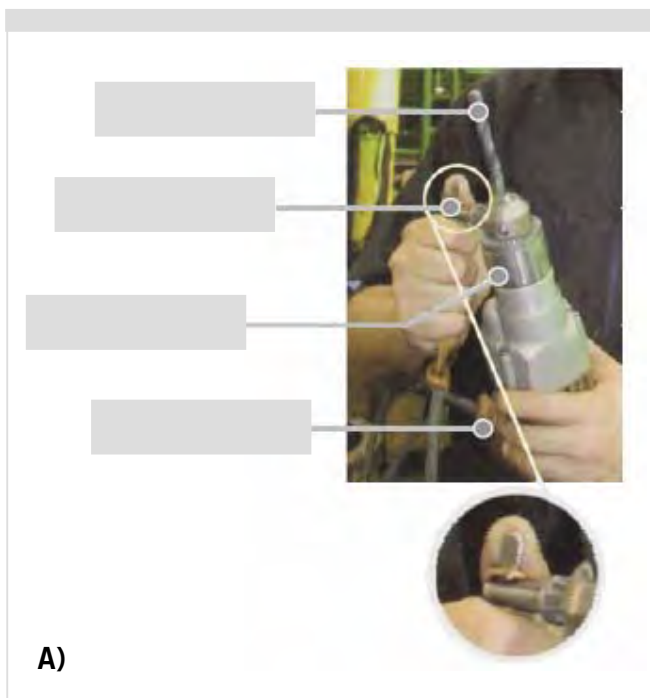
- a) Taladro                                      b) Granete                                      c) Broca

4. Máquina que dispone de un motor y un juego de engranajes para hacer girar un husillo al que pueden acoplarse accesorios en función del trabajo que se quiera realizar

- a) Taladro                                      b) Rectificadora                                      c) Amoladora/esmeriladora



III. Escriba en el espacio el nombre de cada parte de las siguientes herramientas.



En este punto finaliza la explicación sobre el uso correcto de herramientas.

**¡Felicitaciones!**

Ha finalizado el curso.



Manual de Contenido  
del Participante

# Tornillos y Roscas



TX-TMP-0004

ESPAÑOL

# Propósito y Objetivos de este Manual

Este manual tiene como propósito establecer las características y aplicaciones de los distintos tipos de tornillos y roscas.

Los objetivos de este manual se orientan al cumplimiento de los siguientes puntos:



Reconocer los diferentes tipos de tornillos y roscas, sus características y aplicaciones.



Utilizar correctamente los diferentes tipos de instrumentos de medición de las roscas.



Distinguir cuáles son los criterios prácticos para la utilización de herramientas de apriete.

Es importante comprender las consecuencias que el desconocimiento de los conceptos y principios explicados en este manual puede ocasionar en la seguridad y calidad del producto final.

# Cómo Utilizar este Manual

Este manual muestra los distintos tipos de tornillos y roscas que existen así como los lineamientos de para su utilización.

En el manual usted puede encontrar explicación de conceptos, reflexiones, actividades, que son de gran utilidad para aprender y trabajar con sus compañeros y adquirir una nueva mirada que le permita implementar mejoras o cambios en su lugar de trabajo.



---

**CAPÍTULO 1** 5  
Elementos de unión  
roscados y seguros

---



**CAPÍTULO 2** 16  
Roscas

---



**CAPÍTULO 3** 37  
Torque de Fijación

---



**CAPÍTULO 4** 43  
Normas de Tornillos y  
Bulones

---



**CAPÍTULO 5** 49  
Aplicaciones Prácticas

---

El manual contiene pequeñas figuras que se repiten en todos los capítulos y que son una forma de organización de la información para hacer más fácil y dinámica la lectura. Estas figuras se denominan íconos.

A continuación hay una descripción de la utilización de cada ícono, es decir en qué oportunidad aparecen:



### GLOSARIO

Explica términos y siglas.



### RECUERDE

Refuerza un concepto ya mencionado en el texto del manual.



### ANEXO

Profundiza conceptos.



### MANTENIMIENTO

Resalta procedimientos necesarios de mantenimiento.



### PREGUNTAS

Presenta preguntas disparadoras.



### ATENCIÓN

Destaca conceptos importantes.



### EJEMPLO

Ilustra con situaciones reales los temas tratados.



### ACTIVIDAD

Señala el comienzo de un ejercicio que le permitirá reforzar lo aprendido.



### EXAMEN FINAL

Señala el comienzo de la evaluación final.



### FIN DE CAPÍTULO

Señala la finalización del capítulo.



### FIN DE MANUAL

Señala la finalización del manual.

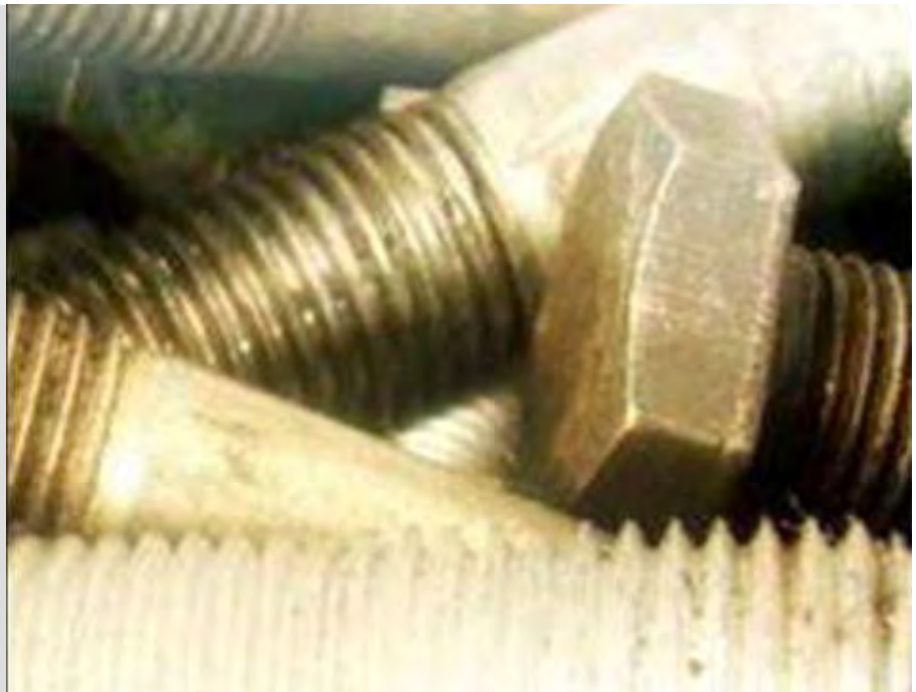
# Elementos de unión, roscados y seguros

## TEMAS DEL CAPÍTULO 1

---

|  |    |
|--|----|
| 1.1 Tornillos  | 6  |
| 1.2 Pernos   | 10 |
| 1.3 Diferencias y similitudes entre tornillos y pernos | 12 |
| 1.4 Espárragos   | 13 |
| 1.5 Arandelas  | 14 |

En este capítulo analizaremos los diferentes tipos de elementos de unión, roscados y seguros.





## 1.1 Tornillos

### Definición y Características

Los tornillos son elementos que se utilizan para sujetar dos o más componentes.



Analicemos sus características específicas:



El tornillo es un elemento de unión roscado externamente que puede introducirse en agujeros de piezas ensambladas.

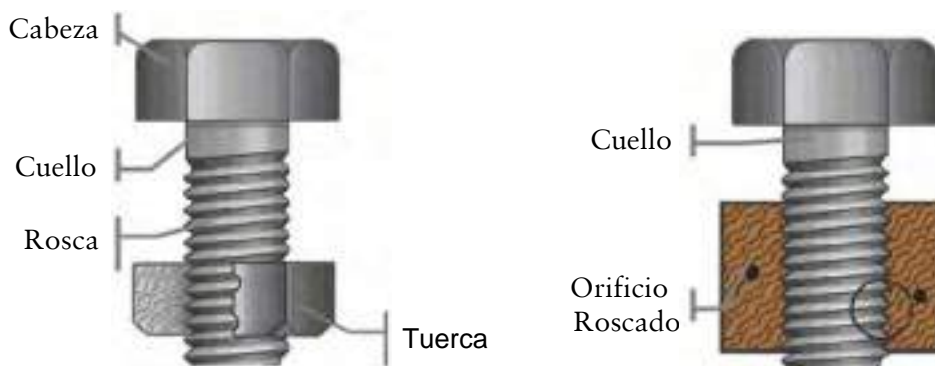


Se puede apretar con una rosca interna preformada o formando su propia rosca.



Puede apretarse o aflojarse girando su cabeza.

Veamos ahora como se conforman los tornillos:



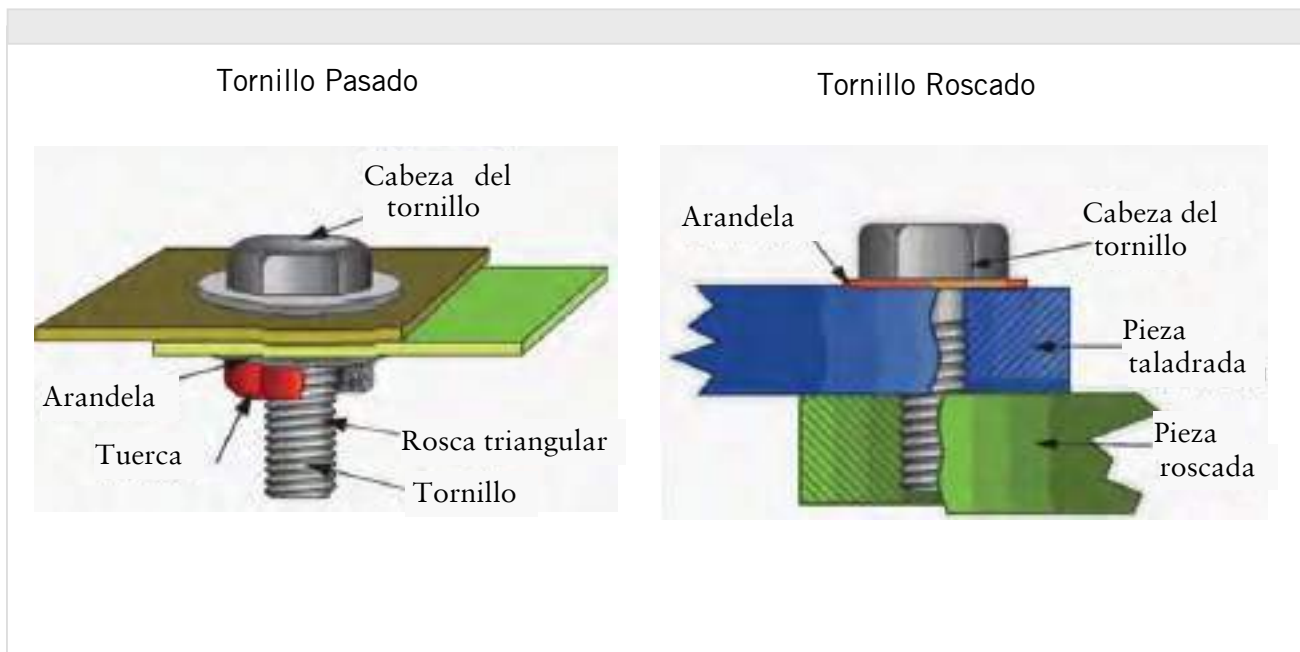
Como se muestra en la imagen, todo tornillo se conforma de una cabeza, un cuello y una rosca.

## Tipos de tornillos

Existen dos tipos de tornillos utilizados en la industria, conocidos como:

| Tornillo Pasado                    | Tornillo Roscado                                |
|------------------------------------|---|
| Se sujeta por medio de una tuerca. | Se sujeta (o se rosca) directamente a la pieza. |

En las siguientes imágenes, podemos observar las características de ambos tipos de tornillos:

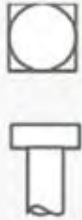


Los tornillos también pueden identificarse según:

- El diámetro nominal
- La longitud
- La rosca (hilos/pulg)
- El material y acabado de protección
- El tipo de cabeza

En función del tipo de cabeza, podemos reconocer los siguientes tornillos:

### EJEMPLOS DE CABEZAS DE TORNILLOS



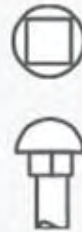
Cabeza Cuadrada



Cabeza Hexagonal



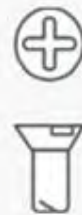
Cabeza Semiesférica  
para destornillador



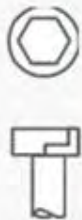
Cabeza Tipo Coche



Cabeza Plana



Cabeza Tipo Parker



Cabeza Tipo Allen



Cabeza Tipo  
Opresor

**ACTIVIDAD 1. Tipos de Tornillos**

Para profundizar los conocimientos sobre los distintos tipos de tornillos, se propone la siguiente actividad.



Unir con flechas cada figura con el nombre correspondiente.



CABEZA TIPO OPRESOR

CABEZA TIPO PARKER

CABEZA TIPO COCHE

CABEZA CUADRADA

CABEZA HEXAGONAL

CABEZA ESFÉRICA  
PARA DESTORNILLADOR

CABEZA TIPO ALLEN

CABEZA PLANA



## 1.2 Pernos

### Definición y Características

Un perno es un elemento de unión roscado externamente.

Está diseñado para insertarse a través de agujeros realizados en piezas ensambladas.

Generalmente se aprieta o se afloja girando una tuerca.



### Resistencia de trabajo de los pernos

Cuando se aprieta la tuerca de un perno se le aplica una tensión que debe tenerse en cuenta para determinar la resistencia o la capacidad de carga del perno o tornillo. Como resultado de las pruebas de campo realizadas, se estableció una fórmula para determinar la resistencia de trabajo de los pernos.

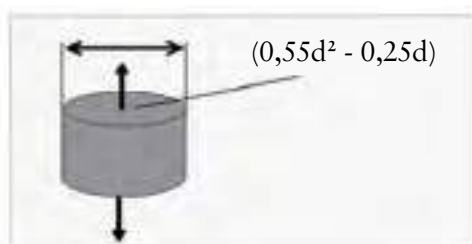
Donde:

|                            |    |   |
|----------------------------|----|---|
| $W = St (0,55d^2 - 0,25d)$ | W  | Resistencia de trabajo o carga admisible del perno en libras. |
|                            | St | Esfuerzo de trabajo admisible a la tracción del material.     |
|                            | D  | Diámetro exterior nominal del perno o espárrago.              |

### IMPORTANTE

Es importante determinar la resistencia o capacidad de carga de los pernos y tornillos ya que de esta manera podemos evitar roturas y/o el barrido de la rosca.

Por lo tanto, realizando este cálculo podremos estimar la resistencia de trabajo de los pernos y de prevenir roturas y/o el barrido de las roscas. A continuación, veremos un ejemplo de aplicación de la fórmula.



$$W = St (0,55d^2 - 0,25d)$$

## Fallas en las uniones roscadas

Aunque se tomen precauciones, puede ocurrir una falla en una unión roscada (falla del perno o del tornillo).

Si ocurre una falla

...es preferible que se rompa el perno antes que se desgarran las roscas

Si las roscas internas y externas están construidas de materiales que tienen la misma resistencia a la tracción, para evitar el barrido de las roscas, la longitud roscada no podrá ser menor a la que se encuentra con la siguiente fórmula:

$$L = \frac{2 \times A_t}{3.14 K_n \max [.5 + .577n (E_{\min} - K_n \max)]}$$

Donde:

L = Longitud roscada en pulgada.

n = Número de vueltas por pulgada.

Es (min) = Diámetro mínimo de paso de la rosca externa.

Kn (max) = Diámetro máximo interior de la rosca interna.

A<sub>t</sub> = Área efectiva a tracción de la rosca del tornillo.

$$A_t = 0,785 \left( \frac{D - 0,9743}{n} \right)^2$$

D = Diámetro básico mayor de las roscas.

### IMPORTANTE

La longitud roscada debe ser suficiente para resistir la carga total para romper el tornillo sin llegar a barrerse la rosca.

Para encontrar la carga de rotura de la porción roscada en pernos y tornillos se utiliza la siguiente fórmula:

Donde:

|             |    |   |
|-------------|----|---|
| P = St . At | P  | Carga en libras.  |
|             | St | Resistencia a la tracción del material.                       |
|             | At | Área efectiva en in <sup>2</sup> , encontrada con la fórmula. |

## 1.3 Diferencias y similitudes entre tornillos y pernos

Veamos en que se diferencian los tornillos de los pernos:

| TORNILLO   | PERNO   |
|--|---|
| <p>Un tornillo es un elemento de unión roscado externamente que tiene una rosca que impide su ensamble con una tuerca, por ejemplo con rosca recta de paso múltiple.</p> | <p>Un perno es un elemento de unión roscado externamente que no puede girar durante su ensamblaje y que puede apretarse o aflojarse solamente girando una tuerca.</p> |
|    |    |

Tanto los tornillos como los pernos se designan según las siguientes especificaciones:

- Tamaño nominal (Equivalencia fraccionario decimal)
- Longitud (fraccionaria o equivalencia con 2 decimales)
- Roscas o hilos por pulgadas
- Denominación
- Material (incluyendo especificaciones)
- Acabado

## 1.4 Espárragos

### Definición y Características

Un espárrago es una varilla roscada en ambos extremos.

En su empleo normal, atraviesa un barreno liso de una de las piezas y se atornilla permanentemente dentro de un agujero aterrajado o roscado con el macho de la otra.



### ¿Cuándo utilizamos los espárragos?

El espárrago se emplea cuando los pernos pasantes no son adecuados para piezas que tengan que moverse con frecuencia.

### EJEMPLO

Culatas de cilindros y tapas de cajas de distribución.

Para utilizarlo, se atornilla un extremo fuertemente en un agujero aterrajado y la parte que queda saliente del espárrago guía a la pieza desmontable hasta su posición.

### IMPORTANTE

La potencia que puede transmitir un perno de sujeción sin que se deslice (cuando se use para sujetar una polea, una rueda dentada u otra parte que gire respecto de un eje) depende de las propiedades físicas del espárrago, del eje y de otros factores.

La experimentación ha mostrado que la fuerza de sujeción de seguridad (en libras) para diferentes diámetros de espárragos de sujeción es :

|  |   |
|--|---|
| Para diámetros de $\frac{1}{4}$ de pulgada (6.35 mm) | La fuerza de sujeción de seguridad es de 100 libras (45,35 Kilogramos - fuerza) |
| Para $\frac{3}{4}$ de pulgadas (19.05 mm)            | 1300 libras (589,67 Kilogramos - fuerza)  |
| Para 1 pulgada (25.4 mm)                             | De 2500 libras (1133,98 Kilogramos - fuerza)                                    |



## 1.5 Arandelas

### Definición y Características

Una arandela es un disco delgado con un agujero, generalmente en el centro, que se utiliza para soportar una carga de apriete.



Las arandelas pueden ser de diferentes materiales. Normalmente son de metal o de plástico.






### Arandelas de seguridad helicoides:

Las arandelas de seguridad están dentadas interior y exteriormente



Conozcamos qué función cumplen:

-  Ejercer una buena tensión sobre el perno por unidad de par, aplicada en conjuntos apretados.
-  Proporcionar superficies de apoyo endurecidas para un control uniforme del par.
-  Brindar protección contra el aflojamiento que puede resultar de vibraciones o corrosiones.

**ACTIVIDAD 2. Aplicaciones Generales.**

Para profundizar los conocimientos acerca de los pernos, espárragos y arandelas, realizáremos el siguiente ejercicio.



Indicar la respuesta correcta.

**1**

Una arandela es:

- a) Un disco delgado con un agujero.
- b) Un círculo con un agujero.
- c) Una placa con un agujero.

**2**

Una arandela se utiliza para:

- a) Acompañar a un tornillo.
- b) Soportar una carga de apriete.
- c) Una función no específica.

**3**

Se emplea cuando los pernos pasantes no son adecuados para piezas que tengan que deben moverse con frecuencia.

- a) Pernos
- b) Arandelas
- c) Espárragos

**4**

Está diseñado para insertarse a través de agujeros realizados en piezas ensambladas, generalmente se aprieta o se afloja girando una tuerca.

- a) Tornillos
- b) Pernos
- c) Arandelas

**5**

Si ocurre una falla en las uniones roscadas con perno es preferible:

- a) Desgarrar las roscas para salvar el perno.
- b) Que se mantenga el perno en la posición inicial de ensamble.
- c) Que se rompa el perno antes que se desgaren las roscas.

**¡Felicitaciones!**

Usted ha finalizado el capítulo 1.

A continuación se desarrollará el capítulo 2 Roscas.



# Roscas

## TEMAS DEL CAPÍTULO 2

---

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| 2.1 Definición y características | 17 |
| 2.2 Clasificación de roscas      | 22 |
| 2.3 Formas de roscas             | 23 |
| 2.4 Series de roscas             | 29 |
| 2.5 Clases de roscas             | 31 |
| 2.6 Método de medición de roscas | 33 |

En este capítulo se desarrollarán las características y la terminología referentes a las roscas.



## 2.1 Definición y características

### Definición y Características

La rosca es un resalte o arista generalmente de sección uniforme y producido al formar una ranura en forma de:

Hélice en la superficie exterior o interior de un cilindro.

Espiral cónica en la superficie de un cilindro.

Espiral cónica en la superficie exterior o interior de un cono o de un tronco de cono.



Las roscas se caracterizan por su:



Perfil

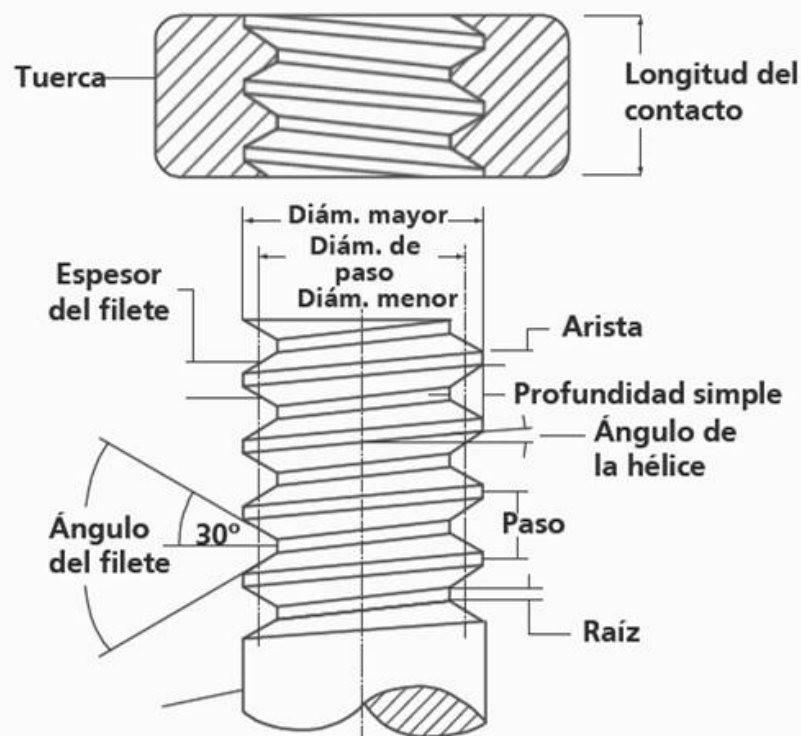


Paso



Diámetro

En la siguiente imagen, aprenderemos la terminología referente a las roscas (en las páginas posteriores, describiremos cada concepto).



Veamos en profundidad cada una de estas características:

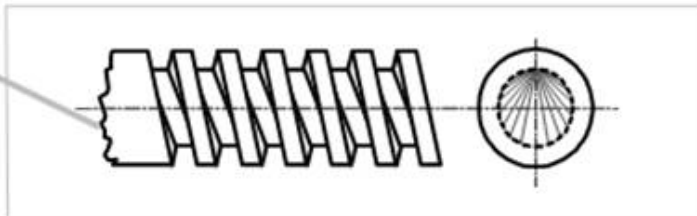
#### Filete o hilo

Es la saliente de sección uniforme arrollada en forma de hélice sobre la superficie de un cilindro o de un cono.

**Rosca exterior**

Es la que se ubica en la parte externa de una pieza.

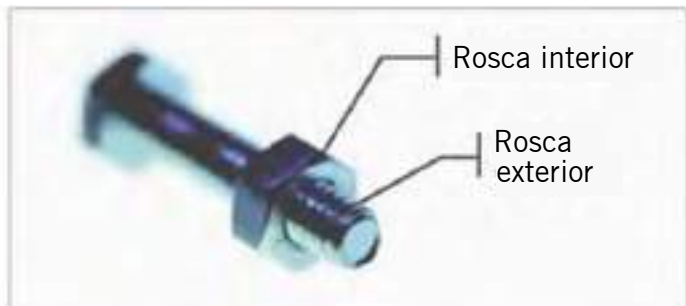
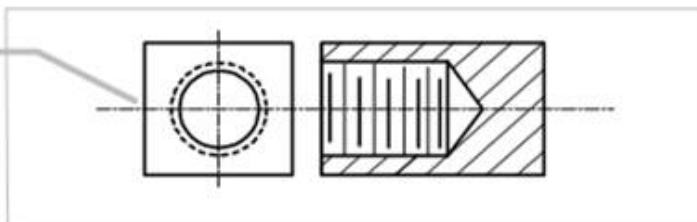
Recubre la parte exterior de un cilindro



**Rosca interior**

Es la formada en la superficie interna de un elemento.

Recubre la parte interior de un cilindro



**EJEMPLO**

Rosca interior:  
Agujero roscado y tuerca.

Rosca exterior:  
Tapón roscado y tornillo.

**Diámetro exterior o nominal**

Es el diámetro mayor de la rosca del tornillo o de la tuerca. En este último caso, también suele llamarse diámetro mayor.

**Diámetro del núcleo**

Es el menor diámetro de la rosca del tornillo o de la tuerca, también se lo denomina diámetro menor o diámetro del agujero.

**Diámetro de los flancos**

En una rosca de tornillo con filetes de perfil recto, es el diámetro de un cilindro imaginario, cuya superficie corta a los hilos de puntos tales que resultan iguales al espesor de los filetes, y al ancho de los espacios entre ellos.

Analicemos el “Paso” y el “Avance” en forma conjunta:

**Paso** Es la distancia entre un punto de un filete y el punto correspondiente del adyacente.

Cuando el paso se expresa en pulgada es:

$$\text{PASO} = \frac{1}{\text{N}^\circ \text{ DE HILOS POR PULGADA}}$$

$$1 \text{ pulgada} = 1'' = 25,4\text{mm}$$

**Avance** Es la distancia axial que recorre un filete en una vuelta.

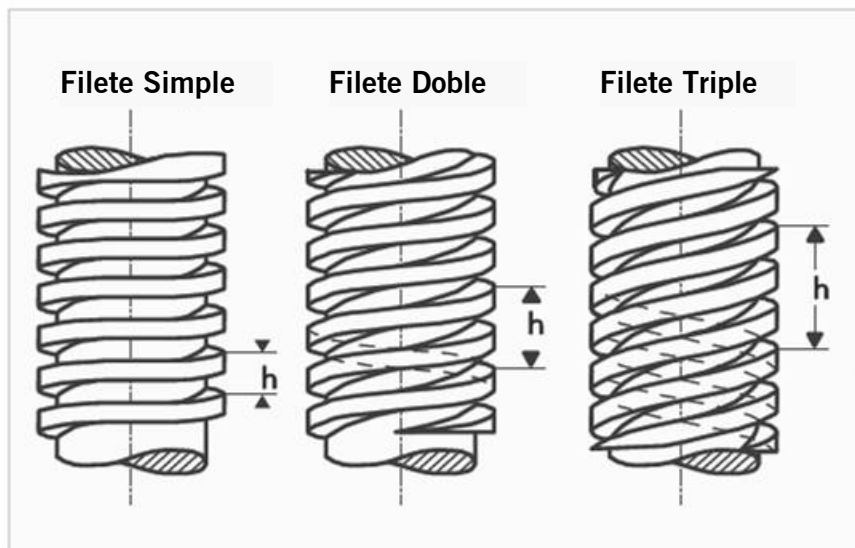
Para aclarar estos temas, veamos un ejemplo:

#### EJEMPLO

Para un tornillo el paso de la rosca será la distancia desde el centro de un filete al centro del filete siguiente, ya sea si el tornillo es de rosca única, doble, triple o cuádruple.

El avance de una rosca es la distancia que la tuerca se moverá hacia adelante en el tornillo si se la hace girar alrededor de éste una revolución completa.

Observemos cómo es el paso y el avance para los distintos tipos de filetes.



En una rosca de filete simple, el avance y el paso son exactamente iguales.

En una rosca de filete doble (con doble entrada) el avance es dos veces el paso.

En una rosca de filete triple (con tres entradas) el avance es tres veces el paso.

Ángulo del filete a de los flancos

Recibe esta denominación el ángulo determinado por los flancos de un filete y medido sobre un plano que contiene al eje de simetría (del tornillo y/o tuerca).

Ángulo de la hélice

Es el formado por la hélice de la rosca y tomado sobre el diámetro de los flancos, con un plano perpendicular al eje.

Arista

Es la superficie superior que une los flancos de un filete.

Raíz

Es la superficie inferior que une los flancos de dos filetes adyacentes.

Flanco

Así se denomina a la superficie del hilo, limitada por la arista y la Raíz del mismo.

Eje del tornillo

Es la recta imaginaria central que atraviesa al tornillo longitudinalmente (eje de simetría). En las roscas de origen anglosajón, se lo denomina centre line (línea central).

Base del hilo o filete

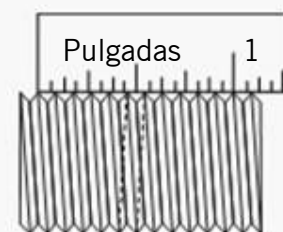
Es la sección inferior del filete. Es decir, la sección mayor comprendida entre dos raíces consecutivas.

Profundidad o altura

Es la distancia entre la arista y la raíz, medida perpendicularmente al eje.

Número de filetes

Es el número de hilos contenidos por pulgada de longitud de rosca.

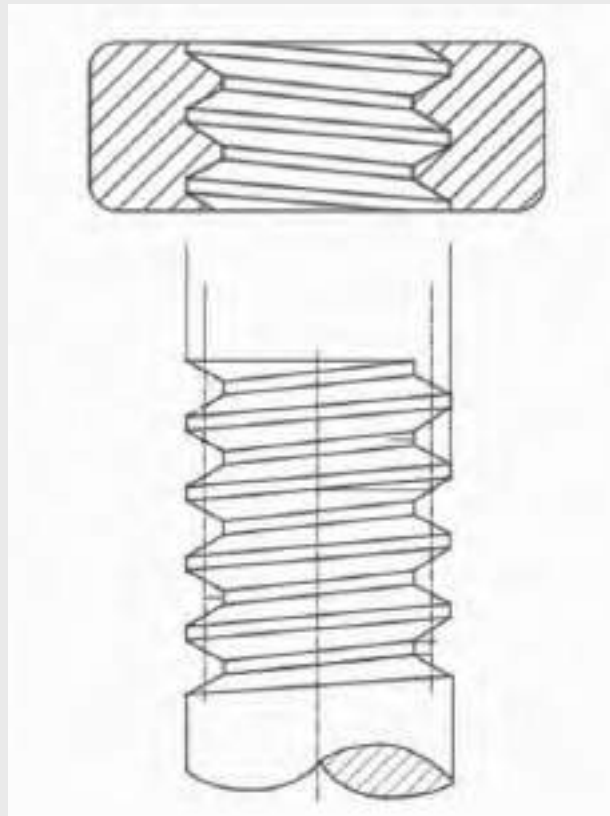


**ACTIVIDAD 3. Terminologías roscas**

Para profundizar sobre las roscas, se propone la siguiente actividad.



Identificar con el número correspondiente cada una de las partes de la rosca en la imagen.



1. Diámetro exterior o nominal

2. Filete o hilo

3. Ángulo del filete a de los flancos

4. Arista

5. Eje del tornillo

6. Diámetro del núcleo

7. Avance

8. Ángulo de la hélice

9. Flanco

10. Profundidad o altura

11. Base del hilo o filete

12. Diámetro de los flancos

13. Rosca exterior

14. Paso

15. Ángulo del filete al de los flancos

16. Raíz



## 2.2 Clasificación de roscas

Las roscas pueden clasificarse según:



La ubicación de la rosca.



El sentido de la pendiente en el filete.

En función de la **UBICACIÓN DE LA ROSCA**, las roscas pueden ser interiores o exteriores según recubran la parte externa de un cilindro o el interior de un orificio también cilíndrico, respectivamente.

Según el sentido de la **PENDIENTE DEL FILETE**, pueden ser derechas o izquierdas dado que puede estar orientada hacia la derecha o la izquierda.

### ROSCA DERECHA

El filete asciende desde la derecha hacia la izquierda (con posición horizontal del eje de simetría). Es la más utilizada.

Para atornillar una tuerca en un perno roscado, aquella girará en el sentido de las agujas del reloj (según el horario).



### ROSCA IZQUIERDA

El filete asciende desde la izquierda hacia la derecha.

Una tuerca debe atornillarse en un perno roscado, tendrá que girar en este caso, en sentido contrario al de las agujas del reloj (opuesto al horario).



## 2.3 Formas de roscas

### Sistemas de Roscas

Para evitar confusiones y ahorrar gastos, se ha procurado normalizar las roscas en los diversos países. En otras palabras, darles dimensiones exactas y clasificarlas según su forma, utilidad y aplicación. Dentro de cada uno de esos grupos, se establecen las proporciones y medidas más convenientes para que puedan cubrir la mayoría de las necesidades.

Se llama  
"Sistemas de  
Roscas" a...

...cada uno de los grupos en que se pueden clasificar las roscas normalizadas (con especificaciones o reglas que deben cumplir).

Existen muchos sistemas de roscas en los diferentes países. Sin embargo, en la técnica sólo se utilizan algunos, ya generalizados por el uso.

-  Sistemas B.A. (British Association)
-  Whitworth (Inglaterra)
-  Sellers, U.N. (Unified National)
-  U.N.R. (Basic Unified National Thread Series)  
Lowenherz (E.E.U.U.)
-  U.N.I. (Ente Nazionale Italiano di Unificazione)  
Métrica (Alemania)

#### IMPORTANTE

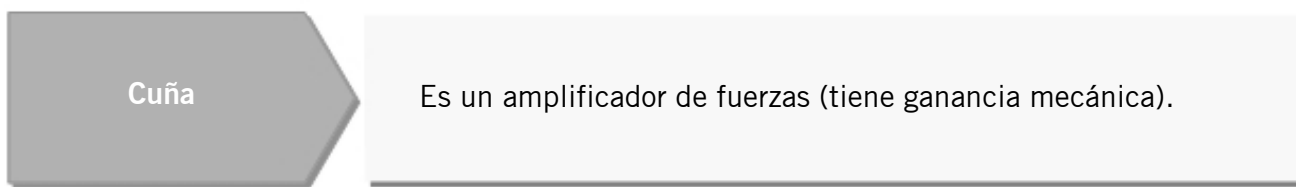
La U.N.R es igual a la U.N excepto por el hecho de que la base de la rosca externa (macho) está redondeada con un radio de curvatura entre 0,108 y 0,144 veces el paso.

### IMPORTANTE

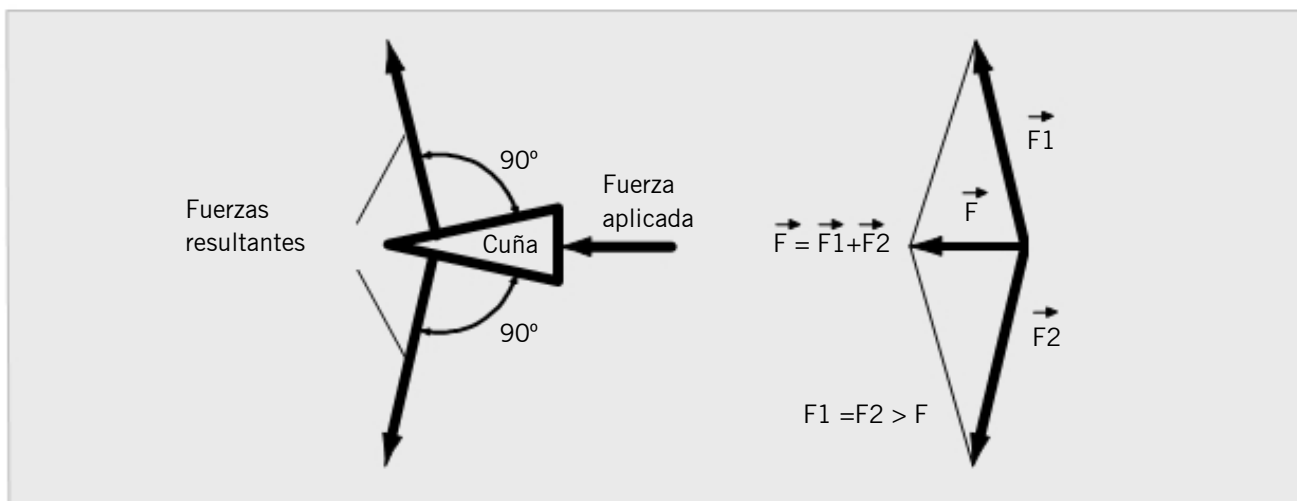
Estos sistemas son generados por perfiles triangulares con ángulos de los flancos variables y se emplean para elementos de unión al ser de mayor resistencia y de menor rendimiento.

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| Mayor resistencia...            | ...porque los triángulos que constituyen la rosca (unidos por su base) ocupan toda la superficie del cilindro o núcleo, mientras que el filete cuadrado se encuentra unido al núcleo, sólo por la mitad de esta superficie.                     |
| También de menor rendimiento... | ...porque es necesario que la fricción entre los filetes de rosca sea grande, para que la tuerca no se afloje fácilmente por eventuales vibraciones o trepidaciones. Estos efectos se atenúan eficazmente por el “efecto cuña” que desarrollan. |

Ahora bien, hablamos del “efecto cuña” pero... ¿de qué se trata? Es un amplificador de fuerzas (tiene ganancia mecánica).



Su forma de actuar es muy simple, transforma una fuerza aplicada en dirección al ángulo agudo ( $F$ ) en dos fuerzas perpendiculares a los planos que forman la arista afilada ( $F_1$  y  $F_2$ ). La suma vectorial de estas fuerzas es igual a la fuerza aplicada.

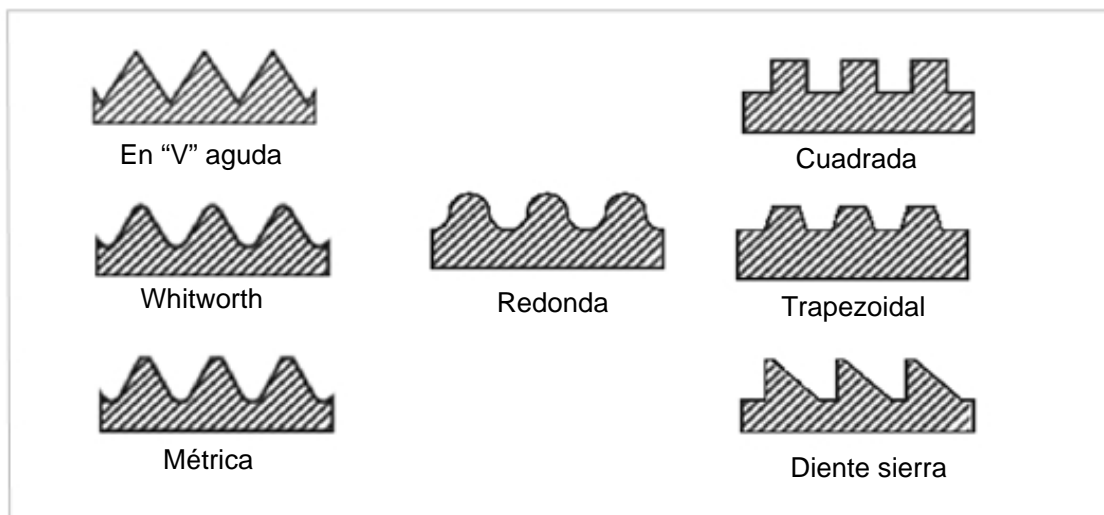


### IMPORTANTE

Las fuerzas resultantes son mayores cuanto menor es el ángulo de la cuña.

## Perfiles de roscas más empleados

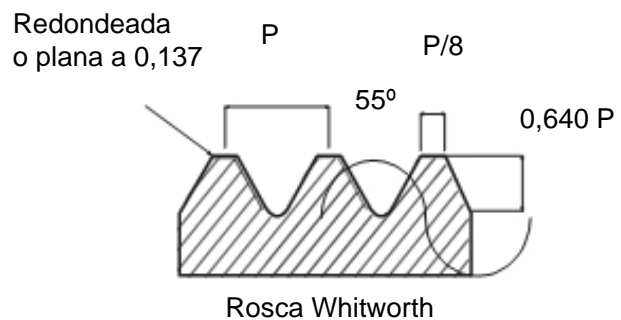
Hay muchos tipos de roscas, los principales se muestran en la figura a continuación.



Veamos las características de cada una de ellas:

### ROSCA WHITWORTH

Es una de las roscas triangulares más comunes que tiene su origen en el sistema de medida inglés, y en vez de dar el paso por una longitud, lo expresa a través de un número que indica la cantidad de filetes que hay en una pulgada. Puede estar arrollada a la derecha o a la izquierda.



Hay diferentes tipos de roscas Whitworth, de acuerdo con las normas inglesas y las norteamericanas:

Según las normas inglesas:

BSW (British Standard Whitworth).

BSF (British Standard Fine)  
correspondiente a roscas finas.

Según las normas norteamericanas son:

UNC: serie de rosca basta, para uso general.

UNF: serie de rosca fina, para aplicaciones que requieren mayor resistencia o donde está limitada la longitud de agarre de la rosca.

UNEF serie de rosca extrafina para piezas muy forzadas.

UNS serie especial de rosca de 8, 12 y 16 hilos por pulgada.

En caso de rosca a gas para tubos:

BSP: serie de rosca cilíndrica según British Standard.

BSPT: serie de rosca cónica según British Standard.

NPS: serie de rosca cilíndrica según American Standard.

NPT: serie de rosca cónica según American Standard.

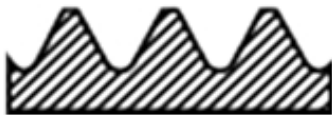
### ROSCA MÉTRICA O INTERNACIONAL

Es una de las roscas triangulares más comunes. Se basa en la unidad métrica decimal. Existen de dos tipos:

- Rosca normal.
- Rosca fina: que tiene menor paso a igualdad de diámetro.

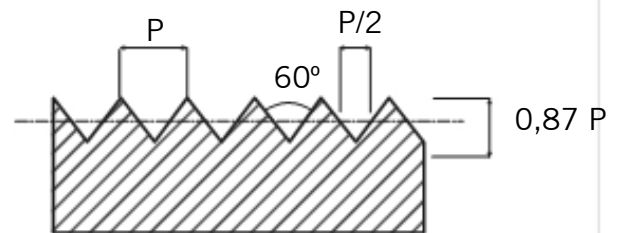
Considerando su grado de calidad:

- Basto.
- Medio.
- Fina.



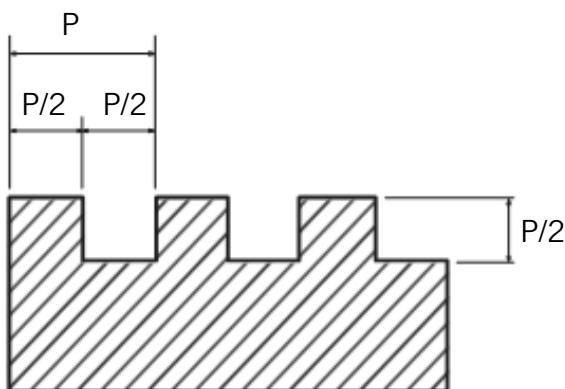
### ROSCA EN V AGUDA

Se aplica en donde es importante la sujeción por fricción o el ajuste, como en instrumentos de precisión. De todos modos, es rara su utilización en la actualidad.



### ROSCA CUADRADA

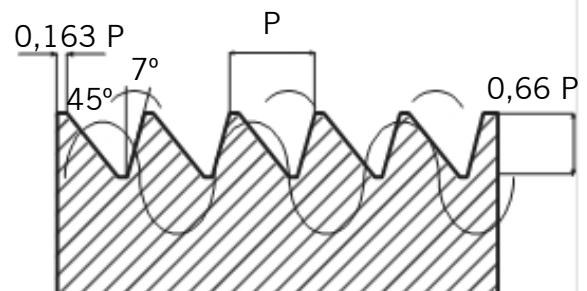
Esta rosca puede transmitir todas las fuerzas en dirección casi paralela al eje. A veces, se modifica la forma de filete cuadrado dándole una conicidad o inclinación de  $5^\circ$  a los lados. Es de difícil construcción, pero son las de mejor rendimiento para transmitir movimientos.



### ROSCA TRAPEZOIDAL

Este tipo de rosca se utiliza para dirigir la fuerza en una dirección. Se emplea en gatos y cerrojos de cañones.

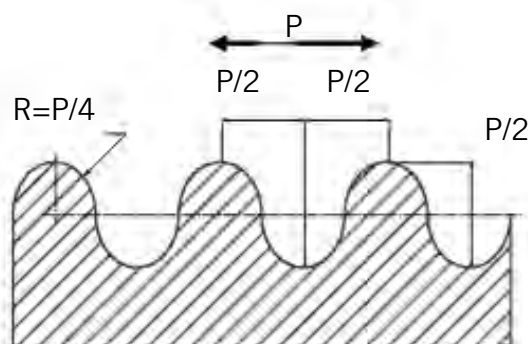
También conocida como rosca ACME, se la emplea principalmente para ejecutar movimientos de traslación, como por ejemplo, tornillos de alimentación o de avance.



### ROSCA REDONDEADA

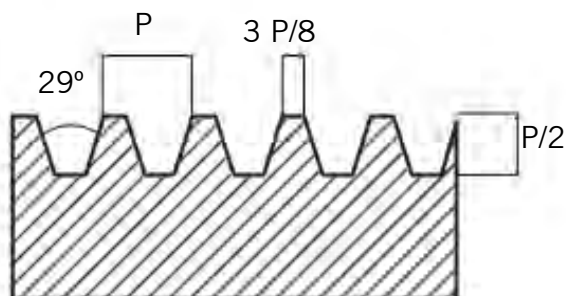
Se emplea cuando es necesario un fácil atornillado y destornillado y cuando es posible que se dañe la rosca. Por ejemplo, la rosca Edison que se utiliza en los casquillos de las lámparas eléctricas, bases de fusibles, fusibles, etc.

Se utiliza en tapones para botellas y bombillos, donde no se requiere mucha fuerza. Es muy conveniente cuando las roscas han de ser moldeadas o laminadas en chapa metálica.



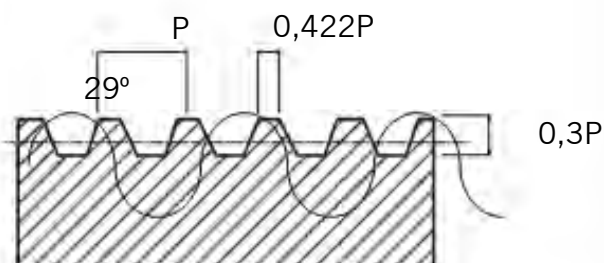
### ROSCA ACME

Ha reemplazado generalmente a la rosca de filete truncado. Es más resistente, más fácil de tallar y permite el empleo de una tuerca partida o de desembrague que no puede ser utilizada con una rosca de filete cuadrado.



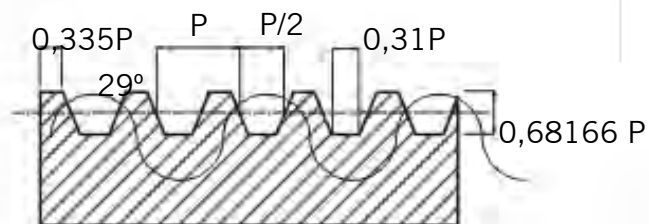
### ROSCA ACME DE FILETE TRUNCADO

La rosca ACME de filete truncado es resistente y adecuada para las aplicaciones de transmisión de fuerza en las que existen limitaciones de espacio.



### ROSCA SIN FIN

Se utiliza sobre ejes para transmitir fuerza a los engranajes sin fin.



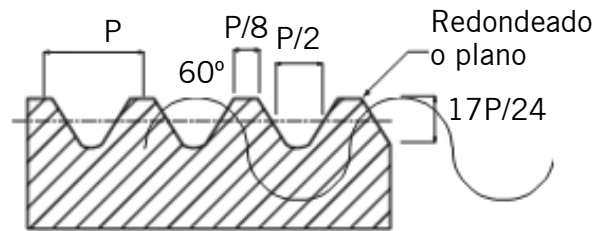
### ROSCA EN DIENTE DE SIERRA

Se destinan a resistir cargas axiales intensas en una dirección y a ser movidos con mucha frecuencia.

## ROSCA NACIONAL AMERICANA UNIFICADA

La norma Americana Standard B1.1 - 1949 fue la primera norma americana referente a las series de roscas unificadas elaboradas de acuerdo con Estados Unidos, el Reino Unido y Canadá, a fin de conseguir el intercambio entre las tres naciones en cuanto a las roscas unificadas.

Los perfiles de diseño para las roscas unificadas definen la condición de máximo material tanto como para las roscas exteriores como para las interiores sin margen.



### Características de las roscas Norteamericanas Unificadas: Roscas exteriores UN

Se especifica un fondo plano, pero es necesario prever cierto desgaste en las crestas de la herramienta de roscar, por lo que es opcional redondear el contorno del fondo más allá de un ancho de plano del perfil básico de  $0,25 P$ .

### Roscas exteriores UNR

A fin de reducir el porcentaje de desgaste de las crestas de la herramienta de roscar, y para mejorar la resistencia a la fatiga que tiene la rosca con los fondos planos, el perfil de diseño de las roscas UNR tiene un fondo curvado continuo. El radio de curvatura teórico resultante es  $0,14434 P$ .

En la práctica, el contorno del fondo de las roscas UNR no puede definirse como un radio único, tal como se ve en el perfil de diseño. Con el fin de cumplir esta condición y para prever una tolerancia de fabricación, se especifica un radio mínimo de  $0,10825 P$  para cualquier porción del contorno.

### Roscas exteriores UN y UNR





Tienen las crestas planas. Sin embargo, en la práctica las roscas se producen como crestas parcial o totalmente redondeadas.

### Rosca interior UN

Es necesario tener en cuenta que habrá cierto desgaste en las crestas de las herramientas de roscar; por consiguiente, el fondo del perfil de diseño se ha redondeado y despejado más allá de un plano de  $0,125 P$  del ancho del perfil básico.

## 2.4 Series de roscas

Las series de roscas son grupos de combinaciones de diámetros y pasos, que se distinguen unos de otros por el número de hilos por pulgada aplicable a un determinado diámetro.

-  De paso grueso
-  De paso fino
-  De paso extrafino
-  De paso constante

### Series de roscas de paso grueso

Estas series UNC son las más utilizadas en la mayor parte de la producción de pernos, tornillos, tuercas y demás aplicaciones mecánicas generales.

También se emplean para roscar interiormente materiales de baja resistencia a la tracción, tales como fundición de hierro, acero dulce y materiales blandos (bronce, latón, aluminio, magnesio y plásticos) con el fin de obtener la resistencia óptima a la rasgadura de las roscas interiores.

### Series de roscas de paso fino

Estas series UNF son las adecuadas para la fabricación de pernos, tornillos y tuercas, así como para aquellas aplicaciones en las que no son utilizadas las series de pasos gruesos. También se emplea cuando la longitud de acoplamiento es corta, cuando se desea un ángulo de avance menor o cuando el espesor de la pared exige un paso fino.

### Series de roscas de pasos extrafinos

Estas series UNEF se aplican cuando se necesitan pasos de rosca todavía más finos, como por ejemplo en el caso de longitudes de acoplamiento muy cortas o para tubos, tuercas, casquillos o acoplamientos de muy poco espesor de pared. También se aplican generalmente bajo las condiciones establecidas para las roscas de paso fino.



## Series de paso constante

Veamos en el cuadro diversas series de paso constante UN, con 4, 6, 8, 12, 16, 20, 28 y 32 hilos por pulgada.

| Serie                              | Características   | Utilización   |
|------------------------------------|---|---|
| Series de roscas 8 (8 UN)          | Son series de pasos uniformes para grandes diámetros.   | Originalmente fueron pensadas para tornillos, tuercas y para juntas a presiones elevadas. Ahora se emplean ampliamente como sustitutas de las series de paso grueso en el caso de diámetros superiores a una pulgada. |
| Series de roscas 12 (12 UN)        | Son una series de paso uniforme para diámetros grandes que requieran roscas de paso medio fino.                           | Originalmente fueron pensadas para calderas. Actualmente se emplean como una continuación de las series de paso fino para diámetros superiores a 1 ½" (38,1 mm).  |
| Series de roscas 16 (16 UN)        | Son unas series de paso uniforme para diámetros grandes que requieran roscas de paso fino.                                | Son adecuadas para anillos de ajuste y tuercas de retención, y también se utilizan como continuación de las series de roscas de paso extrafino para diámetros superiores a las 1 11/16" (42,86 mm.).                  |
| Series de roscas 4, 6, 20, 28 y 32 | Se las considera como series de roscas unificadas y normalizadas en una determinada selección de diámetro para cada paso. | Estas series se han empleado ampliamente en la industria para diversas aplicaciones en las que las series normalizadas de paso grueso o basto fino o extrafino no eran aplicables.                                    |

## 2.5 Clases de roscas

Las clases de roscas pueden distinguirse según las cantidades de los márgenes y tolerancias.

Las clases se identifican mediante un número seguido de la letra A o B y se derivan de ciertas fórmulas unificadas en las que las tolerancias del diámetro medio se basan en incrementos del diámetro exterior básico (Nominal), del paso y de la longitud de acoplamiento.



Clases 1A y 1B



Clases 2A y 2B



Clases 3A y 3B

Veamos las características de cada clase de roscas:

| Serie         | Características  |
|---------------|--|
| Clase 1A y 1B | <p>Reemplazan a la clase 1 de la norma Nacional Americana para los nuevos diseños.</p> <p>Se emplean en elementos roscados en los que sea necesario un montaje y un desmontaje rápido y cuando se requiera un margen generoso para permitir un montaje rápido, incluso con las roscas sucias o ligeramente estropeadas.</p> <p>Armamento y usos especiales.</p>  |
| Clase 2A y 2B | <p>El margen minimiza la adherencia en los montajes fuertes con llave o puede servir para acomodar los acabados con revestimiento u otros recubrimientos. Sin embargo, para aquellas roscas con acabados mediante aditivos, los diámetros máximos de la clase 2A deben ser superiores en la cantidad correspondiente al margen.</p> <p>Son utilizadas para aplicaciones generales, incluyendo la fabricación de pernos, tornillos, tuercas y elementos similares de fijación.</p> <p>Algunas aplicaciones requieren cierto margen para permitir la aplicación del lubricante adecuado al efectuar el montaje, particularmente en recipientes a presión y bridas en tuberías de acero, conexiones y válvulas para servicio a elevada temperatura y presión.</p> |
| Clase 3A y 3B | <p>Pueden emplearse en el caso que se deseen unas tolerancias más estrechas a las proporcionadas por las clases 2A y 2B.</p>   |

### IMPORTANTE

Las clases 1A, 2A y 3A se aplican únicamente a las roscas exteriores mientras que las clases 1B, 2B y 3B se aplican solo a las roscas interiores.

### ACTIVIDAD 4

Para profundizar los conocimientos sobre las series y clase de roscas, se propone la siguiente actividad.



#### I.- Unir con flechas.

|  |  |
|--|--|
| <div style="border: 1px solid gray; padding: 10px; background-color: #f0f0f0; margin-bottom: 10px;">De paso grueso</div> | Se aplican cuando se desean pasos de rosca todavía más finos, como por ejemplo en el caso de longitudes de acoplamiento muy cortas o para tubos, tuercas, casquillos o acoplamientos de muy poco espesor de pared. |
| <div style="border: 1px solid gray; padding: 10px; background-color: #f0f0f0; margin-bottom: 10px;">De paso fino</div>   | Se emplean para roscar interiormente materiales de baja resistencia a la tracción esto con el fin de obtener la resistencia óptima a la rasgadura de las roscas interiores.  |
| <div style="border: 1px solid gray; padding: 10px; background-color: #f0f0f0;">De paso extrafinos</div>                  | Se emplea cuando la longitud de acoplamiento es corta, cuando se desea un ángulo de avance menor.  |

#### II.- Completar el tipo de clase para cada aplicación.

| Aplicación  | Clase |
|---|-------|
| Algunas aplicaciones requieren cierto margen para permitir la aplicación del lubricante adecuado al efectuar el montaje, particularmente en recipientes a presión y bridas en tuberías de acero, conexiones y válvulas para servicio a elevada temperatura y presión. |       |
| Se emplean cuando es necesario un montaje y desmontaje rápido.  |       |
| Pueden emplearse en el caso que se deseen unas tolerancias más estrechas a las proporcionadas por las clases 2A y 2B.   |       |

## 2.6 Método de medición de roscas

### Medición del diámetro primitivo de filetes con micrómetros para roscas

Como el diámetro primitivo (o diámetro en el ángulo de un macho de roscar o de un tornillo) es la dimensión más importante, es necesario medir el diámetro primitivo de las roscas además del diámetro exterior.

#### IMPORTANTE

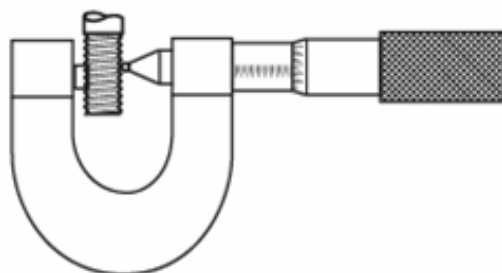
Un método para medir el diámetro de una rosca consiste en el empleo de un Micrómetro especial para roscas.

Veamos como se realiza la medición con el Micrómetro para Roscas.

Para determinar el diámetro primitivo teórico (que se mide con el micrómetro) se debe:

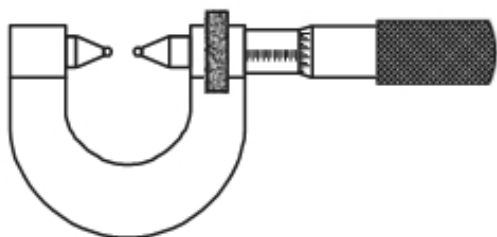
Restar la profundidad del filete, del diámetro exterior normal.

MICRÓMETRO PARA ROSCA



Ahora bien, si se dispone de calibres normales de vástago, llamados también cilíndricos, no es necesario medir el diámetro primitivo, si no simplemente compararlo con el calibre normal. En este caso se puede utilizar un Micrómetro de Punta de Bola.

MICRÓMETRO DE PUNTA DE BOLA



#### GLOSARIO

Micrómetro:

Instrumento de medición destinado a medir las dimensiones de un objeto con gran precisión, del orden de centésimas y de milésimas de milímetros (micra).

### Medición de roscas de tornillo por el método de los tres alambres

El diámetro efectivo o primitivo puede medirse casi exactamente por medio de un micrómetro corriente y tres alambres de igual diámetro. Este método se emplea extensamente para verificar la exactitud de los calibres de vástago para roscas y otras roscas de precisión.

### ¿Cómo se realiza la medición?

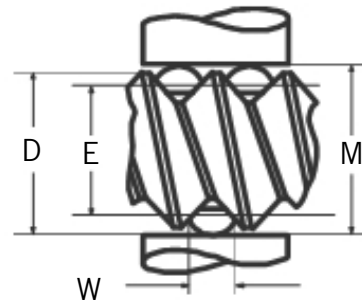
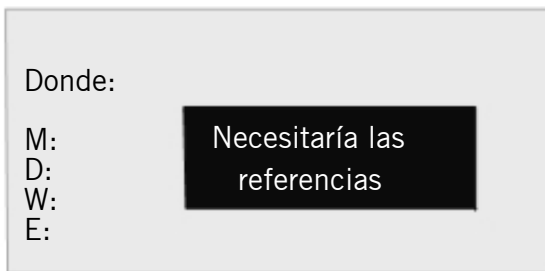
Dos de los alambres se colocan en contacto con un lado de la rosca y el tercer alambre en una posición diametralmente opuesta.

Generalmente se usa un micrómetro ordinario, pero es preferible utilizar alguna forma de “micrómetro flotante”, especialmente para medir calibres para roscas y realizar otros trabajos de precisión.

Con esta disposición el micrómetro se mantiene constantemente en ángulo recto con el eje del tornillo. De esta manera, es suficiente un alambre a cada lado en lugar de tener dos en un lado y uno en el otro, como cuando se emplea un micrómetro común.

### Fórmulas para la medición con tres alambres

Se han establecido varias fórmulas para verificar los diámetros primitivos de roscas de tornillos para medición sobre alambres de tamaño conocido.



### Fórmulas para determinar la dimensión M

Uno de los factores de las fórmulas para determinar el valor de la dimensión M, es el diámetro primitivo requerido, E en la fórmula. Luego, al tallar o rectificar una rosca de tornillo, la medida M real se hace concordar con el valor calculado de M.

Las fórmulas para determinar la dimensión M pueden ser modificadas de manera que incluyan el diámetro básico mayor o exterior en vez del diámetro primitivo.

### Fórmulas para determinar diámetros primitivos E

Existen fórmulas que dan el valor del diámetro primitivo E cuando la dimensión M es conocida. Así, inicialmente el valor de M se busca por medición efectiva y luego se incluye en la fórmula para determinar el diámetro primitivo correspondiente E. Este tipo de fórmula es útil para determinar el diámetro primitivo de una rosca patrón existente u otra rosca de tornillo en conexión con trabajos de inspección.

Por lo tanto:

$$M = D - (1,5155 \times P) + (3 \times W)$$

$$M = E - (0,86603 \times P) + (3 \times W)$$

Donde:

$$W = 0,5 \times \text{paso} \times \sec \frac{1}{2} \text{ ángulo o}$$

Para roscas de 60°

$$W = 0,57735 \times \text{paso}$$

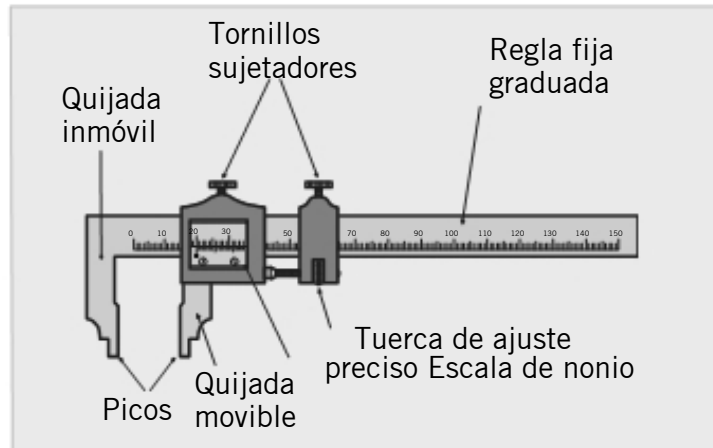
Sec = Secante del ángulo.

## Otro método de medición

Otro método que se puede utilizar en la medición de roscas es la utilización de plantillas o peines y un instrumento para medir el diámetro del tornillo.

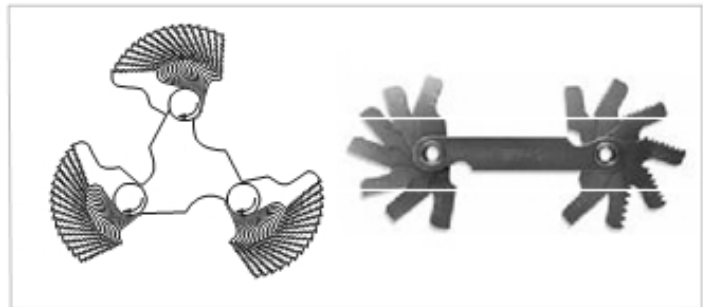
1

En este método, el primer paso es determinar el diámetro nominal del tornillo, con ayuda del vernier o el pie de rey



2

Con el dato anteriormente tomado del Vernier, se escoge el peine adecuado y se verifica la exactitud del número de hilos por pulgada o el paso.



**ACTIVIDAD 5**

Para profundizar los conocimientos sobre las sobre las roscas, se propone la siguiente actividad.



Indicar la respuesta correcta

- 1 Las roscas se pueden encontrar:
  - En el interior o exteriormente.
  - Adentro o afuera.
  - Arriba o abajo.
- 2 Las formas de roscas que se pueden encontrar son:
  - Las de tres tipos.
  - De muchos tipos.
  - Fundamentalmente la Norteamericana y la Inglesa.
- 3 La metodología utilizada para la medición de roscas puede ser:
  - El método de dos alambres.
  - El método de tres alambres.
  - El método de filetes de tornillo con micrómetro.

**¡Felicitaciones!**

Usted ha finalizado el capítulo 2.

A continuación se desarrollará el capítulo 3 Torque de fijación.



# Torque de Fijación

## TEMAS DEL CAPÍTULO 3

---

|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| 3.1 ¿Qué es el torque de fijación? | 38 |
| 3.2 Cálculo del torque             | 38 |

En este capítulo analizaremos las características del torque de fijación.





## 3.1 ¿Qué es el torque de fijación?

El torque es la fuerza aplicada en una palanca que hace rotar alguna cosa. En términos científicos el torque es la fuerza aplicada multiplicada por el largo de la palanca y se mide comúnmente en Newton metro.

### EJEMPLO



Una llave de punta ajustando una tuerca.

Al aplicar fuerza en el extremo de la llave se aplica un torque que hace girar la tuerca. Mientras más largo sea el mango, mayor es el torque ejercido con la misma cantidad de fuerza.

## 3.2 Cálculo del torque

La relación entre carga aplicada y torque de fijación en uniones roscadas, no puede ser predicha con absoluta seguridad por la gran cantidad de variables interrelacionadas que directa o indirectamente afectan la fricción:



Textura de la superficie



Lubricación



Tipo de recubrimiento



Velocidad de apriete

Cuando comparamos dos o más tornillos idénticos en el mismo medio ambiente y en la misma aplicación, se pueden encontrar diferencias significativas en la carga desarrollada para el mismo torque de fijación.

Se puede calcular con bastante aproximación el torque necesario para producir una cierta carga en una unión roscada mediante la siguiente fórmula:

$$T = k \cdot D \cdot W$$

Donde:

T = Torque necesario (kgm , kgcm , Lb inch, Lb pie)

D = Diámetro nominal del tornillo (m , cm, inch ,pie)

W = Carga aplicada (kg , Libras)

K = Coeficiente de Torque (varía entre 0,14 y 0,21 el valor más utilizado es 0,166)

## IMPORTANTE

Debido a estas consideraciones y a que no todas las uniones roscadas se deben apretarse con el mismo torque las normas no poseen tablas de torque. El torque debería calcularse para cada aplicación.

Las normas DIN recomiendan como torque máximo aquel que genere una tensión, en el tornillo o bulón, igual al 70% de la tensión de fluencia.

La norma SAE recomienda como torque máximo aquel que genere una tensión, en el tornillo o bulón, igual al 90% de la carga de prueba.

### Ejemplos de cálculo de torque:

1

1. Calcular el torque máximo de un tornillo Allen M16 grado 12.9

Tensión de fluencia min. = 108 Kg/mm<sup>2</sup>  
 70% de Tensión de fluencia = 75,6 Kg/mm<sup>2</sup>

$$A = \frac{P}{4} \frac{\pi}{\epsilon} + \frac{\pi}{2} \frac{\phi^2}{\phi} = 167,85 \text{ mm}^2$$

dp = Diámetro primitivo de la rosca = 15,026 mm

dm = Diámetro menor de la rosca = 14,212 mm

W = Carga máxima aplicada al tornillo = 75,6 Kg/mm<sup>2</sup> . 167,85 mm<sup>2</sup>  
 = 12689,57 Kg

T = k . D . W

T = 0,166 x 0,016 x 12689,57

$$T = 33,7 \text{ Kgm}$$

2

2. Calcular el torque de un tornillo Allen 5/8" UNC Grado 8

Tensión de prueba = 84 Kg/mm<sup>2</sup>  
 90% = 75,6 Kg/mm<sup>2</sup>

dp = 14,196 mm

dm = 13,00 mm

mm

Área resistente = 145,22 mm<sup>2</sup>

W = 75,6 x 145,22 = 10978,63 Kg

T = k . D . W

T = 0,166 x 0,015875 x 10978,63

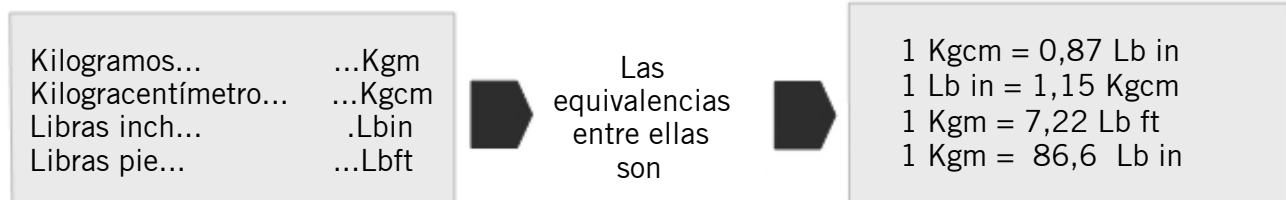
$$T = 28,93 \text{ Kgm}$$

El torque calculado con esta fórmula puede aplicarse tanto a roscas normales como finas ya que el coeficiente de torque  $k$  varía muy poco en función del paso. La diferencia entre el torque calculado para una rosca normal y una fina varía en el orden del 2,5 % siendo mayor el de la rosca fina.

Esto puede resultar sorprendente para muchas personas pues se cree que a un menor ángulo de la hélice, la carga aplicada resultaría ser mayor para el mismo torque. Pero esto no es cierto ya que el 90% del torque es consumido en vencer las fuerzas de rozamiento sin tener en cuenta el paso de la rosca. Incidentalmente este efecto del alto trabajo de fricción, si el torque permanece constante, ayuda a prevenir el aflojamiento de los tornillos o bulones.

### Tablas de Torque Máximo

Los valores de torque suelen venir expresados en las siguientes unidades:



| Torque Máximo en Kilográmetros |                      |                        |                      |                        |                      |                        |
|--------------------------------|----------------------|------------------------|----------------------|------------------------|----------------------|------------------------|
| 5.1.1.2<br>Diámetro<br>mm      | Torque 12.9          |                        | Torque 10.9          |                        | Torque 8.8           |                        |
|                                | Bulones<br>(general) | Cilindros<br>Hid/Neum. | Bulones<br>(general) | Cilindros<br>Hid/Neum. | Bulones<br>(general) | Cilindros<br>Hid/Neum. |
| M 6                            | 1,51                 | 1                      | 1,26                 | 1                      | 0,90                 | 0,65                   |
| M 8                            | 3,67                 | 3                      | 3,06                 | 2                      | 2,18                 | 1,5                    |
| M 10                           | 7,28                 | 5,4                    | 6,07                 | 4,5                    | 4,31                 | 3                      |
| M 12                           | 12,70                | 10                     | 10,58                | 8                      | 7,52                 | 6                      |
| M 14                           | 20,20                | 15                     | 16,84                | 13                     | 11,97                | 9                      |
| M 16                           | 31,52                | 24                     | 26,27                | 18                     | 18,68                | 14                     |
| M 18                           | 43,37                | 33                     | 36,14                | 27                     | 25,70                | 19                     |
| M 20                           | 61,49                | 46                     | 51,24                | 38                     | 36,44                | 27                     |
| M 22                           | 83,66                | 63                     | 69,71                | 52                     | 49,57                | 37                     |
| M 24                           | 106,32               | 80                     | 88,60                | 66                     | 63,00                | 47                     |
| M 27                           | 155,53               | 116                    | 129,61               | 97                     | 92,16                | 69                     |
| M 30                           | 211,21               | 158                    | 176,01               | 132                    | 125,16               | 94                     |
| M 33                           | 287,41               | 215                    | 239,51               | 180                    | 170,32               | 128                    |
| M 36                           | 369,11               | 278                    | 307,59               | 230                    | 218,73               | 164                    |
| M 42                           | 590,33               | 442                    | 491,94               | 369                    | 349,83               | 262                    |
| M 48                           | 879,48               | 660                    | 733,00               | 549                    | 521,17               | 390                    |
| M 52                           | 1138,10              | 853                    | 948,40               | 711                    | 674,43               | 505                    |
| M 56                           | 1415,39              | 1060                   | 1179,50              | 885                    | 838,75               | 629                    |

| Torque Máximo en Kilográmetros  |                      |                        |                      |                        |
|---------------------------------|----------------------|------------------------|----------------------|------------------------|
| 5.1.1.3<br>Diámetro<br>Pulgadas | Torque GRADO 5       |                        | Torque GRADO 8       |                        |
|                                 | Bulones<br>(general) | Cilindros<br>Hid/Neum. | Bulones<br>(general) | Cilindros<br>Hid/Neum. |
| 1/4                             | 1,16                 | 0,8                    | 1,63                 | 1,5                    |
| 5/16                            | 2,39                 | 2                      | 3,37                 | 3                      |
| 3/8                             | 4,23                 | 3                      | 5,98                 | 4                      |
| 7/16                            | 6,77                 | 5                      | 9,56                 | 7                      |
| 1/2                             | 10,34                | 8                      | 14,59                | 11                     |
| 9/16                            | 14,91                | 11                     | 21,05                | 16                     |
|                                 | 20,58                | 15                     | 29,05                | 22                     |
| 3/4                             | 36,53                | 25                     | 51,58                | 39                     |
| 7/8                             | 58,85                | 44                     | 83,08                | 63                     |
| 1                               | 88,23                | 66                     | 124,56               | 93                     |
| 1 1/8                           | 108,89               | 82                     | 176,57               | 132                    |
| 1 1/4                           | 153,75               | 115                    | 249,33               | 187                    |
| 1 3/8                           | 201,40               | 151                    | 326,60               | 245                    |
| 1 1/2                           | 267,27               | 200                    | 433,41               | 325                    |
| 1 5/8                           | 372,39               | 279                    | 603,87               | 452                    |
| 1 3/4                           | 425,44               | 319                    | 689,91               | 517                    |
| 7/8                             | 582,57               | 436                    | 944,71               | 708                    |
| 2                               | 650,58               | 487                    | 1054,99              | 790                    |

**ACTIVIDAD 6**

Para profundizar los conocimientos sobre la aplicación del torque de fijación, se propone la siguiente actividad.



Complete las siguientes oraciones:

1. Cuando comparamos dos o más tornillos idénticos en el mismo medio ambiente y en la misma aplicación, se pueden encontrar \_\_\_\_\_

en la carga desarrollada para el mismo torque de fijación.

2. No todas las uniones roscadas \_\_\_\_\_

ya que el mismo se debería calcular para cada aplicación.

3. La relación entre carga aplicada y torque de fijación en uniones roscadas, \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ con absoluta seguridad por la gran cantidad de variables que intervienen.

a) Se deben apretar con el mismo torque

b) No puede predecirse

c) Significativas diferencias

d) Puede predecirse

**¡Felicitaciones!**

Usted ha finalizado el capítulo 3.

A continuación se desarrollará el capítulo 4 Normas de tornillos y bulones.



# Normas de tornillos y bulones

## TEMAS DEL CAPÍTULO 4

---



|                |    |
|----------------|----|
| 4.1 Normas DIN | 44 |
| 4.2 Normas SAE | 47 |

La mayoría de los tornillos y bulones utilizados en Ternium responden a dos normas internacionales, las normas DIN y SAE. En este capítulo analizaremos las características de cada una de ellas.






## 4.1 Normas DIN

La mayoría de los tornillos y bulones utilizados en Ternium responden a dos normas internacionales:

-  NORMAS DIN (Alemania)
-  NORMAS SAE (Estados Unidos).

Normas DIN:

-  En los manuales DIN 10 partes A y parte B se encuentran normalizados todo tipo de tornillos, bulones, arandelas, tuercas, con rosca métrica (normal y fina) y rosca Whitworth.
-  Dentro de este manual la norma DIN 267 clasifica los tornillos de acuerdo con sus propiedades mecánicas:
  - Tensión de rotura
  - Tensión de fluencia
  - Dureza
  - Alargamiento
-  Esta norma incluye un sistema que designa los grados de resistencia consistente en dos cifras.
  - La primera cifra es un décimo de la mínima resistencia a la tracción en  $\text{kg/mm}^2$ .
  - La segunda cifra es un décimo de la relación entre el límite de fluencia mínimo y la mínima resistencia a la tracción, expresado en forma de porcentaje.

### IMPORTANTE

Las clases más utilizadas son:

- Bulones cabeza hexagonal con tuerca hexagonal GRADO 8.8
- Tornillos cabeza hexagonal GRADO 8.8
- Tornillos cabeza cilíndrica con hexágono embutido GRADO 12.9
- Tornillos cabeza fresada con hexágono embutido GRADO 12.9

## GRADO 8.8:

|                            |                              |
|----------------------------|------------------------------|
| Tensión de rotura          | 80 - 100 Kg/mm <sup>2</sup>  |
| Tensión de Fluencia mínima | 64 Kg/mm <sup>2</sup>        |
| Alargamiento de rotura     | 12 5 %                       |
| Dureza                     | 21 - 31 HRC                  |
| Material                   | SAE 1038 Templado y Revenido |

## GRADO 10.9:

|                            |                              |
|----------------------------|------------------------------|
| Tensión de rotura          | 100 - 120 Kg/mm <sup>2</sup> |
| Tensión de Fluencia mínima | 90 Kg/mm <sup>2</sup>        |
| Alargamiento de rotura     | 8%                           |
| Dureza                     | 31 - 35 HRC                  |
| Material                   | SAE 4140 Templado y Revenido |

## GRADO 12.9:

|                            |                                     |
|----------------------------|-------------------------------------|
| Tensión de rotura          | 120 -140 Kg/mm <sup>2</sup>         |
| Tensión de Fluencia mínimo | 108 Kg/mm <sup>2</sup>              |
| Alargamiento de rotura     | 8%                                  |
| Dureza                     | 35 - 41 HRC                         |
| Material                   | SAE 4140 / 8640 Templado y Revenido |

## DESIGNACIÓN DE GRADO DE RESISTENCIA DE LAS TUERCAS DE ACERO

Es un número que indica la décima parte de la carga de prueba, especificada en kg/mm<sup>2</sup>. La carga de prueba corresponde a la mínima resistencia a la tracción del perno o tornillo de mayor grado de resistencia con el que se puede utilizar una tuerca.







Grado 8.8



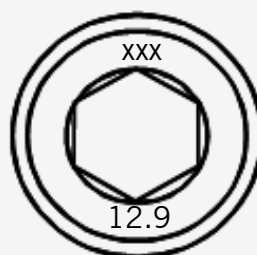
Grado 10.9



Grado 12.9



Grado 10.9



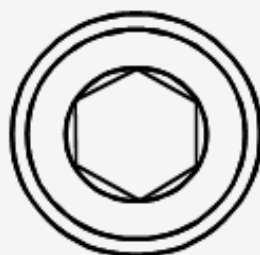
Grado 12.9



SAE Grado 5



SAE Grado 8



SAE Grado 8

## 4.2 Normas SAE

### Normas SAE:

En estas normas se detallan las características de los tornillos, bulones, tuercas, arandelas, etc. con las roscas UNC y UNF (normal y fina).

Esta rosca en pulgadas se diferencia de la WHITWORTH por el ángulo del filete, (60° para la UNC y UNF y 55° para la rosca Whitworth). La cantidad de hilos por pulgada para ambas roscas son iguales, excepto en 1/2" (1/2" UNC 13 hpp, 1/2" W 12 hpp) por lo que no son intercambiables entre sí.

### IMPORTANTE

Las clases más utilizadas son:

|   |             |
|---|-------------|
| Bulones cabeza hexagonal con tuerca hexagonal     | SAE GRADO 5 |
| Tornillos cabeza hexagonal                        | SAE GRADO 5 |
| Tornillos cabeza cilíndrica con hexágono embutido | SAE GRADO 8 |
| Tornillos cabeza fresada con hexágono embutido    | SAE GRADO 8 |

### SAE GRADO 5:

|   |                              |
|---|------------------------------|
| Tensión de rotura : Para diámetro de 1/4" hasta 1"        | 84 Kg/mm2 mínimo             |
| Tensión de rotura : Para diámetro mayor a 1" hasta 1 1/2" | 73,5 Kg/mm2 mínimo           |
| Tensión de rotura : Para diámetro mayor a 1 1/2" hasta 3" | 63 Kg/mm2 mínimo             |
| Tensión de prueba : Para diámetro de 1/4" hasta 1"        | 59,5 Kg/mm2 mínimo           |
| Tensión de prueba : Para diámetro mayor a 1" hasta 1 1/2" | 51,8 Kg/mm2 mínimo           |
| Tensión de prueba : Para diámetro mayor a 1 1/2" hasta 3" | 38,5 Kg/mm2 mínimo           |
| Dureza  | 28 - 35 HRC                  |
| Material  | SAE 1038 Templado y Revenido |

### SAE GRADO 8:

|  |                                   |
|--|-----------------------------------|
| Tensión de rotura : Para diámetro de 1/4" hasta 1 1/2" | 105 Kg/mm2 mínimo                 |
| Tensión de prueba : Para diámetro de 1/4" hasta 1 1/2" | 84 Kg/mm2 mínimo                  |
| Dureza   | 38 - 45 HRC                       |
| Material   | SAE 4140/8640 Templado y Revenido |

**ACTIVIDAD 7**

Para profundizar los conocimientos sobre la aplicación de las normas, se propone la siguiente actividad.



Unir cada concepto con sus características.

NORMAS DIN

En ellas se encuentran normalizados todo tipo de tornillos, bulones, arandelas, tuercas con rosca métrica (normal y fina) y rosca Whitworth.

NORMAS SAE

En estas normas se detallan las características de tornillos, bulones, tuercas, arandelas, etc. con roscas UNC y UNF (normal y fina).

Esta norma incluye un sistema que designa los grados de resistencia consistente en las cifras.

Esta rosca en pulgadas se diferencia de la Whitworth por el ángulo del filete.

**¡Felicitaciones!**

Usted ha finalizado el capítulo 4.

A continuación se desarrollará el capítulo 5 Aplicaciones Prácticas.



# Aplicaciones prácticas

## TEMAS DEL CAPÍTULO 5

---

|  |    |
|--|----|
| 5.1 Recomendaciones y aplicaciones prácticas | 50 |
| 5.2 Casos especiales                         | 59 |

En este capítulo se  
brindarán  
recomendaciones y  
ejemplos de  
aplicaciones  
prácticas.



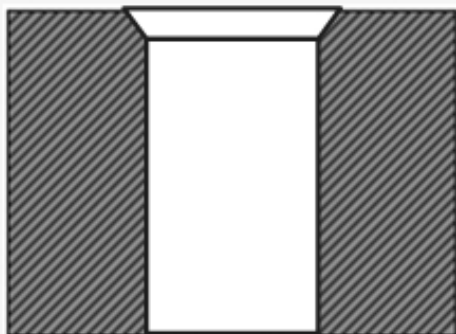
## 5.1

## Recomendaciones y aplicaciones prácticas

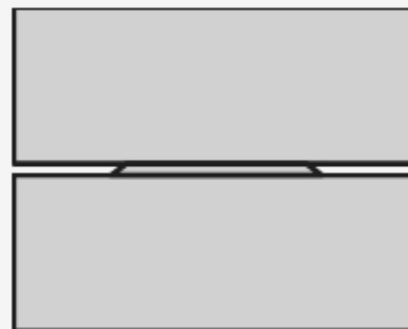
## Tipos de roscas

| PULGADAS<br>(Inglesa) (55°) | SAE<br>(Americana) (60°) | MÉTRICAS<br>(60°) |
|-----------------------------|--------------------------|-------------------|
| W (Grueso)                  | UNC (Grueso)             | MA (Grueso)       |
| WF (Fino)                   | UNF (Fino)               | MB (Fino)         |
|                             |                          | MC                |
|                             |                          | MD                |

a

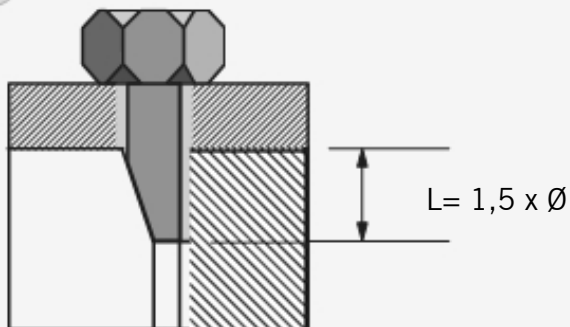


Si tenemos que roscar (pasar macho) se deberá chaflanar o biselar el agujero hasta eliminar el primer filete.



De no tomar esta precaución, al roscar el bulón y ajustarlo, se levantará el primer filete de la rosca del agujero haciendo que las superficies en contacto apoyen solamente en esa zona.

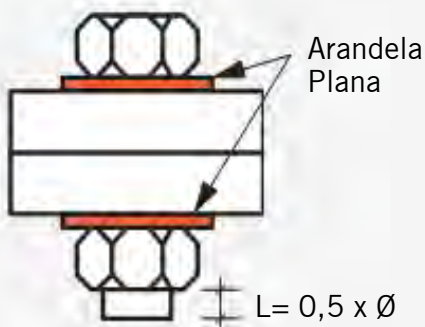
b



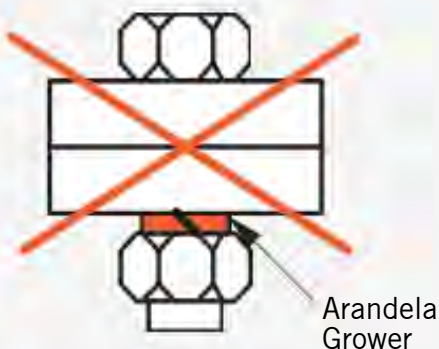
El bulón debe roscar 1 1/2 veces el  $\varnothing$   
Ejemplos  $\varnothing 20$  MA roscar 30 mm.

c

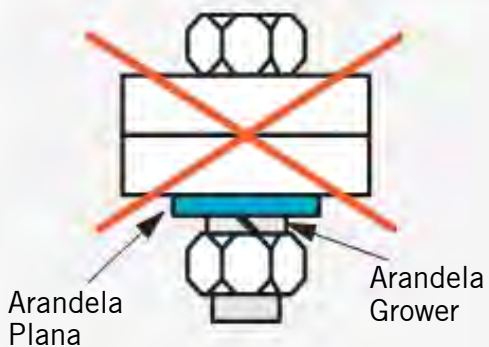
Arandelas



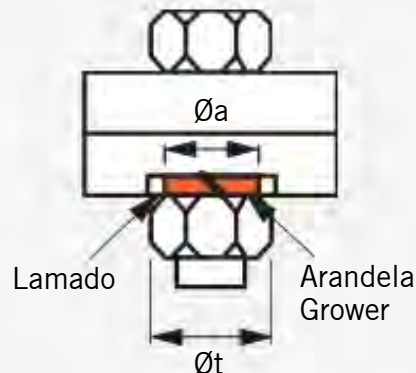
Usar arandelas planas tanto en el lado cabeza como en la tuerca del bulón. La rosca debe sobresalir de la tuerca con un valor como mínimo del indicado en la figura (L).



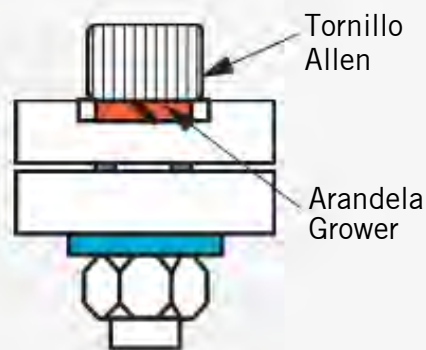
Si no existe lamado NO USAR ARANDELA GROWER



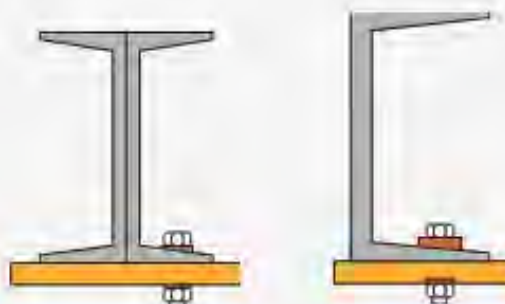
NO USAR ARANDELA GROWER APOYADA SOBRE ARANDELA PLANA



Para tuercas o tornillos de cabeza hexagonal el diámetro exterior de la arandela Grower debe ser menor que el diámetro exterior de la tuerca.



Si se utilizan tornillos Allen, la arandela Grower debe tener el diámetro exterior reducido con respecto a la cabeza del tornillo.

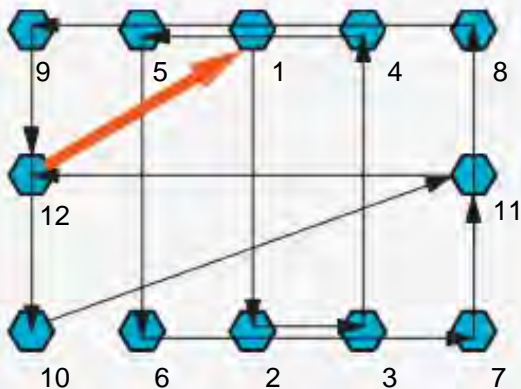


Los ángulos de cada uno de los perfiles indicados en las figuras son distintos, por lo tanto las arandelas a utilizar deberán ser las correspondientes a cada uno de ellos.

d

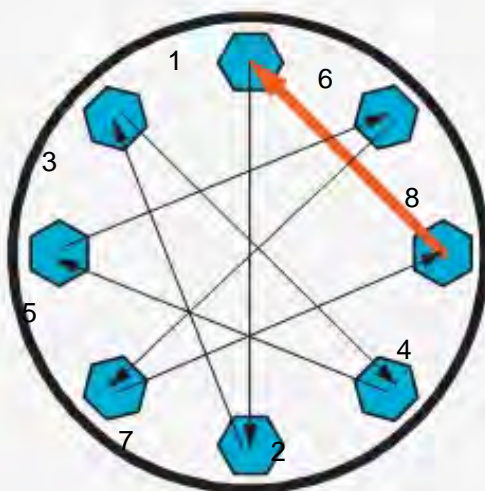
## Secuencia de apriete

### Forma cuadrilátera



Se debe seguir la secuencia de ajuste como lo indica la figura.

### Forma circular



Para este caso deben tenerse en cuenta las mismas consideraciones del ejemplo anterior.

Colocar gotas de aceite a las roscas para disminuir el rozamiento y garantizar el torque.

Pasos:

1. Arrimar
2. Tensar (35% Kgm con llave torquimétrica)
3. Alcanzar el torque (100 % Kgm. con llave torquimétrica)
4. Repasar

#### IMPORTANTE

Para asegurar el apriete, dar tres vueltas de ajuste siguiendo la misma secuencia.

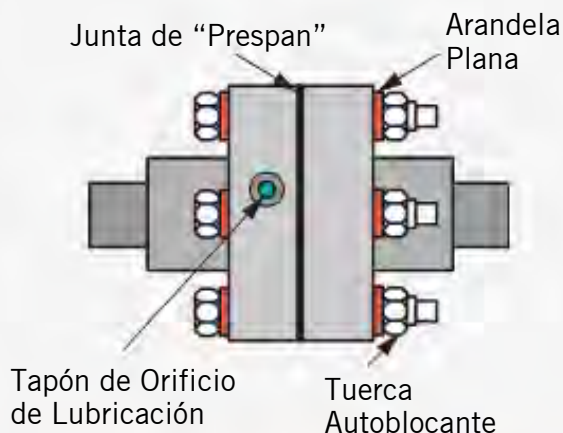
#### IMPORTANTE

Verificar el apriete luego de un tiempo  
**NO SIRVE**



e

## Acoplamientos dentados



Como todos los acoplamientos dentados (ya sean flexibles-flexible o rígido-flexible), son bajo norma "AGMA", se define que los bulones a utilizar deberán ser "UNF" con tuerca autoblocante y arandelas planas de ambos lados.

Deberán llevar una junta de cartón prespan entre las bridas de unión.

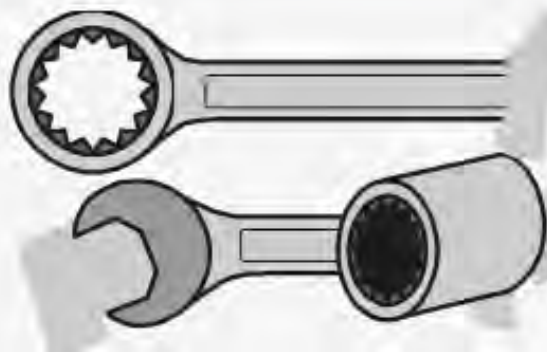
### IMPORTANTE

El alemite deberá ser retirado una vez lubricado el acoplamiento y en su lugar se colocará un tapón Allen para evitar un sobresaliente en la campana que pueda ocasionar un accidente.

### GLOSARIO

#### Alemite:

Es un elemento que se utiliza para el engrasado de piezas o partes mecánicas donde la grasa, lubricante debe penetrar pero no debe salir, es decir debe permanecer dentro de la pieza que se procedió a engrasar.



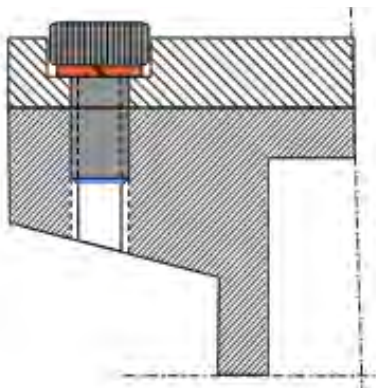
Las herramientas a utilizar serán, indefectiblemente, llaves estriadas y/o tubos. Las fijas de boca se utilizan solamente para aguantar.

El óptimo ajuste se logra con el torquímetro siguiendo la secuencia de apriete.

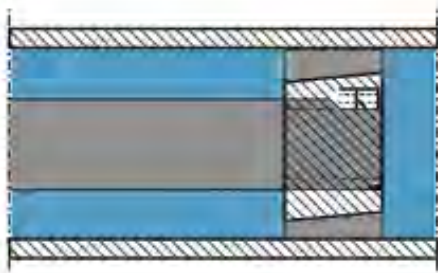


## Consideraciones para el armado de cilindros hidráulicos y neumáticos

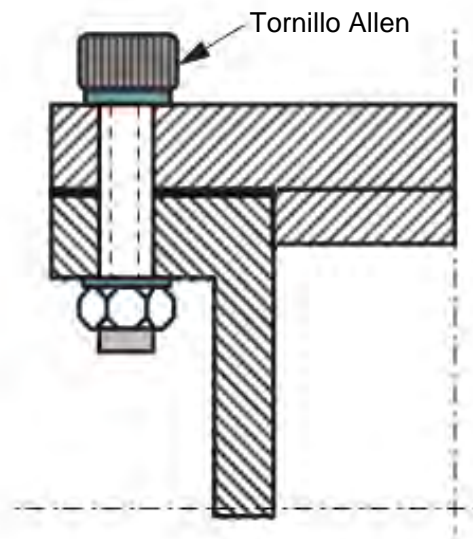
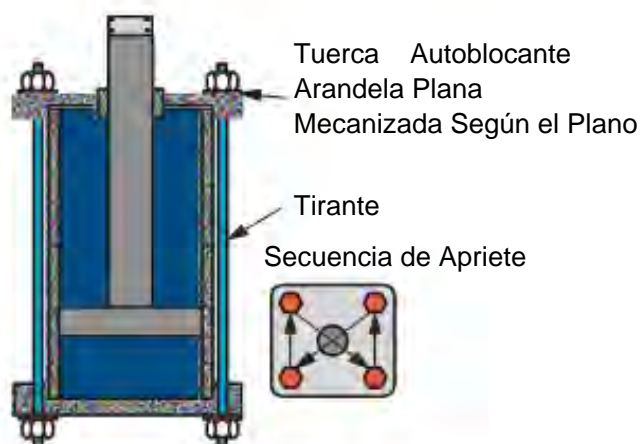
### Cilindro Fossa



Se deberá respetar la secuencia de apriete. La bulonería a utilizar será "ALLEN" con tuerca autoblocante y arandelas planas, en el caso de los cilindros "FOSSA" se podrá utilizar arandela Grower ya que los mismos poseen el lamado.



En todos los casos el pistón se asegurará al vástago colocando dos tornillos prisioneros en línea, con pegamento industrial en los últimos filetes del último prisionero.



### Uso de adhesivos

Se aplicarán adhesivos LOCTITE (azul) ó TRABASIL (rojo) en los siguientes casos:







Prisioneros de pistón de cilindros hidráulicos / neumáticos.



Cabeza de vástagos (Horquillas) de cilindros hidráulicos / neumáticos.

Se recomienda su uso en casos donde:

-  El aflojamiento de los bulones pudieran producir una catástrofe.
-  Existan altas vibraciones.
-  No esté seguro de llegar al torque correcto.
-  Se quiera evitar ataque por oxidación.

Ejemplos observados en la planta

#### INCORRECTO

Falta asegurar los tornillos con alambre.



#### CORRECTO



#### CORRECTO



#### CORRECTO



INCORRECTO

Bulon largo.



CORRECTO



INCORRECTO

Bulones de distintas longitudes.



CORRECTO



INCORRECTO

Tuerca soldada, arandela plana con Grower.



CORRECTO





## INCORRECTO

Cabezas de tornillos soldadas entre si.



## INCORRECTO

Cabezas de tornillos soldadas entre si.



## Usos de herramientas de apriete



Llave Allen



Apriete con llave torquimétrica



Quiebre de la llave al alcanzar el torque prefijado



Equipo hidráulico para ajustar tornillos

### ACTIVIDAD 8

Para profundizar los conocimientos sobre los ejemplos que se observan en la planta, se propone la siguiente actividad.



Observar las imágenes y completar en el recuadro según sea correcta o incorrecta la utilización de los elementos roscados.





## 5.2 Casos especiales

### Ambientes desfavorables

En ciertas ocasiones, los bulones no deben aflojarse o salirse bajo ningún concepto, como se puede observar en el ejemplo de la tapa de sellado EAF. En estos casos es indispensable que el bulón cumpla su función de perno puesto que la desvinculación de estas piezas podría generar un accidente. Generalmente sucede en ambientes tan demandantes por la temperatura, los golpes, la contaminación, etc. Por otra parte, el bulón casi nunca se recupera, sino que directamente se corta y se reemplaza por uno nuevo.



Tornillo y tuerca soldados. Sellado EBT



Mecanismo sellado ETB



En operación



Vista ampliada



En operación



Vista ampliada

### Condiciones extremas por diseño

Bulones con torque de ajuste que alcanza el límite elástico del material. Hay casos en que la fuerza necesaria por diseño es tal que la que se obtiene mediante el apriete normal de un conjunto de tornillos no alcanza (tornillos torqueados al 70% de su tensión máxima de fluencia). En estos casos especiales, se admite el apriete con un torque mayor, que implica trabajar al límite de la zona de deformación permanente del bulón como es el caso de las alungas del perforador del LC2C, donde se aplica un torque de manera que la tensión alcance el límite elástico. En este caso también los bulones ya no son reutilizables.



Alunga del Perforador



Bulones con sobre torque

En este punto finaliza la explicación sobre el capítulo Aplicaciones prácticas.

**¡Felicitaciones!**

Ha finalizado el curso de Tornillos y Roscas.



Manual de Contenido  
del Participante

# Lubricación básica



TX-TGP-0003

ESPAÑOL



# Propósito y Objetivos de este Manual

El manual de lubricación desarrolla los conceptos de lubricación y su importancia para un eficiente funcionamiento en cualquier tipo máquina e industria.

Por tal motivo, los temas que se desarrollan en este manual son la función de lubricación, tipologías, desgaste, lubricantes, entre otros temas centrales, como factores determinantes en la elaboración de políticas de prevención y conservación de las maquinarias.

Los objetivos de este manual se orientan al cumplimiento de los siguientes puntos:



Identificar e interpretar los conceptos de lubricación y sus principios fundamentales.



Aplicar los conocimientos aprendidos en el lugar de trabajo.



Comprender su trascendencia como medida de prevención y conservación de las maquinarias.

Es importante comprender las consecuencias que el desconocimiento de los conceptos y principios explicados en este manual puede ocasionar en la salud, seguridad y medio ambiente y calidad del producto final.

La intención de este manual es presentar a los participantes los principios, métodos y políticas de lubricación que utiliza Ternium, para la prevención y conservación de las maquinarias.

En el manual usted puede encontrar explicación de conceptos, reflexiones y actividades que le permitirán comprender la importancia de desarrollo de programas de lubricación para, luego, ser aplicados en cada ámbito de trabajo al cual pertenece.



---

CAPÍTULO 1 5  
Principios de la Lubricación



---

CAPÍTULO 2 14  
Viscosidad



---

CAPÍTULO 3 24  
Lubricantes



---

CAPÍTULO 4 29  
Desgaste



---

CAPÍTULO 5 39  
Tipos de lubricantes



---

CAPÍTULO 6 69  
Métodos de lubricación

---

El manual contiene pequeñas figuras que se repiten en todos los capítulos y que son una forma de organización de la información para hacer más fácil y dinámica la lectura. Estas figuras se denominan íconos.

A continuación hay una descripción de la utilización de cada ícono, es decir en qué oportunidad aparecen:



### GLOSARIO

Explica términos y siglas.



### RECUERDE

Refuerza un concepto ya mencionado en el texto del manual.



### ANEXO

Profundiza conceptos.



### MANTENIMIENTO

Resalta procedimientos necesarios de mantenimiento.



### PREGUNTAS

Presenta preguntas disparadoras.



### ATENCIÓN

Destaca conceptos importantes.



### EJEMPLO

Ilustra con situaciones reales los temas tratados.



### ACTIVIDAD

Señala el comienzo de un ejercicio que le permitirá reforzar lo aprendido.



### EXAMEN FINAL

Señala el comienzo de la evaluación final.



### FIN DE CAPÍTULO

Señala la finalización del capítulo.



### FIN DE MANUAL

Señala la finalización del manual.

# Principios de la Lubricación

## TEMAS DEL CAPÍTULO 1

---

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| 1.1 Fricción                      | 6  |
| 1.2 Definición de Lubricación     | 8  |
| 1.3 Película lubricante           | 9  |
| 1.4 Tipos de Lubricación          | 10 |
| 1.5 Importancia de la Lubricación | 11 |

Este capítulo tiene la finalidad de presentar los aspectos más importantes de la lubricación, función, tipos de lubricantes y sus aplicaciones en la industria.



## 1.1 Fricción

La fricción es definida como la resistencia al movimiento durante el deslizamiento o rodamiento que experimenta un cuerpo sólido al moverse sobre otro con el cual está en contacto y depende de las características de las superficies.



Las leyes básicas de la fricción son dos:

1

La resistencia de fricción es proporcional al peso.

2

La fricción es dependiente del área de deslizamiento de las superficies.

Existen dos tipos principales de fricción:






Fricción estática



Fricción dinámica

La tribología estudia:




-  La fricción entre dos cuerpos en movimiento.
-  El desgaste como efecto natural de la fricción.
-  La lubricación como un medio para evitar el desgaste.

#### GLOSARIO



**TRIBOLOGÍA:**  
La tribología deriva de la palabra griega Tribos, que significa “frotar o rozar”.

Objetivos de la tribología:

-  Reducir la fricción y desgaste para conservar la energía.
-  Lograr movimientos más rápidos y precisos.
-  Aumentar la confiabilidad del equipo.

#### RECUERDE



La fricción no es una propiedad del material sino una respuesta del sistema.

El hombre necesita controlar la fricción para minimizar el desgaste y el consumo de energía.

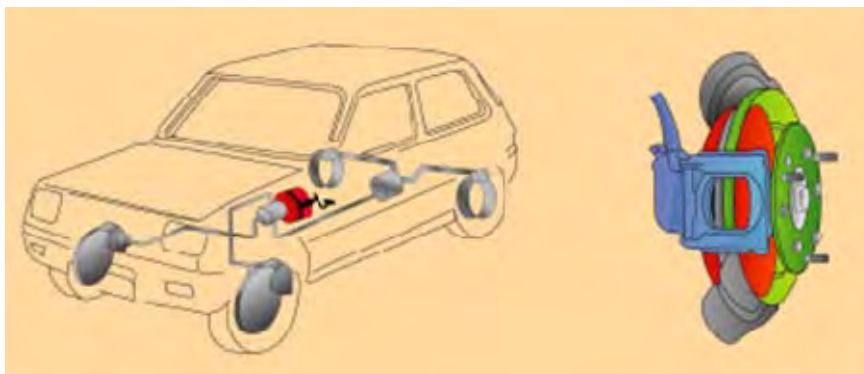
Por ejemplo en acciones cotidianas como caminar, recoger un objeto, abrir un libro, frenar un vehículo, o hacer que un tren pueda desplazarse sobre los rieles.

Todas estas acciones requieren la existencia de una fricción controlada, la carencia absoluta de ella impediría llevarlas a cabo.

#### EJEMPLO



La fricción es utilizada, también, en el sistema de frenos de los automóviles para detener el estado de movimiento.



## 1.2 Definición de Lubricación

La lubricación se define como la interposición entre dos superficies que se encuentran en movimiento relativo una con respecto a la otra de una sustancia cualquiera conocida con el nombre de lubricante.

La lubricación es una de las tareas más importantes en la conservación de la maquinaria. La lubricación está presente en todos los programas de mantenimiento preventivo de cualquier industria o empresa de transporte.



La importancia de una lubricación adecuada requiere de:



Conocimiento del equipo involucrado



Responsabilidad en el proceso



Habilidad



Iniciativa

El diseño del programa de lubricación es aplicable a todas las áreas de la empresa:



Departamento de diseño y equipo



Compras



Administración



Personal de mantenimiento

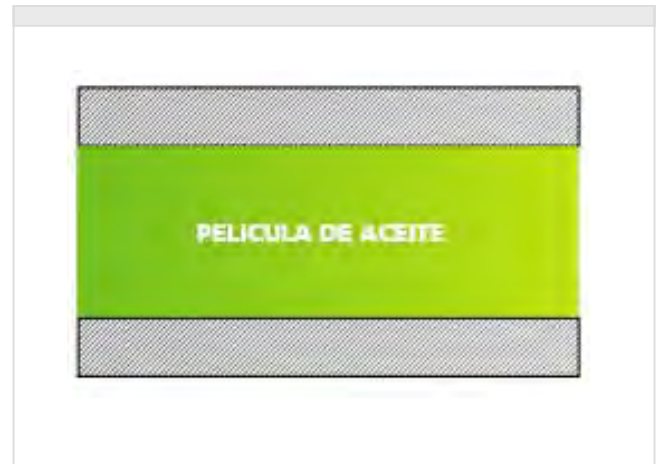
### ATENCIÓN

Un buen lubricante debe asegurar la disminución del desgaste de las superficies lubricadas, el calor generado por fricción y el consumo de energía.

Sin el empleo del lubricante adecuado las superficies metálicas de los mecanismos entrarían en contacto, desgastando prematuramente el equipo.




## 1.3 Película Lubrificante

La película lubricante permite separar las rugosidades de dos superficies que se encuentran en movimiento relativo evitando que entren en contacto directo metal – metal.



### Espesor de la película lubricante

El espesor de la película lubricante determina el tipo de lubricación, tomando en cuenta sus características físicas y químicas, que varían según:

-  La viscosidad del aceite
-  Aditivos que se usan
-  Condiciones de operación del mecanismo

### PARA PENSAR...



¿Sabía que la estabilidad de la película lubricante que se adhiere a la superficie metálica depende del índice de viscosidad del aceite? Si es alto, la película lubricante no se desprenderá de la superficie metálica.



## 1.4 Tipos de Lubricación

1

### LUBRICACIÓN DE LÍMITE

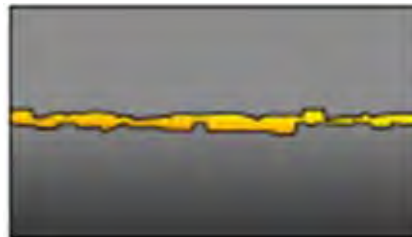
Esta existe cuando el espesor de la película es igual a la altura de las asperezas y ocurre un contacto amplio del metal - metal.



2

### LUBRICACIÓN DE PELÍCULA MIXTA

Esta existe cuando la película lubricante entre las dos superficies es de suficiente espesor para separar la mayor parte de las asperezas en la superficie, pero puede ocurrir algún contacto del metal - metal.



3

### LUBRICACIÓN DE PELÍCULA LLENA O GRUESA

Existe cuando la película lubricante, entre las dos superficies, es de suficiente espesor para separar por completo las asperezas en las dos superficies. Ésta es la sugerida en la mayoría de los casos.



## 1.5 Importancia de la Lubricación

Aún en aquellas superficies que parecen tersas y pulidas, se observa que están formadas por pequeños picos y grietas que interfieren entre sí cuando se deslizan una sobre otra, ofreciendo una gran resistencia al movimiento y ocasionando desgaste y aumento en la temperatura. Es fundamental una lubricación adecuada para que las máquinas trabajen de manera eficiente dado que, el lubricante permite proveer una superficie de deslizamiento entre los cuerpos que se lubrican.

### ATENCIÓN

Los efectos del desgaste se hacen visibles en el aceite por medio del arrastre de partículas metálicas perjudicando los cuerpos y debiendo ser rápidamente localizado y minimizado desde el origen a través de adopción de acciones correctivas.

### EJEMPLO

Cuando un cuerpo se desliza sobre una superficie, ambas se deforman y ofrecen una superficie de contacto reducida, por lo que la resistencia al movimiento, es decir, el rozamiento se ve afectado y si no existe lubricación ocurre un desgaste apreciable y, como consecuencia, un aumento en la temperatura.

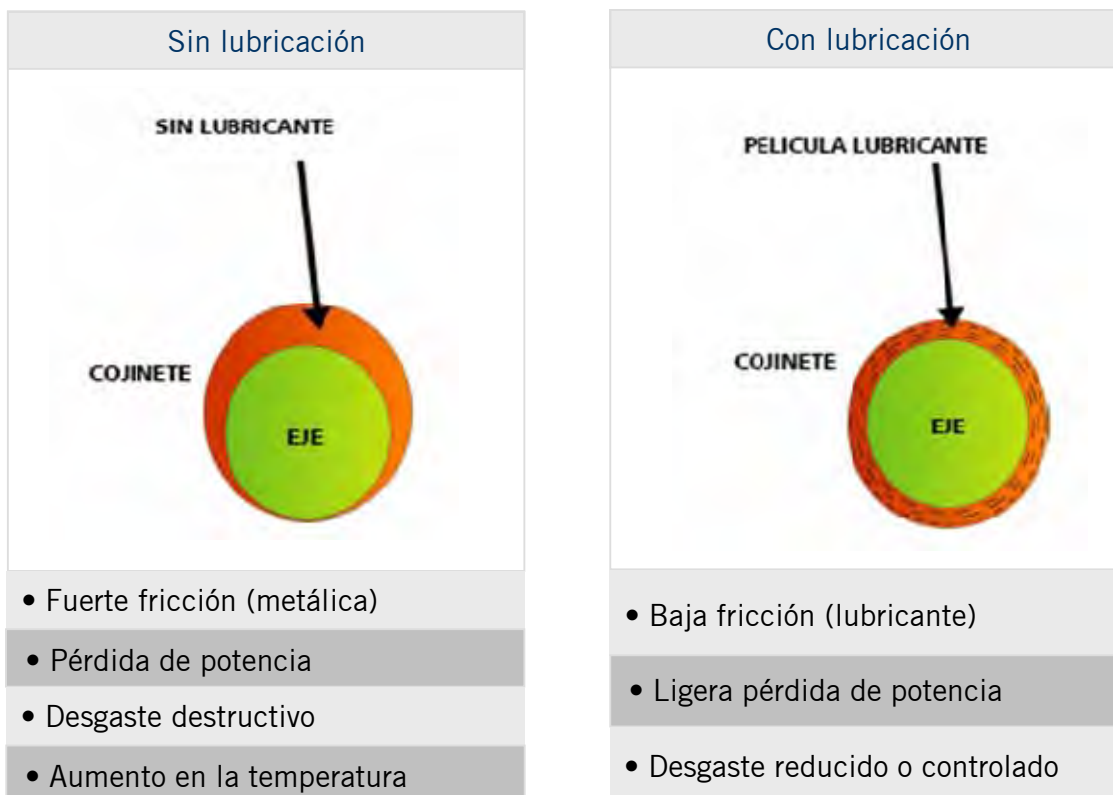
Pero si las superficies están separadas por una película de aceite, los picos o crestas no se tocan entre sí y se evita en gran parte la fricción, el desgaste y el aumento de la temperatura.



¿Por qué la lubricación es tan importante como cualquiera de las partes vitales de una máquina?

Porque, además, de cumplir con el fin primordial de disminuir al mínimo la fricción, disipa el calor producido y evita el ataque de agentes externos en las piezas, entre otros efectos. Mueve el particulado generado hasta los filtros.

Todo esto se logra introduciendo una película lubricante entre las dos superficies en contacto.



#### ATENCIÓN

Las condiciones adversas, tanto físicas como químicas, pueden afectar la vida y el buen funcionamiento del lubricante como calentamientos, contaminantes y la degradación química considerándose parte relevante en este tema.



**ACTIVIDAD 1.**

Con la intención de repasar la función, características de la lubricación y de la película lubricante planteamos las siguientes actividades.



I.- Complete correctamente las oraciones utilizando las siguientes palabras:

A) Aumentar

B) Forzar

C) Disminuir

D) Separar la mayor parte

E) Separar por completo

F) Igualar

1 La finalidad del lubricante es \_\_\_\_\_ el desgaste de las superficies lubricadas.

2 El espesor de la película lubricante recomendada debe ser suficiente para \_\_\_\_\_ la rugosidad en las dos superficies.



II.- Señale si las siguientes opciones son verdaderas o falsas

La lubricación permite:

FALSO

VERDADERO

1 Baja fricción



2 Fuerte fricción



3 Pérdida de potencia



4 Ligera pérdida de potencia



5 Desgaste destructivo



**¡Felicitaciones!**

Usted ha finalizado el capítulo 1.

A continuación se desarrollará el capítulo Viscosidad.



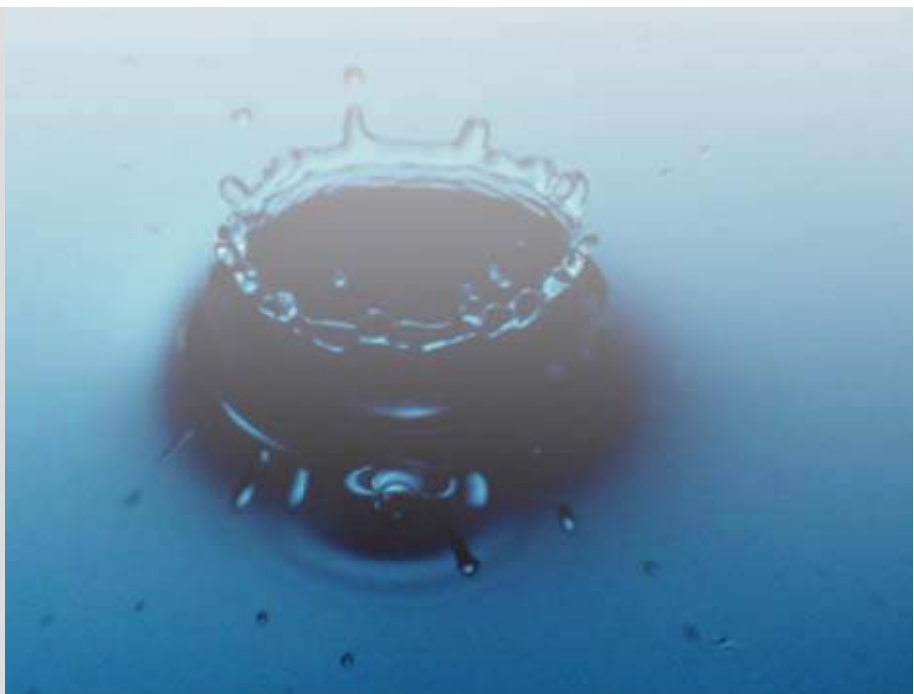
# Viscosidad

## TEMAS DEL CAPÍTULO 2

---

|                           |    |
|---------------------------|----|
| 2.1 Introducción          | 15 |
| 2.2 Viscosidad absoluta   | 16 |
| 2.3 Viscosidad cinemática | 17 |
| 2.4 Índice de viscosidad  | 18 |
| 2.5 Viscosímetros         | 19 |

En este capítulo se desarrollarán los conceptos de viscosidad y viscosidad cinemática de los fluidos. También, se analizará el Índice de Viscosidad, los viscosímetros y sus diversas tipologías.



## 2.1 Introducción

La viscosidad es la resistencia que ejerce un fluido cuando se le aplica una fuerza que tiende a hacerlo escurrir. Es uno de los factores responsables de la formación de la película lubricante.

La viscosidad dinámica normalmente se expresa en poise (P) ó centipoise (cP), donde  $1 P = 100 cP$ , o en unidades del Sistema Internacional, pascales segundo (Pa-s), donde  $1 Pa-s = 10 P$ .

No es de aplicación práctica.

Unidades de medida de la Viscosidad Dinámica:

poise  $\longrightarrow$  P

centipoise  $\longrightarrow$  cP

Donde:  $1 P = 100 cP$

Unidades de medida de la Sistema Internacional de la Viscosidad Dinámica:

pascales segundo  $\longrightarrow$  Pa-s

Donde:  $1 Pa-s = 10 P$

### EJEMPLO



Las siguientes imágenes ejemplifican diferentes niveles de viscosidades.



Mayor nivel de viscosidad: Miel



Menor nivel de viscosidad: Agua

La viscosidad se puede determinar midiendo la fuerza necesaria para vencer la resistencia a la fricción del fluido. La viscosidad determinada de esta manera se llama viscosidad dinámica o absoluta.

## 2.2 Viscosidad Absoluta

¿Qué mide la viscosidad absoluta?

El método de laboratorio para medir la viscosidad absoluta se basa en considerarla como la resistencia que ofrece un fluido cuando se mueve una capa de líquido desplazándola sobre otra capa del mismo fluido.

¿Cómo se expresa la viscosidad absoluta?

La viscosidad absoluta se expresa como la fuerza que se requiere por unidad de área para mover una superficie paralela a una velocidad de 1 cm/s (0.032 ft/s), sobre otra superficie paralela, separada por una película de fluido de 1 cm (0.393 in) de espesor. En el sistema métrico, la fuerza se expresa en dinas y el área en centímetros cuadrados.

Fórmula

**Viscosidad absoluta = Viscosidad cinemática X Densidad ( $\rho$ )**

¿Cuál es su unidad de medida?

La unidad de viscosidad absoluta es el poise, el cual es comúnmente utilizado como centipoise:

Unidades de medida de viscosidad absoluta

**100 Centipoises = 1 Poise**

### ATENCIÓN



La viscosidad absoluta es la mejor forma de expresar la viscosidad de un fluido.

## 2.3 Viscosidad Cinemática

La viscosidad cinemática de un fluido es su viscosidad dinámica dividida por su densidad y ambos medidos a la misma temperatura, y expresada en unidades consistentes.

A continuación, se muestra la conversión entre viscosidad absoluta y cinemática:

Fórmula

**Viscosidad cinemática = Viscosidad absoluta / Densidad ( $\rho$ )**

Las unidades más comunes que se utilizan para expresar la viscosidad cinemática son:

Stokes  $\longrightarrow$  St

Centistokes  $\longrightarrow$  cSt

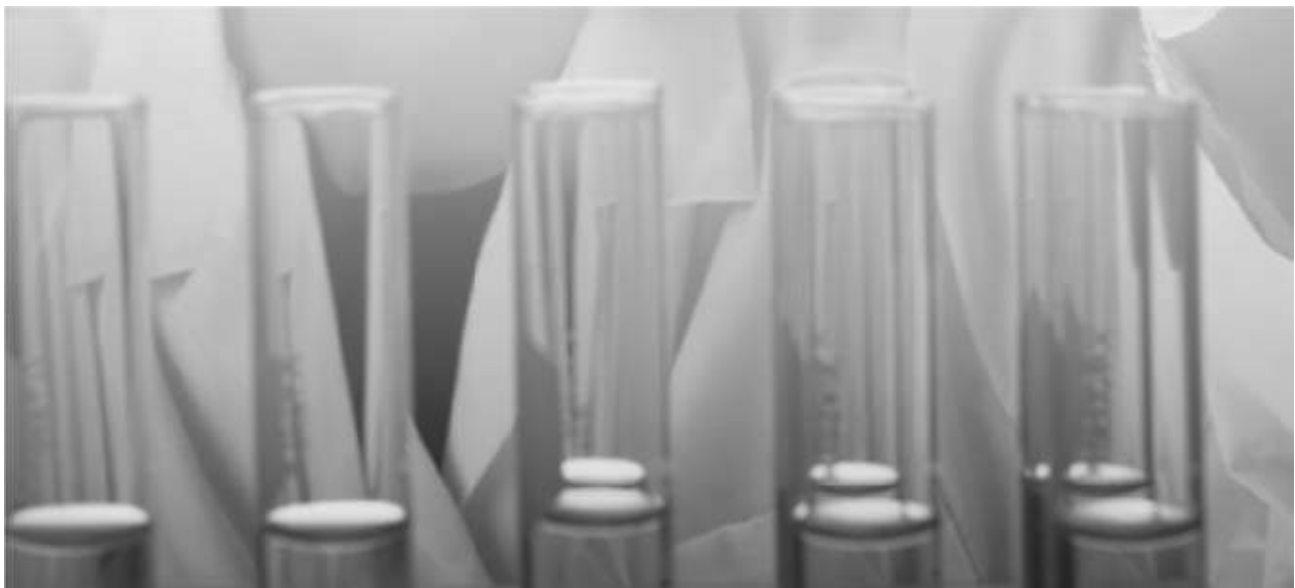
Donde:  $\text{St} = 100 \text{ cSt}$

Unidades del SI como milímetros cuadrados o segundos:

Milímetros cuadrados o segundos  $\longrightarrow$   $\text{mm}^2/\text{s}$

Centistokes  $\longrightarrow$  cSt

Donde:  $\text{mm}^2/\text{s} = 1 \text{ cSt}$





## 2.4 Índice de Viscosidad

El índice de viscosidad es un número arbitrario utilizado para caracterizar la variación de la viscosidad cinemática de un producto de petróleo con la temperatura.

El cálculo se basa en mediciones de la viscosidad cinemática a 40° C - 100° C y 104° F - 212° F:

Mediciones de la viscosidad cinemática en grados centígrados:

40°C

100°C

Mediciones de la viscosidad cinemática en grados Fahrenheit

104°F

212°F

### ATENCIÓN

La viscosidad es afectada por la temperatura. Mientras la temperatura de un fluido hidráulico aumenta, su viscosidad o resistencia a fluir disminuye.

### RECUERDE

La viscosidad es una medida de la resistencia del fluido a fluir. Un fluido espeso tiene más resistencia a fluir y una más alta viscosidad.



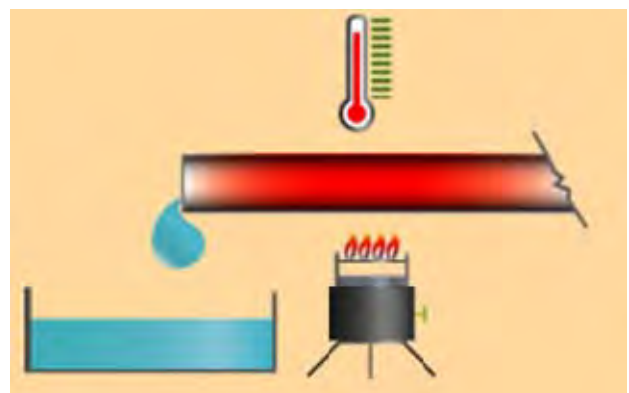
Se dice que un fluido posee un alto índice de viscosidad (IV), cuando presenta viscosidad relativamente estable a temperaturas extremas.



Un fluido que se espesa mucho al enfriarse y se adelgaza en extremo al calentarse, tiene un bajo IV.

### EJEMPLO

A continuación, se observa un ejemplo de la viscosidad de un fluido siendo afectada por la temperatura.



## 2.5 Viscosímetros

La viscosidad es medida por medio de viscosímetros. Dentro de los cuales se encuentran:

1

VISCOSÍMETROS  
CAPILARES

2

VISCOSÍMETRO  
ROTATORIO

3

VISCOSÍMETRO  
SAYBOLT

1

### VISCOSÍMETROS CAPILARES

Miden la velocidad de flujo de un volumen fijo de fluido a través de un orificio de un diámetro calibrado, a una temperatura constante y controlada cambiando el diámetro del capilar a la presión atmosférica.



Tipo de viscosímetro capilar en el área automotriz:



### Viscosímetros capilares de alta presión.

Aplicando un gas a presión, se fuerza a un volumen determinado del fluido a pasar a través de un capilar de vidrio de pequeño diámetro. La velocidad de corte puede variar hasta  $10^6 \text{ s}^{-1}$ . Esta técnica se utiliza frecuentemente para simular la viscosidad de los aceites para motor en las condiciones de operación. Esta viscosidad se llama alta temperatura alto corte HTHS, por sus siglas en inglés y se mide a  $150^\circ \text{ C} / 302^\circ \text{ F}$  y  $10^6 \text{ s}^{-1}$ .

## 2

### VISCOSÍMETRO ROTATORIO

En este caso, se usan el torque de un eje rotatorio para medir la resistencia al flujo del fluido. El viscosímetro Brookfield y el Simulador de Cojinete Cónico (TBS) son viscosímetros rotatorios. La velocidad de corte se puede cambiar modificando las dimensiones del rotor, el espacio entre el rotor y la pared del estator, y la velocidad de rotación.

### EJEMPLO



En las siguientes imágenes se muestran ejemplos de viscosímetros rotatorios usados para grasas.



### Tipos de Viscosímetros rotatorios:

#### Simulador de Cigüeñal frío (CCS)

El CCS mide la viscosidad aparente en el rango de 500 a 200000 cP. Los rangos de velocidades de corte van entre 104 y 105 s<sup>-1</sup>. El rango normal de temperaturas de operación está entre 0 a -40° C / 32° F a -40° F.

El CCS ha demostrado una excelente correlación con los datos de cigüeñales de máquinas a bajas temperaturas. La clasificación de viscosidades SAE J300 especifica el comportamiento viscoso de aceites para motor a bajas temperaturas mediante límites del CCS.

#### Viscosímetro Brookfield

Determina un amplio rango de viscosidades 1 a 105 P bajo una baja velocidad de corte hasta 102 s<sup>-1</sup>. Se usa principalmente para determinar la viscosidad a baja temperatura de aceites para engranajes, transmisiones automáticas, convertidores de torque y aceites hidráulicos para tractores, automóviles e industriales. La temperatura del ensayo se mantiene constante en el rango de -5 a -40° C / 23° F a -40° F.

#### Técnica de ensayo Brookfield

Mide la viscosidad Brookfield de una muestra a medida que es enfriada a velocidad constante de 1° C / 33.8° F por hora. Este método intenta correlacionar las características de bombeo de un aceite a baja temperatura.

El ensayo informa el punto de gelificación, definido como la temperatura a la cual la muestra llega a 30000 cP. El índice de gelificación se define como la relación entre la mayor velocidad de cambio en el incremento de la viscosidad desde -5° C / 23° F y la temperatura más baja del ensayo.

#### Simulador de Cojinete Cónico

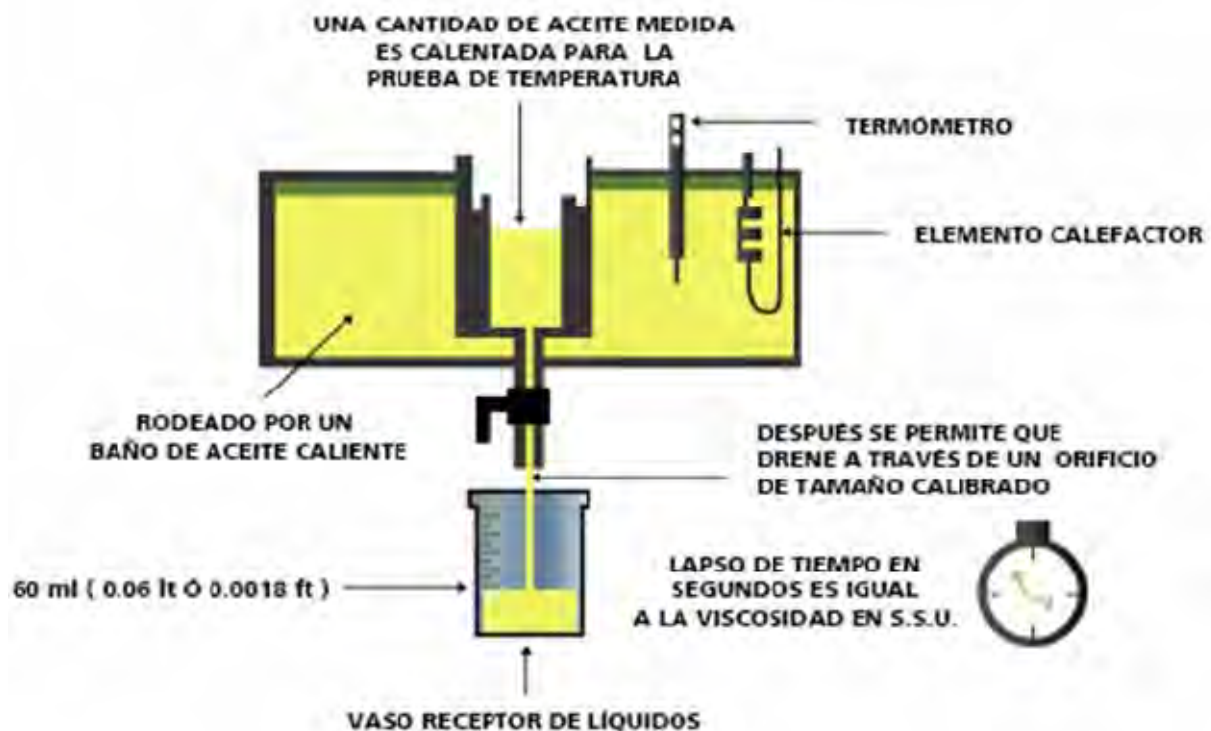
Esta técnica también mide viscosidades a altas temperaturas y velocidades de corte. Se obtienen altas velocidades de corte usando distancias extremadamente pequeñas entre las paredes del rotor y estator.

## 3

## VISCOSÍMETRO SAYBOLT

La viscosidad Saybolt se determina en un aparato que consiste en un recipiente con orificio calibrado en su parte inferior. Se coloca el aceite a medir manteniéndolo a temperatura constante de valor conocido.

Abriendo el orificio del recipiente, se mide el tiempo en segundos que tarda en fluir el aceite en ensayo, determinándose así los segundos Saybolt Universales (S.S.U).



Tipos de viscosímetro Saybolt, que difieren principalmente en el tamaño de los orificios de salida:

- El Universal
- El Furol

El Furol, da valores 10 veces menores de viscosidad que el Universal y es usado para productos más viscosos, como por ejemplo el Fuel Oil y el asfalto.

**ACTIVIDAD 2.**

Las siguientes actividades le servirán para reforzar los conceptos de viscosidad, su función, y la clasificación de los viscosímetros.



I.- Complete el siguiente párrafo con las palabras correctas:

A) Viscosímetros  
Capliares

B) Escurrir

C) Viscosímetros

D) Resistencia

E) Viscosímetros  
Rotatorios

F) Viscosímetros  
Saybolt

La viscosidad consiste en la \_\_\_\_\_ que ejerce un fluido cuando se le aplica una fuerza que tiende a hacerlo \_\_\_\_\_.

La viscosidad es medida por \_\_\_\_\_ y existen tres tipos: \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ y \_\_\_\_\_.



II.- Una correctamente el concepto con su respectiva definición

|   |                        |   |  |
|---|------------------------|---|--|
| 1 | Viscosímetro Rotatorio | A | Mide la velocidad de flujo de un volumen fijo a través de un orificio de diámetro calibrado, a una temperatura constante y controlada. |
| 2 | Viscosímetro Capilar   | B | Mide el tiempo en segundos que tarda en fluir el aceite en ensayo por el orificio del recipiente.                                      |
| 3 | Viscosímetro Saybolt   | C | Mide la resistencia al flujo del fluido mediante el uso de torque de un eje rotario.   |

**¡Felicitaciones!**

Usted ha finalizado el capítulo 2.

A continuación se desarrollará el capítulo Lubricantes.



# Lubricantes

## TEMAS DEL CAPÍTULO 3

---

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| 3.1 Funciones de los lubricantes | 25 |
| 3.2 Tipologías de Lubricación    | 26 |

El capítulo de Lubricantes presenta los conceptos generales de lubricantes, su función, características y tipos. Además, se destaca su importancia en el proceso de optimización y conservación de las maquinarias.



## 3.1 Funciones de los Lubricantes

La selección de un lubricante es un paso muy importante en el diseño de una máquina.

¿Qué factores determinan la selección de un lubricante?

Lo determinará el equipo a través de:

- Sus funciones
- Regímenes de funcionamiento
- Desempeño
- La carga a la que es sometido

¿Cuáles son las funciones más frecuentes de los lubricantes?

Las funciones más comunes, ordenadas de mayor a menor importancia relativa son:



Reducir la fricción y el desgaste



Controlar la temperatura



Reducir la corrosión



Transmitir potencia



Amortiguar golpes y vibraciones



Remover contaminantes



Actuar como sello lubricante



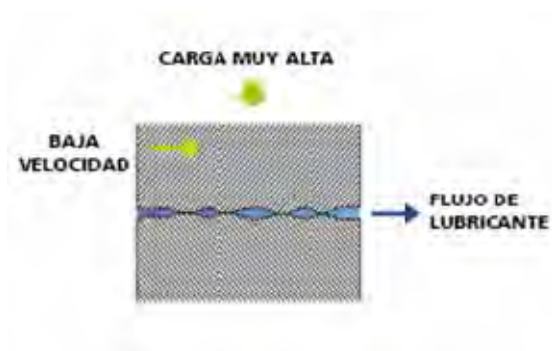
## 3.2 Tipologías de Lubricación

La película lubricante que se forma entre dos superficies metálicas define el tipo de lubricación bajo el cual va a trabajar un mecanismo.



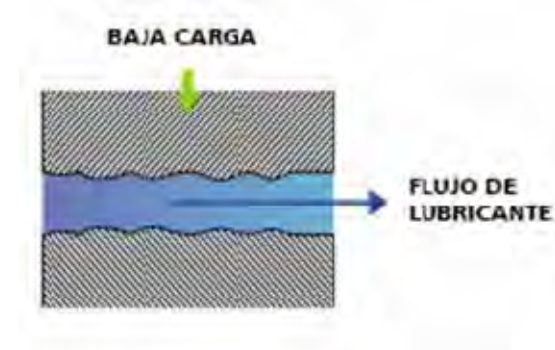
### LUBRICACIÓN DE LÍMITE

En el momento de la puesta en marcha de un mecanismo un número de crestas de las rugosidades de las dos superficies se encuentran entrelazadas y su separación dependerá de la lubricación o de los aditivos antidesgaste del lubricante. Esta condición de funcionamiento se conoce como película límite la cual aísla las rugosidades de las dos superficies metálicas permitiendo que en el momento de la puesta en marcha del mecanismo las rugosidades no se “suelden” sino que se deslicen la una con respecto a la otra.



### LUBRICACIÓN FLUIDA O HIDRODINÁMICA

A medida que el mecanismo va incrementando su velocidad, las crestas de las dos superficies chocan menos y se van separando lentamente debido a la presión del aceite originado por el movimiento de dichas superficies.



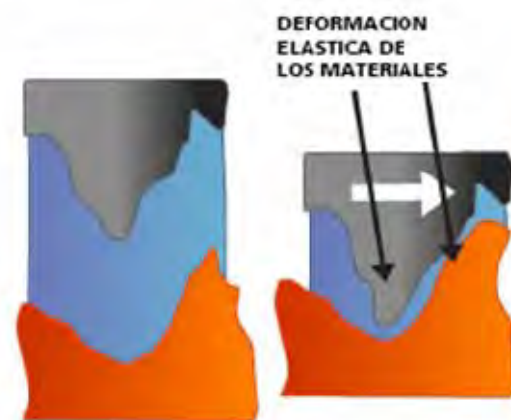
Una vez que el mecanismo queda operando a su velocidad nominal y si la lubricación es adecuada, las rugosidades de las dos superficies quedarán completamente aisladas y “flotando” entre sí y se tendrán por lo tanto condiciones de lubricación **fluida** o **hidrodinámica**.



### LUBRICACIÓN ELASTO - HIDRODINÁMICA (EHD)

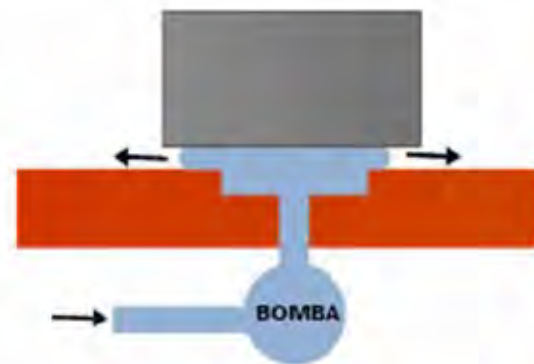
En la industria hay un buen número de mecanismos en los cuales las cargas transmitidas son tan altas y las velocidades tan bajas que el suministro del lubricante es mínimo; haciendo que las rugosidades de las dos superficies en operación tiendan a mantenerse en contacto, requiriéndose la utilización de lubricantes de alta viscosidad, con aditivos que tengan la capacidad de formar una película sólida.

Además del rozamiento límite, rozamiento mixto y rozamiento hidrodinámico, cuando existen altas presiones en el lubricante se produce la deformación de las superficies metálicas de los elementos de fricción, es la llamada lubricación elasto-hidrodinámica (EHD). Estas deformaciones elásticas aparecen sobre todo en el contacto entre ruedas dentadas, contacto de topes de levas o en rodamientos de rodillos.



### LUBRICACIÓN HIDROSTÁTICA

La lubricación hidrostática consiste en bombear aceite entre dos superficies estacionarias altamente cargadas con el fin de aumentar su separación de reposo, evitando así que se presente el desgaste adhesivo en el momento en que una de ellas (o las dos) se ponga en movimiento.



Este tipo de lubricación se puede considerar como una lubricación hidrodinámica artificial a baja velocidad en la cual el aceite utilizado no requiere aditivos de Extrema Presión; es poco común y se utiliza casi exclusivamente en cojinetes lisos cargados en el momento de la puesta en marcha y en máquinas de alto costo

### RECUERDE



Sin el empleo del lubricante adecuado, las superficies metálicas de los mecanismos lubricados se desgastarían, dejando inservible el equipo.

**ACTIVIDAD 3.**

En este capítulo se presentó el tema de Lubricantes, su función, características y tipología. A continuación se plantean actividades para recordar dichos contenidos.



I.- ¿Qué factores hay que considerar en el momento de elegir un lubricante? Enumere al menos tres factores que recuerde.

- 1) \_\_\_\_\_
- 2) \_\_\_\_\_
- 3) \_\_\_\_\_

II.- Jerarquice, de acuerdo al grado de importancia, las funciones de los lubricantes.

- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Amortiguar golpes y vibraciones | <input type="checkbox"/> Reducir la corrosión              |
| <input type="checkbox"/> Controlar temperatura           | <input type="checkbox"/> Transmitir potencia               |
| <input type="checkbox"/> Remover contaminaciones         | <input type="checkbox"/> Reducir la fricción y el desgaste |
| <input type="checkbox"/> Actuar como sello lubricante    |  |

III.- Escoja la frase correcta y complete

A) La lubricación fluida o hidrodinámica

B) La lubricación elastohidrodinámica

C) La lubricación de límite

- 1) \_\_\_\_\_ se produce cuando en un mecanismo, un número de crestas de las dos superficies se encuentran entre lazadas y su separación dependerá de la lubricación o de los aditivos antidesgaste del lubricante que se está empleando.
- 2) \_\_\_\_\_ se produce cuando las rugosidades de las dos superficies en operación nunca se separan requiriendo la utilización de lubricantes de alta viscosidad para así lograr que las superficies interactúen al momento del arranque para luego separarse.
- 3) \_\_\_\_\_ se produce cuando el mecanismo va incrementando su velocidad y las crestas de las dos superficies chocan menos y se van separando hasta quedar completamente aisladas.

**¡Felicitaciones!**

Usted ha finalizado el capítulo 3.  
A continuación se desarrollará el capítulo Desgaste.



# Desgaste

## TEMAS DEL CAPÍTULO 4

---

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| 4.1 Introducción               | 30 |
| 4.2 Tipos de desgaste          | 31 |
| 4.3 Consecuencias del desgaste | 36 |

En este capítulo se desarrollan los principios generales de desgaste, los tipos existentes y las consecuencias que genera no prever programas de prevención de desgaste.



## 4.1 Introducción

El desgaste es la pérdida de material entre dos superficies que se encuentran en movimiento relativo y que se manifiesta por su funcionamiento errático, siendo necesario en la mayoría de los casos, sacar de servicio el equipo rotativo y cambiarle las piezas defectuosas.

¿Cuándo se produce el desgaste?



Cuando la lubricación no es adecuada



Cuando el lubricante ha perdido sus propiedades

El desgaste, cualquiera sea su origen, conduce al contacto metal - metal entre las superficies del mecanismo que se encuentran en movimiento relativo, como consecuencia de la intensidad de la interacción de sus rugosidades superficiales produciéndose el deterioro de ellas.

Este tipo de desgaste puede llegar a ser crítico, donde las piezas de una máquina pierden su tolerancia y el mecanismo comienza a funcionar de manera errática hasta quedar, en muchos casos, inutilizable.

### EJEMPLO



A continuación, las imágenes muestran ejemplos de desgaste en porta cojinetes:



## 4.2 Tipos de Desgastes



### DESGASTE EROSIVO

Es la pérdida lenta de material en las rugosidades de las dos superficies que se encuentran en movimiento relativo como resultado del impacto de partículas sólidas o metálicas en suspensión en un aceite que fluye de un tamaño mucho menor que el mínimo espesor de la película lubricante. El desgaste erosivo lento siempre estará presente aunque el aceite circule a baja presión ya que ningún aceite es completamente limpio aún cuando cumpla con los estándares de limpieza correspondiente al tipo de mecanismo lubricado.



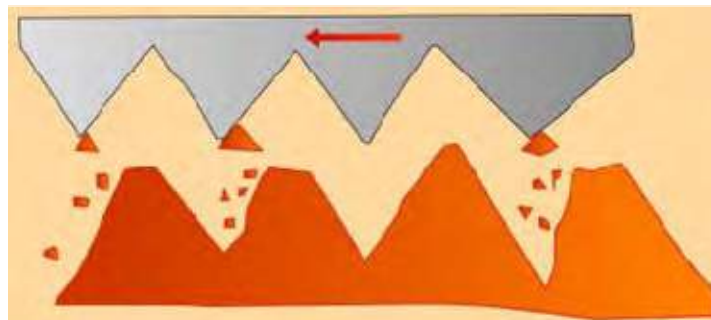
### DESGASTE ADHESIVO

Este tipo de desgaste se presenta como resultado del contacto metal - metal entre las superficies y resulta ser el más crítico, ya que en la mayoría de los casos da lugar a la falla catastrófica del mecanismo lubricado.

### EJEMPLO



En el desgaste adhesivo las superficies metálicas de las rugosidades se sueldan al no estar interpuesto un elemento lubricador que las separe.





## DESGASTE CORROSIVO

El desgaste corrosivo puede ser producto de:

- El ataque químico de los ácidos que se forman en el proceso de degradación normal del aceite.
- De la contaminación de éste con agua.
- De ácidos del medio ambiente.

### RECUERDE



Tanto los ácidos débiles como los fuertes dan lugar a la formación de compuestos químicos.

### ATENCIÓN



El desgaste corrosivo se puede evitar si el aceite se cambia dentro de los intervalos recomendados, para lo cual si no se conoce, se le analiza al aceite la acidez mediante las pruebas correspondientes.

### EJEMPLO



En las figuras a continuación, se ejemplifica el desgaste corrosivo en superficie. En el primer caso el desgaste corrosivo es lento mientras que en el segundo es crítico, por lo tanto, es la situación que más se debe controlar.



¿Cuál es el proceso del desgaste corrosivo?

**Inicialmente** se manifiesta por una diferencia de color de las superficies metálicas.

**Seguido** del desprendimiento de pequeñas partículas que cada vez aumentan su concentración.

**Finalmente** causan el desgaste por erosión y por abrasión de las superficies sometidas a fricción. Por otro lado, los pequeños cráteres que dejan las partículas que se desprenden al unirse forman grietas que pueden producir finalmente la rotura definitiva de la pieza.

### RECUERDE



Cuando el desgaste corrosivo se presenta en los materiales ferrosos por la acción del agua se conoce con el nombre de herrumbre.





## DESGASTE ABRASIVO

Este tipo de desgaste es consecuencia de la presencia de partículas sólidas o metálicas de un tamaño igual o mayor en relación con los huecos del equipo y de la misma dureza o superior a la de las superficies metálicas del mecanismo lubricado.

### RECUERDE



El desgaste abrasivo es mayor en las superficies blandas.

### ATENCIÓN



No es factible eliminar totalmente el desgaste abrasivo debido a la imposibilidad de eliminar por completo el particulado sólido.

En el desgaste abrasivo se pueden plantear dos situaciones:



Cuando las partículas son del mismo tamaño que el hueco del sistema lubricante que se encuentra entre las dos superficies, remueven la película límite y desprenden material de ambas superficies.



Cuando son de mayor tamaño se fracturan dando lugar a partículas del mismo tamaño que el hueco.

### EJEMPLO



Es factible que se incrusten partículas en una de las superficies y actúen como una herramienta de corte, removiendo material de la otra.

#### DESPRENDIMIENTO DE VIRUTA



#### SUPERFICIE DEFORMADA







## DESGASTE POR CAVITACIÓN

Es el fenómeno que se presenta cuando las burbujas de aire explotan al ser comprimidas por los elementos del sistema.

### RECUERDE

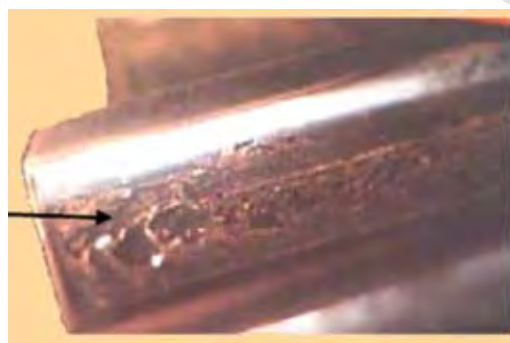


El desgaste por cavitación se puede evitar manteniendo en buen estado los sellos de bombas y otros componentes.

### EJEMPLO



Si las burbujas explotan cerca de las superficies metálicas darán lugar a presiones localizadas muy altas que ocasionarán picaduras en dichas superficies.



## DESGASTE POR PASO DE CORRIENTES ELÉCTRICAS

Este tipo de desgaste se presenta por corrientes eléctricas, cuyo origen pueden ser corrientes parásitas u otras fuentes externas, que pasan a través de los mecanismos de un componente del equipo lubricado.

### EJEMPLO



Un caso de desgaste por corriente eléctrica puede ser el caso de equipos eléctricos cuya toma a tierra está defectuosa o no la tiene, causando en ellos picaduras que los pueden dejar inservibles.





## DESGASTE POR FATIGA SUPERFICIAL

Se presenta como resultado de los esfuerzos cíclicos que genera la carga al actuar en el punto de acción donde se requiere un mayor grado de lubricación. Y resulta ser el único tipo de desgaste que no se puede evitar y el cual hace que el componente lubricado se tenga que cambiar.

### EJEMPLO



Es el caso de los rodamientos, dientes de los engranajes y las superficies de las levas, entre otros.



### ATENCIÓN



El desgaste por fatiga superficial aparece más rápidamente en los elementos que están sometidos a movimiento de rotación que por deslizamiento, debido a los mayores esfuerzos que soportan.

### RECUERDE



Es el único tipo de desgaste que no se puede evitar y el cual finalmente hace que el componente lubricado se tenga que cambiar.



## MANIFESTACIONES DE DESGASTE

Los problemas más usuales debido al desgaste en máquinas o elementos son los siguientes:

- Pérdida de potencia, ruido.
- Aumento de reparaciones y mantenimiento.
- Vida corta.

## 4.3 Consecuencia del Desgaste en Elementos Mecánicos



Movimiento errático de los mecanismos lubricados.



Altos valores de vibración e incremento en los niveles de ruido.



Mayor consumo de repuestos por incremento del mantenimiento correctivo.



Reducción significativa de la producción por paros de maquinaria.



Mayor consumo de energía para realizar la misma cantidad de trabajo útil.



Posibilidades de accidentes ante el peligro de roturas de componentes de máquinas.



Elevadas temperaturas de operación.

**ACTIVIDAD 4.**

A continuación se presentan actividades para recordar y afianzar el concepto de Desgaste, función, tipos, consecuencias y recomendaciones.



Relacione el tipo de desgaste con la definición correcta:

|   |  |                          |   |   |
|---|--|--------------------------|---|---|
| 1 | Desgaste Corrosivo                         | <input type="checkbox"/> | A | Pérdida lenta de material en las rugosidades de dos superficies que se encuentran en movimiento relativo.   |
| 2 | Desgaste Adhesivo                          | <input type="checkbox"/> | B | Consecuencias de la presencia de partículas sólidas o metálicas de un tamaño igual o mayor que el huelgo y de la misma dureza o superior a las superficies metálicas del mecanismo lubricador.  |
| 3 | Desgaste Erosivo                           | <input type="checkbox"/> | C | Consecuencias del ataque químico de los ácidos que se forman en el proceso de degradación del aceite, de la contaminación con el agua, con ácidos del medio ambiente o de ácidos fuertes producto de la descomposición del aceite a altas temperaturas. |
| 4 | Desgaste Abrasivo                          | <input type="checkbox"/> | D | Resultado de las fuerzas cíclicas que genera la carga al actuar en el punto donde se forma la película lubricante.  |
| 5 | Desgaste por paso de Corrientes Eléctricas | <input type="checkbox"/> | E | Consecuencias que se presentan cuando las burbujas de aire explotan al ser comprimidas por los elementos del sistema.   |
| 6 | Desgaste por Cavitación                    | <input type="checkbox"/> | F | Su origen proviene de corriente eléctricas parásitas o de otra fuente externa, que pasan a través de los mecanismos del equipo lubricado.   |
| 7 | Desgaste por Fatiga Superficial            | <input type="checkbox"/> | G | Resultado de contacto metal-metal entre las superficies metálicas, las cuales se sueldan al no estar interpuesto un elemento lubricador que los separe.   |

**ACTIVIDAD 5.**

Lea atentamente las siguientes premisas y marque con una cruz señalando si corresponden a consecuencias del desgaste o a recomendaciones para evitar el desgaste:

| Consigna  | Consecuencias del desgaste | Recomendación para evitar el desgaste |
|---|----------------------------|---------------------------------------|
| Usar lubricantes y combustibles adecuados.  |                            |                                       |
| Reducir al mínimo las operaciones a bajas temperaturas del motor.   |                            |                                       |
| Mayor consumo de repuestos por incremento del mantenimiento correctivo.   |                            |                                       |
| Reducción significativa de la producción por paros de maquinaria.   |                            |                                       |
| Dar un mantenimiento correcto a los filtros de aire y aceite mediante el cambio de aceites regulares y engrasadas frecuentes.                         |                            |                                       |
| Reducción significativa de la producción por paros de maquinaria y posibilidades de accidentes ante el peligro de roturas de componentes de máquinas. |                            |                                       |
| Mayor consumo de energía para realizar la misma cantidad de trabajo útil.   |                            |                                       |

**¡Felicitaciones!**

Usted ha finalizado el capítulo 4.

A continuación se desarrollará el capítulo Tipos de Lubricantes.



# Tipos de Lubricantes

## TEMAS DEL CAPÍTULO 5

---

|   |    |
|---|----|
| 5.1 Clasificación de los lubricantes    | 40 |
| 5.1.1 Lubricantes Líquidos (aceites)    | 41 |
| 5.1.2 Lubricantes Semi-Sólidos (grasas) | 55 |
| 5.1.3 Lubricantes Sólidos               | 67 |

El capítulo Tipos de Lubricantes describe exhaustivamente los diferentes lubricantes existentes: líquidos, semi-sólidos y sólidos.



## 5.1 Clasificación de los Lubricantes

¿Cuáles son los tipos de lubricantes que hay, según su estado físico?

Según su estado físico, los lubricantes se clasifican en:

LÍQUIDOS  
(Aceites)

SEMI-SÓLIDOS  
(Grasas)

SÓLIDOS  
(Disulfuro de Mo, Grafito,  
Cobre-Aluminio)

### EJEMPLO

La siguiente figura ilustra un tipo de lubricante líquido (aceite).

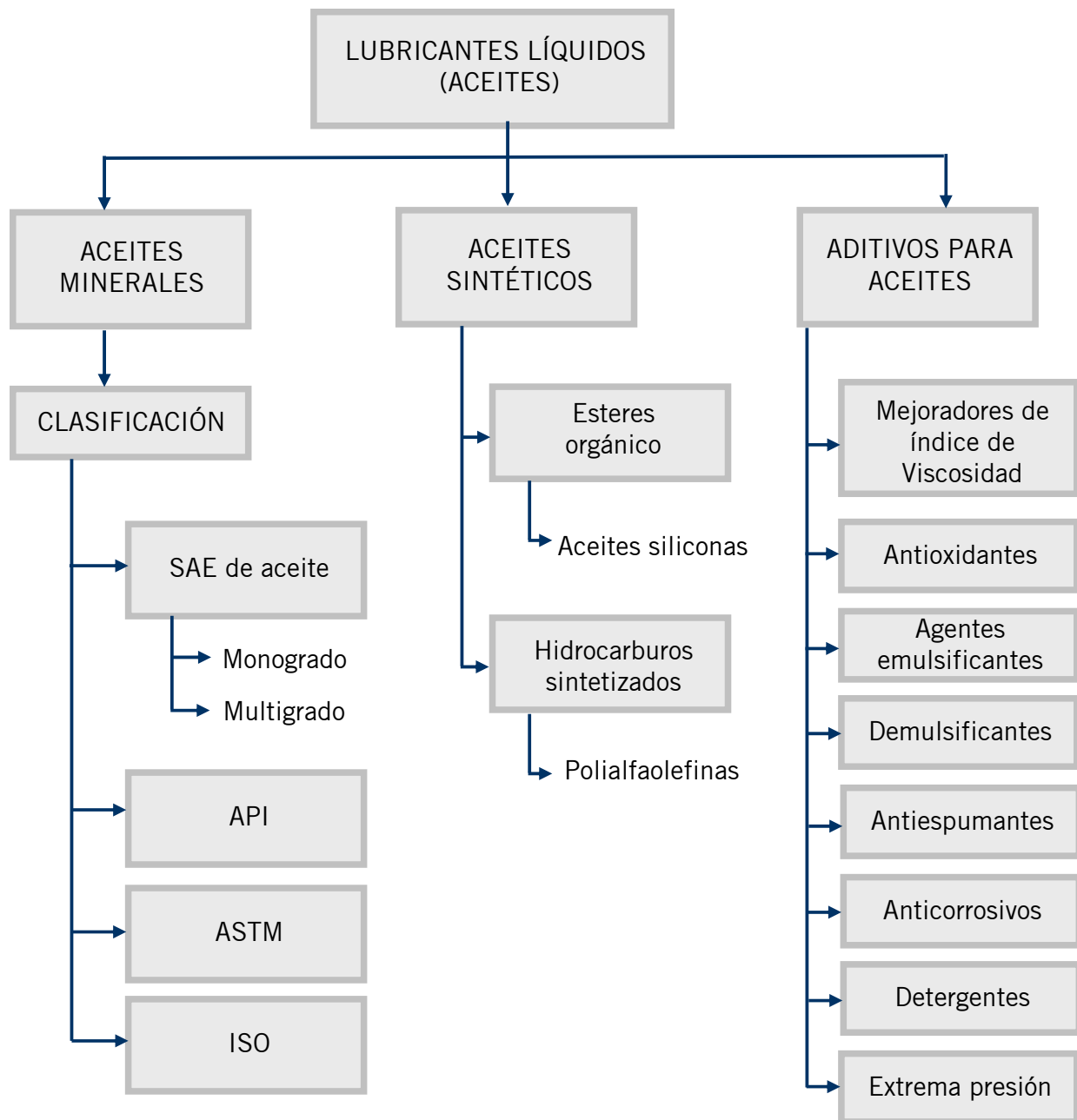


### PARA PENSAR...

¿Sabe usted que los lubricantes de mayor uso son los líquidos (Aceites) y los semi-sólidos aunque en algunas aplicaciones son utilizados los otros tipos de lubricantes?

## 5.1.1 Lubricantes Líquidos (aceites)

Para una mejor comprensión de los contenidos, a continuación se detalla un esquema de los temas que serán tratados a lo largo de este punto.





## Aceites Minerales:

### ¿Cuáles son los aceites minerales?

Son los aceites que provienen del petróleo y, también, los elaborados del mismo después de múltiples procesos en sus plantas de producción, es decir, en las Refinerías. El petróleo bruto tiene diferentes componentes que lo hace indicado para distintos tipos de producto final.

#### Clasificación de los aceites minerales, según su grado de viscosidad:

Las clasificaciones de los aceites minerales, según el grado de viscosidad, son las siguientes:

- Clasificación según SAE de los aceites
- Clasificación ASTM
- Clasificación API para los aceites de motor
- Clasificación ISO

#### CLASIFICACIÓN SEGÚN SAE DE LOS ACEITES

En la clasificación SAE se dividen los aceites de la siguiente manera:



##### Monogrados:

Diseñados para trabajar a una temperatura específica o en un rango muy cerrado de temperatura. Algunos aceites monogrado comunes son: SAE 10, SAE 30, SAE 40, entre otros.



##### Multigrados:

Diseñados para trabajar en un rango más amplio de temperaturas, en donde a bajas temperaturas se comportan como un monogrado de baja viscosidad y como un monogrado de alta viscosidad a altas temperaturas. Están formados por un aceite base de baja viscosidad así como de aditivos (polímeros) que evitan que el aceite pierda viscosidad al calentarse. Esto permite a los aceites multigrados trabajar en un rango muy amplio de temperatura manteniendo las propiedades necesarias para proteger el motor. Algunos aceites multigrado comunes son: SAE 5W-30, SAE 15W-40, SAE 20W-50, entre otros.

#### GLOSARIO



La sigla SAE significa Sociedad de Ingenieros Automotrices.

## EJEMPLO



En la siguiente tabla se expresa la clasificación de los aceites según el grado de viscosidad realizada por SAE.

| GRADO SAE | Viscosidad cinemática en centistokes (cSt)<br>A 100° C (212° F) |
|-----------|---|
| 0 W       | 3.8   |
| 5 W       | 3.8   |
| 10 W      | 4.1   |
| 15 W      | 5.6   |
| 20 W      | 5.6   |
| 25 W      | 9.3   |
| 20        | 5.6– 9.3  |
| 30        | 9.3– 12.5   |
| 40        | 12.5– 16.3  |
| 50        | 16.3– 21.9  |
| 60        | 21.9– 26.1  |

## ATENCIÓN



Esta clasificación sólo indica la manera en que fluye un aceite a una determinada temperatura y no es un indicador de la calidad del aceite, el contenido de aditivos o aplicaciones para aceites. Y está basada en la viscosidad del aceite a dos temperaturas, en grados Fahrenheit, 0° F y 210° F, equivalentes a -18° C y 99° C, estableciendo ocho grados SAE para los monogrados y seis para los multigrados.

## PARA PENSAR...



¿Sabe usted que aquellos aceites que cumplen los requerimientos de viscosidad a bajas temperaturas (bajo 0° C, 32° F) se les designa con la letra "W" que indica invierno en idioma inglés (Winter)?

## CLASIFICACIÓN API PARA LOS ACEITES DE MOTOR

Los aceites de motor son clasificados por el Instituto Americano del Petróleo (API) para definir el tipo de servicio para el que son aptos.

En la siguiente tabla se muestran ejemplos de las clasificaciones API para aceites a gasolina y a diesel.

| Sistema de clasificación API para aceites de motor         |   |
|--|---|
| "S" SPARK COMBUSTION (combustión a chispa)                 |   |
| SA   | Antigüedad para servicios de motores a gasolina diesel.                         |
| SB   | Para servicio de motores a gasolina de trabajo ligero.                          |
| SC   | Para servicio de mantenimiento por garantía en motores a gasolina modelo 1968   |
| SD   | Para servicio de mantenimiento por garantía en motores a gasolina modelo 1970   |
| SE   | Para servicio de mantenimiento por garantía en motores a gasolina modelo 1972   |
| SF   | Para servicio de mantenimiento por garantía en motores a gasolina modelo 1980   |
| SG   | Para servicio de mantenimiento por garantía en motores a gasolina modelo 1989   |
| SH   | Para servicio de mantenimiento por garantía en motores a gasolina modelo 1993   |
| SJ   | Para servicio de mantenimiento por garantía en motores a gasolina modelo 1996   |
| "C" COMBUSTION PER COMPRESSION (combustión por compresión) |   |
| CA   | Para servicio de motores diesel de trabajo ligero, combustible de alta calidad. |
| CB   | Para servicio de motores diesel de trabajo ligero, combustible de baja calidad. |
| CC   | Para servicio de motores de diesel y gasolina.                                  |
| CD   | Para servicio de motores de diesel.   |
| CD II  | Para servicio de motores de diesel a 2 tiempos.                                 |
| CE   | Para servicio de motores de diesel de trabajo pesado.                           |
| CF - 4   | Para servicio de motores diesel de trabajo pesado a 4 tiempos.                  |
| CF   | Para servicio típico de motores diesel de 4 tiempos de inyección.               |
| CF - 2   | Para servicio de motores de diesel de 2 tiempos.                                |
| CG - 4   | Para servicio de motores de diesel de 4 tiempos de alta velocidad.              |

## CLASIFICACIÓN ASTM

Este organismo establece la normatividad y los requerimientos en la formulación de aceites para cumplir con las exigencias y condiciones de regímenes de lubricación solicitados por el sector industrial a donde va dirigido. Este organismo establece a demás, la viscosidad en una unidad de medida diferente, utilizan los segundos saybolt universales (SSU) a 100° F (37.8° C).

| CLASIFICACIÓN ASTM       |                          |        |
|--------------------------|--------------------------|--------|
| GRADO DE VISCOSIDAD ASTM | S.S.U A 100° F (38.7° C) |        |
|                          | MÍNIMO                   | MÁXIMO |
| 32                       | 32.5                     | 34     |
| 36                       | 35.6                     | 37.6   |
| 40                       | 39.6                     | 42.6   |
| 50                       | 40.6                     | 50.3   |
| 60                       | 55.4                     | 66.2   |
| 75                       | 71.6                     | 83.4   |
| 105                      | 97                       | 115.9  |
| 150                      | 136.2                    | 164.9  |
| 215                      | 193                      | 235    |
| 315                      | 284                      | 347    |
| 465                      | 417                      | 510    |
| 700                      | 625                      | 764    |
| 1000                     | 917                      | 1121   |
| 1500                     | 1334                     | 1631   |
| 2150                     | 1918                     | 2344   |
| 3150                     | 2835                     | 3465   |
| 4650                     | 4169                     | 5095   |
| 7000                     | 6253                     | 7642   |

## CLASIFICACIÓN ISO

La clasificación ISO 3448 ha establecido 18 grados de viscosidad en centistokes a 40° C (104° F), los cuales se muestran en la siguiente tabla:

| GRADO DE VISCOSIDAD ISO | VISCOSIDAD MEDIA A 40° C (104° F) mm <sup>2</sup> /S (cSt) | LÍMITES DE VISCOSIDAD CINEMÁTICA A 40° C (104° F) mm <sup>2</sup> /S (cSt) |        |
|-------------------------|--|--|--------|
|                         |  | MÍNIMO   | MÁXIMO |
| ISO VG 2                | 2.2  | 1.98   | 2.42   |
| ISO VG 3                | 3.2  | 2.88   | 3.52   |
| ISO VG 5                | 4.6  | 4.14   | 5.06   |
| ISO VG 7                | 6.8  | 6.12   | 7.48   |
| ISO VG 10               | 10   | 9.00   | 11.0   |
| ISO VG 15               | 15   | 13.5   | 16.5   |
| ISO VG 22               | 22   | 19.8   | 24.2   |
| ISO VG 32               | 32   | 28.8   | 35.2   |
| ISO VG 46               | 46   | 41.4   | 50.6   |
| ISO VG 68               | 68   | 61.2   | 74.8   |
| ISO VG 100              | 100  | 90.0   | 110    |
| ISO VG 150              | 150  | 135  | 165    |
| ISO VG 220              | 220  | 198  | 242    |
| ISO VG 320              | 320  | 288  | 352    |
| ISO VG 460              | 460  | 414  | 506    |
| ISO VG 680              | 680  | 612  | 748    |
| ISO VG 1000             | 1000   | 900  | 1100   |
| ISO VG 1500             | 1500   | 1350   | 1650   |



## Aceites Sintéticos:

### ¿De dónde provienen los aceites sintéticos?

Los aceites sintéticos no tienen su origen directo del crudo o del petróleo, sino que son creados de subproductos petrolíferos combinados en procesos de laboratorio.

#### Características de los aceites sintéticos:

- Su elaboración es compleja y requiere mucho tiempo.
- Resultan más caros que los aceites minerales.
- Son productos químicos orgánicos.
- Tienen propiedades extraordinarias como elevado índice de viscosidad o estabilidad térmica y propiedades indeseables como baja viscosidad, alto punto de fluidez o baja estabilidad en el agua.
- Los aceites sintéticos se fabrican (sintetizan) de acuerdo al uso en que serán aplicados.

### ¿Cuáles son las ventajas y desventajas de los aceites sintéticos en relación a los aceites minerales?

#### VENTAJAS

- Alta estabilidad a la oxidación y al envejecimiento.
- Alto Índice de Viscosidad.
- Menor volatilidad.
- Bajo punto de fluidez crítica.
- Alto punto de inflamación.
- Bajo contenido de cenizas.
- Alta resistencia al fuego.

#### DESVENTAJAS

- Baja compatibilidad, en algunos de ellos con elastómeros, pinturas, aceites minerales, entre distintos aceites sintéticos; con algunos metales.

#### ATENCIÓN

Cada uno de los aceites debe reunir una serie de propiedades acorde a su utilización, por lo tanto antes de seleccionar un lubricante habrá que efectuar un análisis de las condiciones de operación a que será sometido (velocidad, temperatura de operación, cargas, metales presentes, contaminaciones como sólidos, agua, etc.).



Clasificación de los aceites sintéticos por su proceso de obtención:

Las clasificaciones de los aceites sintéticos, según el grado de viscosidad, son las siguientes:

1 ESTERES ORGÁNICO

2 HIDROCARBUROS SINTETIZADOS

## 1 ESTERES ORGÁNICO

En los esteres orgánicos se destacan los aceites siliconas que se describe a continuación:

### Aceites siliconas

Son fluidos derivados de enlaces de silicio y oxígeno con hidrocarburos. Tienen gran IV y un amplio campo de temperaturas.

#### Ventajas:

- Son estables hasta temperaturas menores a 200° C. por encima de ésta se forma un gel, y deja de fluir. Es compatible con la mayoría de los materiales, como metales, sean férricos o no.

#### Desventajas:

- Su capacidad de carga es mala, pues su tensión superficial alcanza solamente a un 75% de la de los aceites minerales.

### RECUERDE

Pueden fabricarse de acuerdo a la necesidad, en diferentes grados para aplicaciones especiales.



## 2 HIDROCARBUROS SINTETIZADOS

En los hidrocarburos sintetizados se destacan los polialfaolefinas que se describe a continuación:

### Polialfaolefinas:

Son bases con fluidez a muy bajas temperaturas ( $< -60^{\circ}\text{C}$ ); alto IV; baja toxicidad; compatibilidad con las pinturas resistentes a los aceites minerales; alta estabilidad térmica y a la oxidación (con aditivos inhibidores).

### Desventajas:

- Tienen baja compatibilidad con la mayoría de los elastómeros para retenes (es compatible con los fluorados); su moderada solubilidad con aditivos antidesgaste y EP; no son biológicamente degradables (biodegradables).

Su aplicación principal está dada en motores de combustión interna, engranajes y cojinetes; y por ser compatible con los aceites minerales y con otros sintéticos. Se los puede mezclar para obtener, por ejemplo los aceites semisintéticos.

El IV se calcula de viscosidades determinadas a 2 temperaturas diferentes por medio de tablas publicadas por la ASTM. Las temperaturas que se toman como base son  $40^{\circ}\text{C}$  y  $100^{\circ}\text{C}$ . (es lo mismo que lo desarrollado para viscosidad).

Ejemplo de estos conceptos es: un básico proveniente de un crudo nafténico tendrá un rango mayor de cambio de viscosidad con temperatura que la de un básico proveniente de un crudo parafínico.

### RECUERDE



El índice de viscosidad (IV) es un método que adjudica un valor numérico al cambio de la viscosidad de temperatura. Un alto índice de viscosidad indica un rango relativamente bajo de viscosidad con cambios de temperatura y un bajo índice de viscosidad indica un alto rango de cambio de viscosidad con la temperatura. En otras palabras, si un aceite de alto índice de viscosidad y un aceite de bajo índice de viscosidad tienen la misma viscosidad a temperatura ambiente, a medida que la temperatura aumenta el aceite de alto IV disminuye, y por consiguiente, tendrá una viscosidad mayor que el aceite de bajo IV a temperaturas altas.



## Aditivos para el aceite:

Se denomina aditivo a una sustancia o compuesto químico que proporciona una o varias características específicas. Estos compuestos se adicionan externamente al aceite mineral puro sirviendo como vehículo de éstos.

Algunos de los aditivos más usados en los aceites son:

### MEJORADORES DEL ÍNDICE DE VISCOSIDAD

Proporcionan una mayor estabilidad de la viscosidad ante los cambios de temperatura, es decir reducen el efecto de cambio de temperatura sobre la viscosidad.

### ANTIDESGASTE Y ANTIOXIDANTES

Retardan la oxidación de los hidrocarburos.

### DEMULSIFICANTES

Permiten una fácil separación (de agua y aceite), rompiendo la emulsión.

### ANTIESPUMANTES

Impiden la formación de burbujas de aire en un lubricante.

### ANTICORROSIVOS

Neutralizan el efecto corrosivo de los ácidos que se pudieran formar en un lubricante, es decir previenen la formación de herrumbre.

### DETERGENTES DISPERSANTES

Permiten mantener en suspensión la formación de partículas extrañas en un lubricante y permiten llevarlos a los filtros. Evitan la generación de miscelas.

## EXTREMA PRESIÓN (EP)

Son compuestos que reaccionan con las superficies metálicas de los elementos de maquinaria operando a su temperatura de régimen, formando una muy delgada pero altamente resistente película lubricante, resultado de la reacción química.

Dentro de los lubricantes de extrema presión se encuentran los:



**Lubricantes extrema presión de primera generación:** De este tipo de lubricantes se tienen dos tipos de compuestos:

- **Compuestos ó “Compound”** que son una mezcla de un 95-97% de aceite mineral ó sintético y un 3-5% de ácidos grasos; reaccionan con las superficies metálicas a temperaturas menores ó iguales a los 80° C (176° F) en el punto de contacto, y por encima de este valor se desprenden dando lugar al contacto metal con metal y por lo tanto al desgaste del mecanismo.

- **Compuestos de tipo químico** como los esteres clorados, la manteca de cerdo sulfurada y el tricresilfosfato. Estos aditivos reaccionan químicamente con las superficies metálicas por encima de los 80° C (176° F) en el punto de contacto; por debajo de esta temperatura su velocidad de reacción es muy baja o nula.



**Lubricantes extrema presión de segunda generación:** Estos lubricantes se caracterizan porque son una mezcla de un 95-97% de aceite mineral ó sintético y un 3-5% de un lubricante de película sólida como el bisulfuro de molibdeno, grafito, tungsteno, teflón ó boratos. El más utilizado en la actualidad es el bisulfuro de molibdeno.



**Lubricantes extrema presión de tercera generación:** Estos lubricantes poseen aditivos de base órgano-metálica, a base de cloro y de fósforo, los cuales cuando las superficies de fricción están sometidas a elevadas presiones, reaccionan por efecto de la alta temperatura con la superficie metálica generando una capa superficial que favorece el deslizamiento y evita el contacto metal-metal. Los beneficios que tienen son el menor consumo de energía, menor fatiga de las piezas lubricadas, reducción del pitting incipiente o descostrado en dientes de engranajes, reducción de la temperatura de operación, del nivel del ruido y las vibraciones.

## AGENTES EMULSIFICANTES

Un agente emulsificante ayuda a la formación de una emulsión (suspensión de aceite y agua), este comportamiento lo tienen los aceites “solubles”.

¿En qué consiste una emulsión?

Una emulsión es una mezcla de sustancias líquidas, insolubles entre sí, donde uno de los líquidos se encuentra disperso en el otro.

Se pueden clasificar en:



**Emulsión de agua.**

Aquí el agua está distribuida en el aceite. Estas emulsiones se emplean cuando se necesita un bajo contenido de agua. Para que la emulsión sea estable, se necesitan aditivos emulgentes, que favorecen la emulsionabilidad, a diferencia de los demulgentes, que favorecen la separación del agua y el aceite.



**Emulsión de agua en aceite.**

Las emulsiones de éste tipo, se emplean como fluidos hidráulicos del tipo ignífugos o en algunos casos de conformado de chapa para carrocerías.

## EJEMPLO



La siguiente tabla describe los propósitos que tiene diversos tipos de aditivos:

| ADITIVO                              | PROPÓSITO   |
|--------------------------------------|---|
| INHIBIDORES DE OXIDACIÓN             | Retardan la oxidación del aceite prolongando su vida útil.  |
| ANTICORROSIVOS ANTIDESGASTE          | Protegen de la acción corrosiva de los productos de degradación del aceite y sus contaminantes, a los metales de cojinetes. |
| DETERGENTE DISPERSANTE               | Mantienen en suspensión las partículas carbonosas.  |
| ANTIÁCIDOS                           | Neutralizan a los productos ácidos que son producidos por oxidación y envejecimiento.                                       |
| DEPRESOR DEL PUNTO DE ESCURRIMIENTO  | Disminuyen el punto de escurrimiento del aceite.  |
| MEJORADORES DEL ÍNDICE DE VISCOSIDAD | Disminuyen el efecto de pérdida de viscosidad con la temperatura.   |
| ADITIVOS DE EXTREMA PRESIÓN          | Aumentan la capacidad de carga de la película lubricante y disminuyen la fricción en condiciones de lubricación límite.     |
| ANTIESPUMA                           | Deprime la espuma formada al agitar un aceite.  |

## ATENCIÓN



Cuando la temperatura de las rugosidades de un mecanismo que funciona bajo condiciones de lubricación elasto-hidrodinámica es fluctuante y puede variar entre menos y más 80° C (176° F) se deben utilizar lubricantes que tengan aditivos a base de ácidos grasos y de tipo químico. Como en la práctica es difícil cuantificar en forma precisa la temperatura de 80° C (176° F) en el punto de contacto, se toma como referencia para utilizar uno u otro tipo de aditivo de extrema presión una temperatura de 50° C (122° F) en la superficie de la carcasa en la cual se encuentra alojado el mecanismo.

**ACTIVIDAD 6.**

En las páginas anteriores, se describieron la clasificación de los aceites.  
La siguiente actividad, le permitirá poner en práctica dichos contenidos.



I.- Mencione cómo se clasifican los aceites sintéticos y los aceites minerales.

**ACEITES MINERALES**

1

2

3

4

**ACEITES SINTÉTICOS**

1

2

II.- Describa brevemente cuáles son las características de los aceites sintéticos.



1) \_\_\_\_\_

2) \_\_\_\_\_

3) \_\_\_\_\_

4) \_\_\_\_\_

5) \_\_\_\_\_

6) \_\_\_\_\_

## 5.1.2 Lubricantes Semi-Sólidos (grasas)

**B**

LUBRICANTES  
SEMI-SÓLIDOS  
(Grasas)

Una grasa lubricante es un producto compuesto por un líquido lubricante y un espesante. La consistencia final de las grasas podrá ser desde productos semisólidos hasta sólidos.

Por lo general, el lubricante que se emplea es un aceite de petróleo. También se les pueden adicionar productos que mejoren sus propiedades llamados Aditivos para:

- Producir o aumentar la adherencia
- La resistencia a la oxidación
- Disminuir el desgaste
- La capacidad de carga
- La formación de herrumbre
- Repeler el agua o incorporarla

### ATENCIÓN



La consistencia o firmeza de la grasa lubricante es lo que hace que se prefiera la grasa, en algunas aplicaciones, en lugar de aceite. El poder lubricante de una grasa depende tanto del espesante como del lubricante líquido base. La consistencia se determina por la profundidad a la que penetra un cono en una muestra de grasa, en diferentes circunstancias.

### EJEMPLO



Son aditivos, que también pueden ser lubricantes sólidos: el grafito, el disulfuro de molibdeno, polvos metálicos o polímeros.

### ¿Cómo se identifica la consistencia de las grasas?

Para identificar la consistencia de las grasas el Instituto Nacional de Lubricantes y Grasas (NLGI) ha establecido números de consistencia del 000 al 6, en una tabla que miden la penetración de un cono de 150 gramos en micras. Esta tabla establece consistencias desde el Grado NLGI 000 hasta el Grado NLGI 6. Se obtiene esta penetración con la combinación de viscosidad del aceite base y el tipo y cantidad de espesante.

| GRADO NLGI | Presentación: cono de 150 g (0.33 LB) grasa a 25° C (77° F) (valores en décimas de mm.) | CARACTERÍSTICAS |
|------------|---|-----------------|
| 000        | 445 - 475   | SEMI-LÍQUIDA    |
| 00         | 400 - 430   | SEMI-LÍQUIDA    |
| 0          | 355 - 385   | SEMI-LÍQUIDA    |
| 1          | 310 - 340   | MUY BLANDA      |
| 2          | 265 - 295   | BLANDA          |
| 3          | 220 - 250   | LIVIANA         |
| 4          | 175 - 205   | MEDIANA         |
| 5          | 130 - 160   | PESADA          |
| 6          | 85 - 115  | BLOQUE          |

El grado de consistencia NLGI 2 es el más común y puede aplicarse en la mayoría de los propósitos si cuenta además con las características necesarias.

En la práctica de la ingeniería suele ser deseable diseñar un mecanismo para que funcione con una película de fluido, cuando las presiones desarrolladas en una película convergente de fluido sean suficientes para soportar la carga.

Para que exista un estado hidrodinámico, la combinación de velocidad, carga y viscosidad del lubricante debe estar dentro de límites más bien amplios, pero definidos. El aumento en la velocidad o en la viscosidad produce una película más gruesa y si se aumenta la carga se reduce el espesor de la película en un sistema dado.

## Características de Lubricantes Semi-Sólidos:



### ESTABILIDAD

Estas grasas son utilizadas en porta cojinetes funcionando muy bien dando una buena lubricación por mucho tiempo, como muestra en el inciso (A) de la figura. En el inciso, (B) de la misma figura, la grasa no tiene estabilidad. En otras palabras, no mantiene su dureza. La grasa se escurrirá dando así una lubricación pobre a los porta cojinetes.



### CONSISTENCIA GRADO NLGI DESDE 000 A 6

Conocida también como resistencia o resistencia a la penetración, es una característica medible de las grasas que debe de ser considerada en la selección de la grasa adecuada para un determinado trabajo. La grasa N° 0 es suave la dureza incrementa de la N° 1 a la N° 2 y así hasta la N° 6. la dureza se determina con la prueba de penetración en donde se utiliza la punta de un cono.



### CONSISTENCIA GRADO NLGI DESDE 000 A 6

Otra característica muy importante de las grasas es la facilidad con que éstas pueden bombearse.





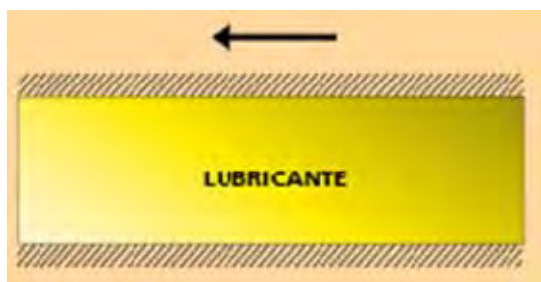


## RESISTENCIA VISCOSA

Es el esfuerzo necesario para cortar una película a causa de la cohesión (adherencia entre moléculas) interna del aceite, conocida como su viscosidad. La resistencia del fluido que se genera produce una presión en la película, que tiende a separar las superficies, permitiendo que éstas soporten una carga vertical.

### EJEMPLO

Cuando la superficie superior se mueve hacia la izquierda, el aceite adherido a ella se mueve con ella mientras que el adherido a la superficie inferior permanece estacionario. El trabajo hecho para deformar al aceite es representado por su resistencia al flujo. Esta propiedad también es responsable de la habilidad de una película de aceite para formar una cuña que soporta una carga.



### PARA PENSAR...

¿Sabía que uno de los falsos mitos más difundidos es que el color de la grasa indica su calidad o su nivel de protección?. En realidad, en la formulación de la grasa, cada fabricante emplea un colorante para cada grasa con la finalidad de distinguir una grasa de otra y simplificar los procedimientos.

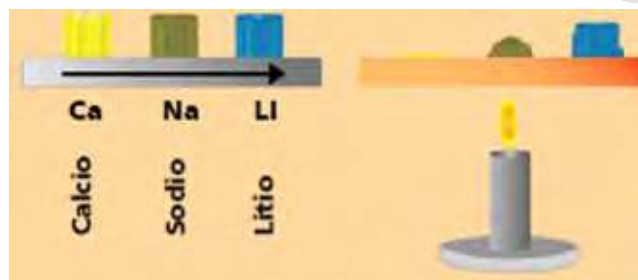


## PUNTO DE GOTEO

Grasas diferentes se funden a diferentes temperaturas dependiendo del jabón de que estén elaboradas.

### EJEMPLO

La figura a continuación muestra como a tres grasas distintas, que están en estado sólido a temperatura ambiente, al aplicárseles calor, las grasas con jabón a base de calcio, de sodio y de litio, se funden a diferentes temperaturas.





## RESISTENCIA AL AGUA

Algunas grasas tienen que hacer su trabajo de lubricación en contacto con el agua, de tal manera que, su resistencia al agua es una propiedad muy importante que en este caso debe tener.

### EJEMPLO

Las grasas elaboradas con jabones a base de calcio y litio no se disuelven en el agua, pero las grasas con jabones a base de sodio sí se pueden disolver. Por esta razón, las grasas que son disueltas en el agua no deben emplearse donde el agua tenga contacto con las mismas.



### RECUERDE

Las características de los espesantes modifican e identifican los tipos de grasas. La mayoría de las grasas son espesadas con jabones metálicos de Calcio, Litio, Sodio, o Aluminio. Otras grasas son espesadas sin jabón, utilizando arcilla, otra sustancia llamada poliurea y teflón.

## Clasificación de Lubricantes Semi-Sólidos.

¿Cómo se clasifican las grasas?

Las grasas lubricantes se clasifican de acuerdo con el tipo de jabón con que están elaboradas.

El tipo de jabón está dado por:



Las propiedades de temperatura de fusión.



Lo adecuado de la grasa para un trabajo específico de lubricación.



Estabilidad mecánica.



Resistencia al agua.



### GRASAS DE ALUMINIO. PARTICULARIDADES

- Se caracterizan por su alta resistencia a la temperatura (alto punto de goteo), transparencia y claridad.
- Aspecto cristalino, gelatinoso textura suave y mantequillosa.
- Altamente adhesivas, propiedad que se le confiere por medio de aditivos para hacerlas más duraderas, soportando vibraciones y sacudidas fuertes.



### GRASAS DE CALCIO. PARTICULARIDADES

- Son conocidas generalmente como “grasas copas”, por su aplicación por medio de copas graseras.
- Son apropiadas para la lubricación de cojinetes sencillos o bujes que trabajan a temperaturas y velocidades moderadas, o donde se necesita un lubricante que resista a la acción del lavado por agua.
- Tienen consistencia suave y mantequillosa, de alta resistencia al lavado por agua y tienen temperaturas de fusión de 85° C a 90° C (185° F a 194° F).
- Estructura suave apropiada para sistema de engrasado por medio de bombas alimentadoras en donde el lubricante debe ser forzado a través de largos tramos de tubería.
- Presentan muy buena estabilidad mecánica aun con altos esfuerzos internos. Son utilizadas para la lubricación de chasis y en algunos casos, en mezcla con grasas de sodio.

### EJEMPLO



La grasa de sodio-calcio tiene la propiedad de ser más resistente al agua que la de sodio sola y al mismo tiempo, una temperatura de fusión más elevada que una grasa de calcio.



### GRASAS DE SODIO. PARTICULARIDADES

- Denominación por la estructura fibrosa que presenta pero no contienen ningún compuesto fibroso o esponjoso, sino que su apariencia se debe a la naturaleza de la fibra del jabón de sodio que le confiere a la grasa ese aspecto.
- Generalmente, tienen altas temperaturas de fusión comparadas con las de aluminio y calcio (arriba de 175° C , 347° F).
- Adecuadas para la lubricación de mecanismos operando a medianas y altas temperaturas.

- Pueden soportar trabajos a alta velocidad sin perder su estructura, por lo que las hace estables a los esfuerzos mecánicos continuos o batido interno.

### ATENCIÓN



No recomendable para la lubricación de mecanismos que están expuestos directamente al agua o en ambientes muy húmedos, debido a que este tipo de grasas pueden ser diluidas con agua.



### GRASAS DE LITIO. PARTICULARIDADES

- Alta temperatura de fusión (arriba de 180° C, 356° F).
- Facilidad de bombeo a bajas temperaturas, combinando así algunas de las propiedades, tanto de las grasas de jabón de sodio como de las de calcio, y en general se pueden usar en lugar de estos dos tipos en muchas aplicaciones simplificando la lubricación y los inventarios.
- Propiedades repelentes al agua.
- Una gran parte de la producción de grasas de litio mejoradas con aditivos especiales va al mercado como grasa de uso múltiple (all-purpose o multi-purpose).
- Ofrecen buena protección contra la oxidación de las superficies ferrosas, la cual puede ser reforzada por medio de aditivos.
- Presentan gran estabilidad mecánica o resistencia al cambio de consistencia por un efecto drástico de esfuerzo interno o batido a grandes velocidades de los mecanismos.
- Están elaboradas con aceites altamente refinados, tienen alta resistencia a la oxidación, por lo que pueden permanecer en el mecanismo por largos períodos sin ser afectadas. Lo anterior las hace adecuada para la lubricación de cojinetes antifricción empacados.



### GRASAS COMPLEJAS. PARTICULARIDADES

- Son grasas que no contienen únicamente un jabón o mezclas de jabones, sino que en su composición entran otros compuestos como sales metálicas del mismo metal que el jabón, dando por resultado que se obtengan grasas con características muy distintas a las que se obtendrían si se usara únicamente el jabón.

#### EJEMPLO

La grasa de este tipo más conocida es la grasa de "complejo de litio". Esta grasa elaborada con jabones de litio y sales de litio, tienen propiedades muy distintas a una grasa de copas normal.



### GRASAS DE ESPESANTES NO JABONOSOS. PARTICULARIDADES

- Este tipo de grasas elaboradas con espesantes que no son jabonosos no tienen temperatura de fusión, sino que está limitada por el tipo de aceite lubricante que se utilice.
- Tiene excelente estabilidad mecánica, es decir, no cambia apreciablemente su consistencia con un batido muy enérgico en trabajo.
- Resiste al efecto del lavado con agua por lo que es una grasa para aplicaciones de operación a muy altas temperaturas.

#### ATENCIÓN

La desventaja que presenta radica en que se endurece dentro de las cañerías. No es recomendable para uso centralizado.



## ANEXO



Para una referencia de tipos de grasas y sus aplicaciones, consulte el ANEXO 1.

## Aditivos para las Grasas.

Las grasas minerales y sintéticas, en su fabricación, son optimizadas agregándoles sustancias químicas diversas, denominadas aditivos. Estos agentes son incorporados con diferentes propósitos orientados siempre a mejorar las propiedades de las bases que la forman.

De acuerdo a su propiedad, los aditivos pueden clasificarse en dos grandes grupos:

1

Aquellos que modifican características físicas de las grasas como son: punto de goteo, estabilidad mecánica, adhesividad, entre otros.

2

Aquellos de efectos de naturaleza química y que brindan control al funcionamiento del equipo durante su servicio: extrema presión, anticorrosivos, antidesgaste, inhibidores de oxidación, entre otros.

1

### ADITIVOS FÍSICAMENTE ACTIVOS

#### Mejoradores de adhesividad:

En diferentes aplicaciones industriales se necesita que la grasa permanezca adherida a las superficies, independientemente de su consistencia, esto ocurre en los procesos donde las partes lubricadas están expuestas a salpicaduras, lavado e intemperie, por lo tanto para aumentar la cohesividad del aceite se utilizan aditivos compuestos por: aceite castor, jabones, gelificantes y polímeros de acrilato y polibuteno.

#### Repelente de agua:

Algunos de los espesantes de base jabón tienen muy buena reacción frente al agua por ejemplo los jabones de calcio y los gelificantes inorgánicos. Sin embargo en muchos casos se hace necesario el agregado de aditivos que mejoren las características hidrófugas de una grasa. Para tal fin se recurre a derivados de siliconas, polímeros orgánicos de aminas alifáticas e hidroxácidos grasas.

#### Aditivos Sólidos EP:

Se entiende por aditivos sólidos EP a aquellos que se agregan en polvo finamente dividido en las grasas. La función de los mismos es brindar lubricación a altas temperaturas, donde los aditivos convencionales pierden o ven afectadas sus características. En general actúan como mejoradores de fricción brindando mayor protección en los momentos de puesta en marcha donde la lubricación es deficiente. Los más utilizados son el grafito y el disulfuro de molibdeno, (Molikote).

## 2

## ADITIVOS QUÍMICAMENTE ACTIVOS

**Agentes de extrema presión:**

Los agentes de extrema presión contienen elementos tales como azufre, fósforo, cloro o metales pesados. Reaccionan con la superficie del metal bajo la influencia del calor y la presión, formando compuestos del metal y estos compuestos existen sobre la superficie del metal como una película que protege contra severas soldaduras y desgaste.

**Modificadores de fricción:**

Los modificadores de fricción se usan generalmente cuando existe un fuerte efecto deslizante. Ejemplos típicos de estos aditivos incluyen: ácidos grasos, ésteres, alcoholes, aminas. Los derivados sulfurizados, a menudo, se emplean como agentes EP y como modificadores de fricción simultáneamente.

**Inhibidores de oxidación:**

Los inhibidores de oxidación funcionan absorbiéndose sobre la superficie metálica formando una delgada película protectora, que excluye el aire y el agua de una manera muy efectiva. Los productos usados para este cometido en los aceites para engranajes son: aminas grasas, amidas grasas, oxazolinas, imidazolinas, ésteres de ácido fosfórico, ácidos carboxílicos.

**EJEMPLO**

En el tipo de los inhibidores de oxidación, algunos de los productos típicamente usados para estos fines son: derivados de fenoles, aminas aromáticas, olefinas sulfurizadas, tiazoles, dialquiloditiofosfato de zinc, ditiocarbamatos.

**Pasivadores:**

Los metales no ferrosos, a menudo requieren lubricación especial. Los aditivos que contienen azufre y los agentes antidesgaste pueden reaccionar con el cobre y el bronce produciendo manchas oscuras y también la formación de depósitos de sulfuro metálico sobre la superficie metálica. Para evitar esto, los aceites se complementan con el agregado de ciertas sustancias llamadas agentes pasivadores, que compiten con el azufre frente a la superficie metálica.

**EJEMPLO**

Algunos ejemplos de los productos pasivadores son los derivados de triazoles y tiazoles, y otros compuestos heterocíclicos que contienen nitrógeno y azufre en el anillo.

## Almacenamiento y Manipulación de Grasas.



Se recomienda utilizar el producto dentro del año de elaboración, debido a los cambios estructurales que se producen en la grasa. Estos cambios alteran sus propiedades separándose sus componentes y secándola por la evaporación de las fracciones livianas de petróleo.



La grasa se deteriora más rápidamente en presencia de contaminantes externos, por lo cual deberán tomarse precauciones extremas que permitan disminuir los riesgos de emplear un producto de características abrasivas, corrosivas o que han perdido sus propiedades originales.



La mala manipulación e incorrecto almacenamiento de los contenedores hace que las grasas tengan una vida útil inferior.



## Recomendaciones para una correcta manipulación de los contenedores de grasas:



Deberán estar identificados con: nombre comercial, proveedor, código interno y fecha de vencimiento.



Los contenedores deberán almacenarse siempre bajo techo en lugares ventilados y libres de excesiva humedad.



Deben ingresar marcados con la fecha de elaboración o compra, a los efectos de descargar siempre primero los más antiguos.



Al abrir un contenedor, se deben utilizar elementos perfectamente limpios para extraer la grasa y luego cerrarlo lo más herméticamente posible hasta que tenga que ser usado nuevamente.



No devolver al contenedor la grasa excedente de las operaciones de relubricación.



No abrir los contenedores en zonas sucias o húmedas.



Cuidar que la zona que se almacena en el tambor esté limpia y que en lo posible no exista contacto directo de la grasa con el medio externo proveyendo para esto de cierres apropiados.



Las cañerías de los sistemas centralizados no deberán estar expuestas a temperaturas extremas, tanto de proceso, como ambientales (altas temperaturas facilitarán la oxidación y separación de los componentes, bajas temperaturas traerán problemas para bombear la grasa en el sistema).



## 5.1.3 Lubricantes Sólidos

¿En qué consisten los lubricantes sólidos?

Existen condiciones de lubricación donde la distancia entre metales, es del orden molecular, y en muchas ocasiones, sobre todo cuando las cargas son grandes, la única solución es interponer sustancias que, al estado sólido, presentan un coeficiente de fricción muy bajo.

### LUBRICANTES SÓLIDOS:



**Grafito:** Puede asimilarse a lo que ocurre en los líquidos en movimiento. Al interponer capas de grafito, el deslizamiento provocado por una fuerza disminuye la fricción. Sin embargo, el grafito presenta una limitación: si aumenta la temperatura arriba de los 100° C (212° F), dado que es carbón, en presencia de oxígeno se oxida.



**El bisulfuro de molibdeno (S<sub>2</sub>Mo, también conocido como Molikote):** Es de desarrollo más reciente. Se descubrió que la estructura cristalina es muy parecida a la del grafito. La acción básica del bisulfuro de molibdeno, puede observarse en la siguiente figura. La estructura consiste en una capa de metal molibdeno que se adhiere fuertemente al metal a lubricar, la capa superior de azufre está unida a la siguiente capa de azufre, precisamente se atribuye su capacidad de deslizamiento a la facilidad con que se rompen esas uniones Azufre - Azufre.

### EJEMPLO



En la siguiente figura se ejemplifica el lubricante sólido, bisulfuro de molibdeno.



La ventaja principal de este producto respecto al grafito es su estabilidad térmica, ya que resiste en condiciones normales hasta 400° C (752° F). Si se elimina el oxígeno, como en los reactores atómicos, puede resistir hasta 1000° C (1832° F).

**ACTIVIDAD 7.**

La siguiente actividad tiene el propósito de interiorizar los conceptos y características de las grasas.



Del siguiente listado, marque las características correspondientes a las grasas:

| Características                                     | GRASAS                   |
|---|--------------------------|
| Dureza  | <input type="checkbox"/> |
| Alta estabilidad a la oxidación y al envejecimiento | <input type="checkbox"/> |
| Capacidad de bombeo                                 | <input type="checkbox"/> |
| Alto punto de inflamación                           | <input type="checkbox"/> |
| Estabilidad   | <input type="checkbox"/> |
| Resistencia viscosa                                 | <input type="checkbox"/> |
| Bajo contenido de cenizas                           | <input type="checkbox"/> |
| Resistencia al agua                                 | <input type="checkbox"/> |

**¡Felicitaciones!**

Usted ha finalizado el capítulo 5.

A continuación se desarrollará el capítulo Métodos de Lubricación.



# Métodos de Lubricación

## TEMAS DEL CAPÍTULO 6

---

### 6.1 Clasificación de métodos de Lubricación

70

El objetivo del capítulo de Métodos de Lubricación es desarrollar los diversos métodos de lubricación que se aplican en la industria. Cada método va acompañado de información acerca de su funcionamiento, recomendaciones para su aplicación y ejemplos.



## 6.1

## Clasificación de métodos de Lubricación

Existen distintos métodos de lubricación que se clasifican según sus características y su utilización.

¿Cuáles son los métodos de lubricación que hay?

Los métodos de lubricación son:



LUBRICACIÓN POR BAÑO



LUBRICACIÓN POR GOTEO



LUBRICACIÓN POR NIEBLA



LUBRICACIÓN POR CIRCULACIÓN



LUBRICACIÓN POR SALPIQUE



LUBRICADOR DE ACEITE PARA LÍNEA DE AIRE



LUBRICACIÓN MANUAL



LUBRICACIÓN POR UNIDAD CENTRALIZADA



## LUBRICACIÓN POR BAÑO

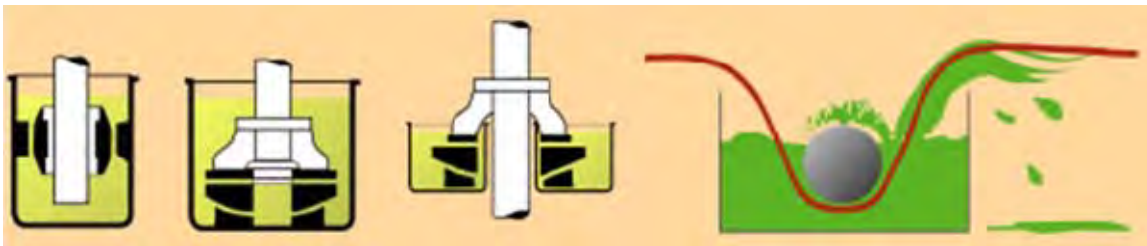
Los elementos de rodamiento recogen aceite de un recipiente en el soporte y lo distribuyen a todas las partes por lubricar.

### EJEMPLO



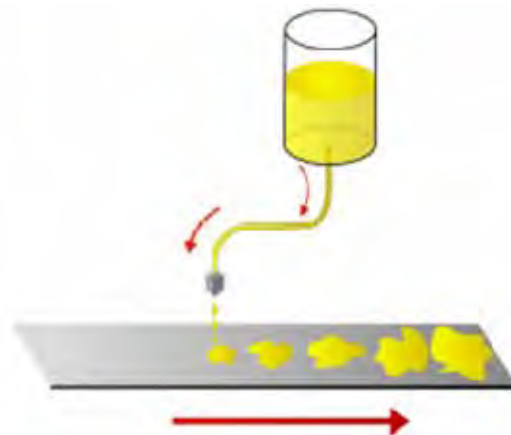
Con este método se evita la sobre lubricación, la agitación del aceite y el escape conservando el nivel de aceite entre la mitad de la esfera o rodillo más bajo (al estar parado el rodamiento) y el punto más bajo del anillo interior.

El uso de un lubricador de nivel constante ayuda a mantener el aceite al nivel correcto.



## LUBRICACIÓN POR GOTEO

Estos dispositivos pueden regularse para que alimenten la cantidad correcta de lubricante (gota por gota) a cojinetes de velocidades relativamente elevada. En este caso, las gotas caen dentro de una tuerca de retención, la cual rocía el aceite a las partes lubricadas.





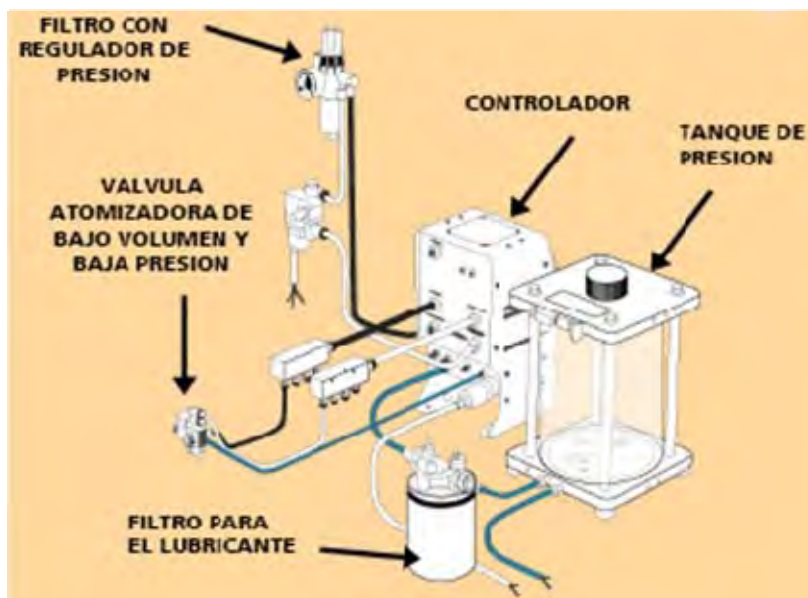
## LUBRICACIÓN POR NIEBLA

Este método se manifiesta por la fuerza centrífuga producida por el movimiento giratorio de los rociadores cónicos que forman una neblina de aceite que lubrica las partes en movimiento de cojinetes de alta velocidad. Los rodamientos que giran a velocidades muy elevadas son lubricados por depósitos especiales que emplean aire comprimido para atomizar al aceite y suministrarlo en forma de una neblina densa, a las partes en movimiento.

### EJEMPLO



En la figura se ejemplifica un sistema de lubricación por niebla.

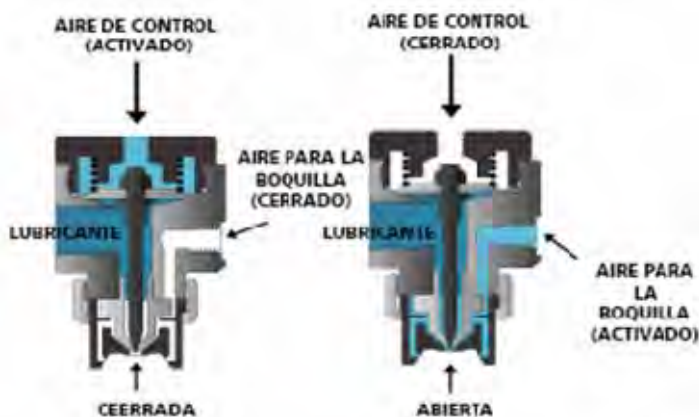


En algunos casos los rociadores se encuentran parcialmente sumergidos en el aceite. En otros, el aceite es llevado a los rociadores por medio de mechas. Se debe añadir aceite cuando haga falta, y reemplazar las mechas sucias.

### RECUERDE



Las Normas API-610 recomiendan que para bombas en las industrias de la petroquímica y de la refinación, la niebla de aceite debe fluir a través de los rodamientos. Esta recomendación deberá realizarse, también, en la aplicación de niebla en los rodamientos en motores eléctricos donde que está comprobado que la ruta diagonal asegura la adecuada lubricación.

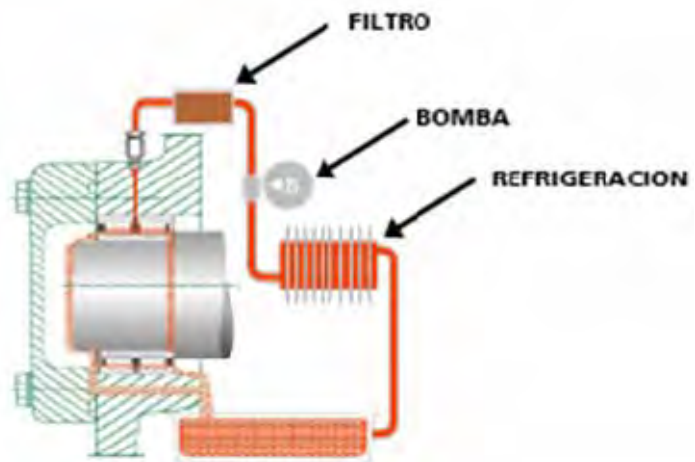






## LUBRICACIÓN POR CIRCULACIÓN

Este método de lubricación por circulación se aplica cuando las temperaturas de operación son elevadas porque el cojinete está sujeto a calor inducido, y es necesario contar con un volumen suficiente de aceite que actúe como medio enfriador. Este es continuamente bombeado a través del soporte de los rodamientos, pasando después al recipiente principal.



Los aceites adecuados para una lubricación efectiva de los rodamientos, deben tener:

- La mayor resistencia posible a la oxidación y a la formación y acumulación de lodos, en servicios prolongados.
- Viscosidad correcta a las velocidades, temperaturas de operación para reducir el rozamiento y proteger contra el desgaste.
- Resistencia de película adecuada para soportar la fuerte acción de rozamiento.
- Propiedades anti herrumbrantes para ofrecer máxima protección contra el herrumbre en los casos en que existe humedad.



## LUBRICACIÓN POR SALPIQUE

En algunos casos, el tipo de aceite suministrado a los rodamientos depende del tipo de lubricante requerido por otras partes, tal como se puede ver en la imagen.

El aceite es salpicado por medio de engranes o dispositivos parcialmente sumergidos en aceite, que a través del propio movimiento proporcionan lubricación a todo el sistema.



Los controles científicos permiten mantener los altos estándares de calidad y uniformidad encontrados en estos lubricantes y los aditivos más modernos sirven para mejorar todavía más la resistencia natural a la oxidación de este tipo de aceite base, así como la protección ofrecida a los elementos de rodamiento por los inhibidores contra la herrumbre.



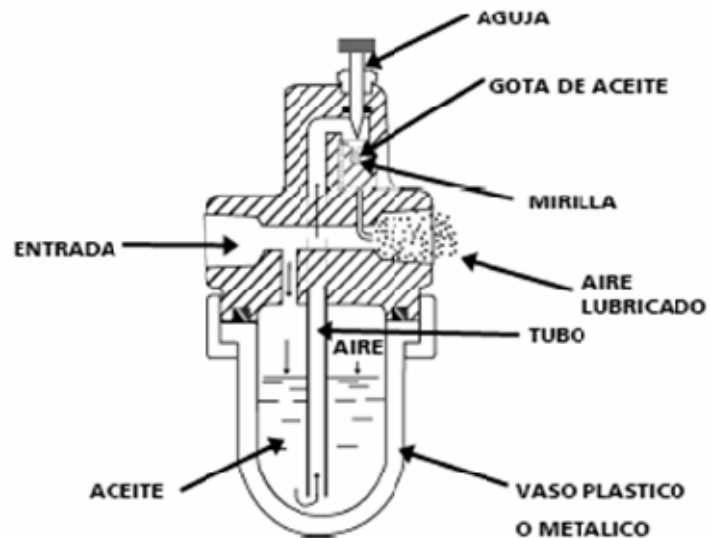


## LUBRICADOR DE ACEITE PARA LÍNEA DE AIRE

El objetivo de este aceite injectado junto con el aire por aspersion, es que las partes internas que componen la bomba se lubriquen apropiadamente, para que no se oxiden ni se peguen como en nuestro caso de una bomba neumática de grasa.

Frecuentemente, este aditamento es utilizado en conjunto con el filtro y el regulador, pues su finalidad es que el aire al salir de este último equipo o dispositivo, arrastre aceite en forma de neblina.

En la figura se muestra un lubricador:



¿Cómo se aplica el lubricador de aceite para línea de aires?

1

El vaso del lubricador se carga con aceite y la presión del aire hace las veces de eyector haciendo que el aceite suba por el tubo en sifón.

2

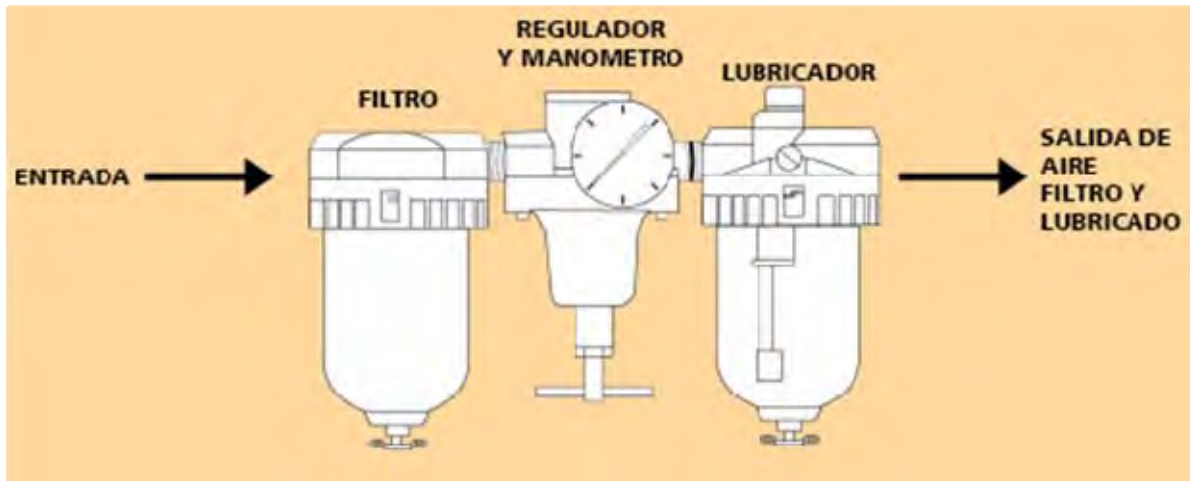
Luego ese aceite se desprende en gotas en la cúpula visor y al salir del lubricador es proyectado en forma de neblina. Este mismo principio es el usado en la pistola para aplicar pintura por aspersion.

En el regulador de presión, en ocasiones es común que el arreglo incluya un manómetro. En otros arreglos se instala un manómetro antes del filtro y posteriormente, después del lubricador otro manómetro, para verificar las condiciones del sistema y poder detectar cuándo el elemento del filtro se satura para darle servicio técnico.

## EJEMPLO

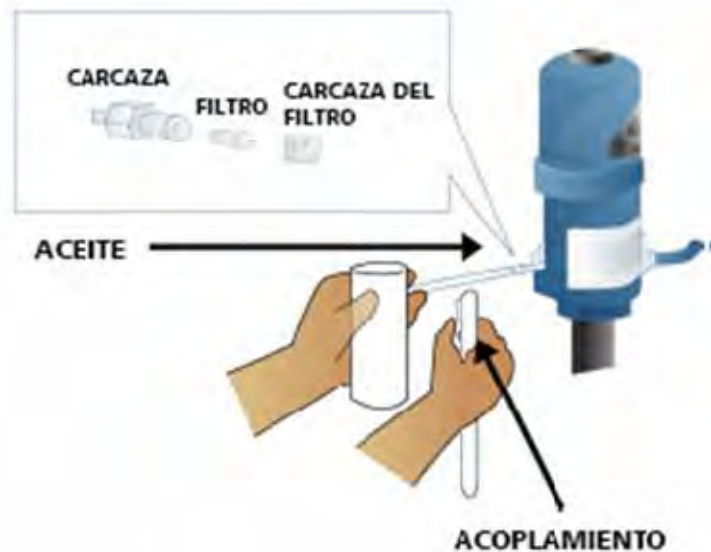


Considerando lo ejemplificado en la figura y la explicación de las partes que componen ese arreglo, se garantiza que tanto la presión del aire, como que sus características sean óptimas.



Recomendaciones al momento de ponerlo en funcionamiento.

- El equipo que es alimentado con aire (seco, regulado y lubricado), lo que permite que opere sin problemas de mantenimiento.
- La línea de aire se conecta a la bomba de inyección de grasa. Esta bomba opera con un motor neumático para asegurar que las partes internas de la bomba trabajen eficientemente.
- Es necesario que se observe la calidad del aire.
- Si el aire está muy seco, es conveniente que a través del lubricador sea inyectado a la línea de suministro de aire a la bomba, un pequeño flujo de aceite en aspersion.
- Es conveniente verificar si el vaso del filtro de aire no está saturado o sucio, para proceder a limpiarlo.





## LUBRICACIÓN DE TIPO MANUAL

La lubricación que realiza una persona, ya sea con grasa o con aceite, se le conoce como lubricación de tipo manual, y consiste en una serie de operaciones que realiza una persona con el objeto de preservar las buenas condiciones de operación de sus equipos mediante un lubricante adecuado para evitar el deterioro de las partes metálicas.

Existen diferentes formas de llevar a cabo la lubricación del equipo en forma manual:



Lubricación con brocha



Lubricación con inyector manual



Lubricación con brocha:

Esta consiste en aplicar el lubricante sobre la parte o partes que se desean lubricar, con una brocha llena de aceite o grasa.

Generalmente, esta forma de lubricación se realiza sobre equipo que se encuentra descubierto. Un ejemplo muy común, es el de lubricar una cadena con aceite como se muestra en la figura.

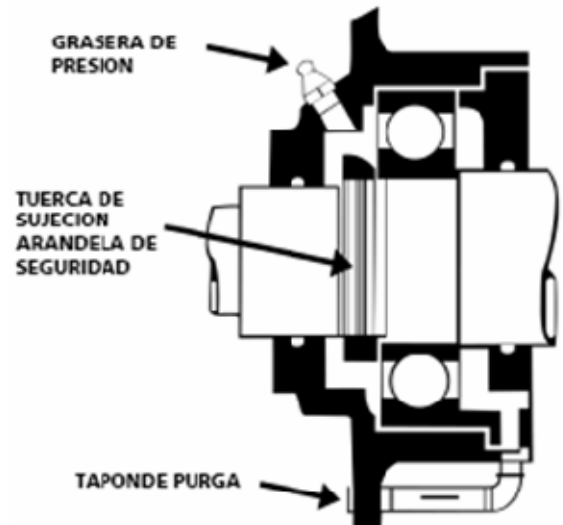




## LUBRICACIÓN CON INYECTOR MANUAL:

Existen equipos que es necesario proteger, para evitar que se contamine con algún tipo de polvo o basura, y esto ocasione un deterioro prematuro, o en el peor de los casos una descompostura, por lo que siempre se mantiene perfectamente aislado.

Un ejemplo de ello son los cojinetes de las ruedas del carro olla y otro, son las partes de un rodamiento que se encuentra aislado, como lo describe la figura.



¿Qué equipo es apropiado utilizar en esta operación?

Para poder realizar la lubricación de estos equipos es necesario contar con un inyector manual, el cual no es más que una pequeña bomba que tiene la función de inyectar lubricante a presión dentro de los equipos que se encuentran protegidos del medio ambiente.



La figura visualiza un inyector de lubricación manual de equipos.

¿Cuales son los pasos a seguir para realizar una lubricación efectiva con un inyector?

- 1) Retirar el tapón de purga.
- 2) Conectar la manguera del inyector en la grasera de presión.
- 3) Inyectar la grasa nueva, la cual empuja a la grasa usada obligándola a salir por la purga abierta.
- 4) Se chequea que el nivel de grasa sea el adecuado.
- 5) Se inyecta grasa hasta que por la purga salga grasa limpia.
- 6) Se cierra el tapón de purga.



## LUBRICACIÓN POR UNIDAD CENTRALIZADA

Es una unidad centralizada aquella unidad que envía grasa hacia las partes en movimiento de alguna máquina.

¿Cuáles son los componentes de una unidad centralizada?

**Depósito de grasa:**

Es simplemente un depósito que contiene la grasa empleada para la lubricación.

**Motobomba de inyección:**

Ésta es accionada por un pequeño motor eléctrico para inyectar la grasa a presión.

**Líneas de lubricación:**

Conducen al lubricante hasta el lugar requerido.

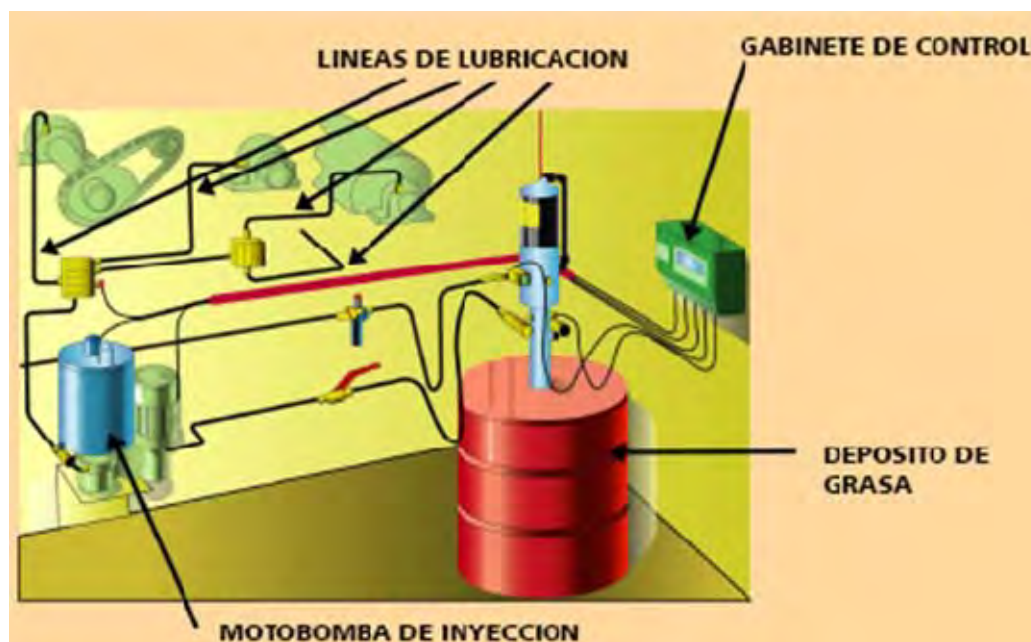
**Gabinete de control (Temporizado):**

En él se programa la lubricación cada cuándo y durante cuánto tiempo.

### EJEMPLO



En la figura se observa una lubricación por unidad centralizada



**ACTIVIDAD 8.**

En este capítulo se abordó el tema de los Métodos de Lubricación, a continuación se plantean actividades para reforzar los diversos métodos existentes.



Lea atentamente los siguientes conceptos y especifique a qué tipo de método de lubricación corresponde.

A) Lubricación de aceite para línea de aire

B) Lubricación Manual

C) Lubricación por niebla

D) Lubricación por salpique

E) Lubricación por goteo

1

La fuerza centrífuga producida por el movimiento giratorio de los rociadores cónicos forma una neblina de aceite que lubrica las partes en movimiento de cojines de alta velocidad.

2

Las gotas caen dentro de una tuerca de retención, la cual rocía el aceite a las partes lubricadas permitiendo que los dispositivos se regulen para que alimenten la cantidad correcta de lubricante a cojines de velocidad relativamente elevada.

3

La lubricación es realizada por una persona para que los equipos se encuentren en excelente condiciones de operación.

4

El objetivo del aceite inyectado junto con el aire por aspersion, es que las partes internas que componen la bomba se lubriquen para que no se oxiden ni se peguen.

5

El aceite es salpicado por engranes o dispositivos parcialmente sumergidos en aceite.

**¡Felicitaciones!**

Usted ha finalizado el capítulo 6.  
Ha finalizado el curso de Lubricación.



# Anexo

## Tipos de Lubricantes

### Clasificación de Lubricantes Semi-Sólidos

#### Clasificación y características de las principales grasas

En la siguiente tabla se muestran algunas de las grasas más utilizadas y sus principales características.

|                   | Máxima temperatura de servicio |     | Punto de goteo |          | Resistencia al agua | Protección anti-corrosiva | Soporte de carga |
|-------------------|--------------------------------|-----|----------------|----------|---------------------|---------------------------|------------------|
|                   | °C                             | °F  | °C             | °F       |                     |                           |                  |
| Calcio            | 60                             | 140 | <100           | <212     | buena               | regular                   | regular          |
| Calcio compleja   | 160                            | 320 | >230           | >446     | excelente           | regular                   | buena            |
| Litio             | 130                            | 266 | >160           | >320     | buena               | buena                     | buena            |
| Litio compleja    | 150                            | 302 | >250           | >482     | excelente           | excelente                 | excelente        |
| Sodio             | 130                            | 266 | 130/200        | 266/392  | mala                | buena                     | regular          |
| Sodio compleja    | 150                            | 302 | >220           | >428     | regular             | buena                     | buena            |
| Bario compleja    | 150                            | 302 | >220           | >428     | excelente           | buena                     | excelente        |
| Bentonita         | 160                            | 320 | no tiene       | no tiene | buena               | mala                      | mala             |
| Gel de sílice     | 140                            | 284 | >250           | >482     | mala                | mala                      | mala             |
| Polímero          | 200                            | 392 | >250           | >482     | excelente           | regular                   | mala             |
| PTFE              | 250                            | 482 | >250           | >482     | excelente           | buena                     | excelente        |
| Aluminio          | 70                             | 158 | 110            | 230      | buena               | regular                   | regular          |
| Aluminio compleja | 160                            | 320 | >230           | >446     | excelente           | buena                     | buena            |



Manual de Contenido  
del Participante

# Elementos Mecánicos





Este documento constituye información confidencial propiedad de Ternium.  
Queda prohibida su difusión, reproducción, modificación, impresión, alteración o cualquier otro uso sin autorización expresa de su propietario.

# Propósito y Objetivos de este Manual

Este manual tiene como propósito establecer las características y aplicaciones de los distintos elementos mecánicos.

Los objetivos que deberá lograr el participante al finalizar el curso son:



Reconocer los diferentes tipos de elementos de unión y sus dimensiones características.



Identificar, reconocer y seleccionar los elementos de transmisión y apoyo.



Identificar y reconocer los componentes característicos de los engranajes y determinar cómo se componen en mecanismos.

Es importante comprender las consecuencias que el desconocimiento de los conceptos y principios explicados en este manual puede ocasionar en la seguridad y calidad del producto final.

# Cómo Utilizar este Manual

Este manual muestra los distintos elementos mecánicos, sus características y aplicaciones.

En el manual usted puede encontrar explicación de conceptos, reflexiones, actividades, que son de gran utilidad para aprender y trabajar con sus compañeros y adquirir una nueva mirada que le permita implementar mejoras o cambios en su lugar de trabajo.



## CAPÍTULO 1 Introducción

6



## CAPÍTULO 2 Tornillos, Espárragos y Tirafondos

10



## CAPÍTULO 3 Chavetas

15



## CAPÍTULO 4 Correas, Cables y Cadenas

21



## CAPÍTULO 5 Rodamientos

29



## CAPÍTULO 6 Engranajes, Acoplamientos y Reductores

38



## CAPÍTULO 7 Válvulas

50

El manual contiene pequeñas figuras que se repiten en todos los capítulos y que son una forma de organización de la información para hacer más fácil y dinámica la lectura. Estas figuras se denominan íconos.

A continuación hay una descripción de la utilización de cada ícono, es decir en qué oportunidad aparecen:



### GLOSARIO

Explica términos y siglas.



### RECUERDE

Refuerza un concepto ya mencionado en el texto del manual.



### ANEXO

Profundiza conceptos.



### MANTENIMIENTO

Resalta procedimientos necesarios de mantenimiento.



### PREGUNTAS

Presenta preguntas disparadoras.



### ATENCIÓN

Destaca conceptos importantes.



### EJEMPLO

Ilustra con situaciones reales los temas tratados.



### ACTIVIDAD

Señala el comienzo de un ejercicio que le permitirá reforzar lo aprendido.



### EXAMEN FINAL

Señala el comienzo de la evaluación final.



### FIN DE CAPÍTULO

Señala la finalización del capítulo.



### FIN DE MANUAL

Señala la finalización del manual.

# Introducción

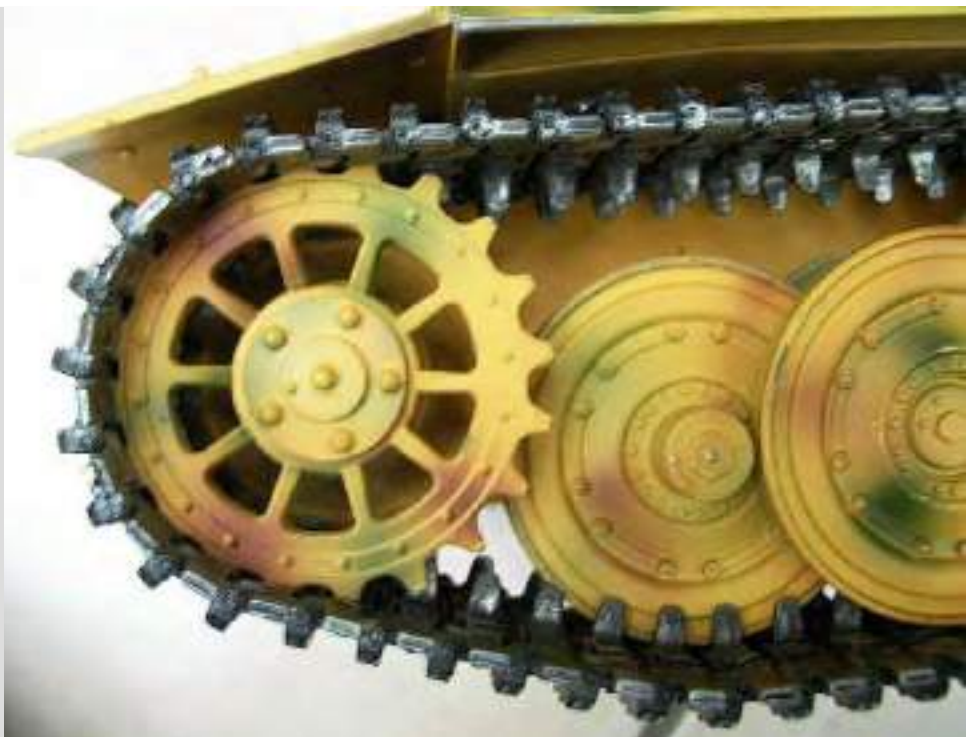
## TEMAS DEL CAPÍTULO 1

---

### 1.1 Máquinas

7

En este capítulo se explicará el concepto de máquinas y su clasificación



## 1.1 Máquinas

El ser humano siempre intenta realizar trabajos que sobrepasan su capacidad física. Algunos ejemplos de esta actitud de superación pueden ser: mover rocas enormes, elevar coches para repararlos, transportar objetos o personas a grandes distancias, cortar árboles, etc.

Para solucionar estos grandes retos se inventaron las máquinas: una grúa o una excavadora son máquinas; pero también lo son una bicicleta, o los cohetes espaciales, etc. Todos ellos son máquinas y en común tienen, al menos, una cosa: son inventos humanos cuyo fin es reducir el esfuerzo necesario para realizar un trabajo.

Prácticamente cualquier objeto puede llegar a convertirse en una máquina sin más que darle la utilidad adecuada. Por ejemplo, una cuesta natural no es, en principio, una máquina, pero se convierte en ella cuando el ser humano la usa para elevar objetos con un menor esfuerzo (es más fácil subir objetos por una cuesta que elevarlos a pulso); lo mismo sucede con un simple palo que nos encontramos tirado en el suelo, si lo usamos para mover algún objeto a modo de palanca ya lo hemos convertido en una máquina.



Existen diferentes tipos de máquinas para realizar diferentes tareas. Algunas máquinas realizan tareas fáciles y otras realizan tareas difíciles. Incluso existen máquinas que pueden desempeñar varias tareas a la vez, como una computadora.

### GLOSARIO

**Máquina:** Conjunto de aparatos combinados para recibir cierta forma de energía y transformarla en otra más adecuada, o para producir un efecto determinado.



## Clasificación de las máquinas

Las máquinas se pueden clasificar atendiendo a tres puntos de vista:

### 1 Clasificación según el número de elementos

La complejidad se verá afectada por el **número de elementos** que componen la máquina. Por ejemplo, una bomba hidráulica es una máquina menos compleja que un cargador frontal (montacargas) porque está constituida por menos elementos.



Bomba hidráulica  
(menos elementos)

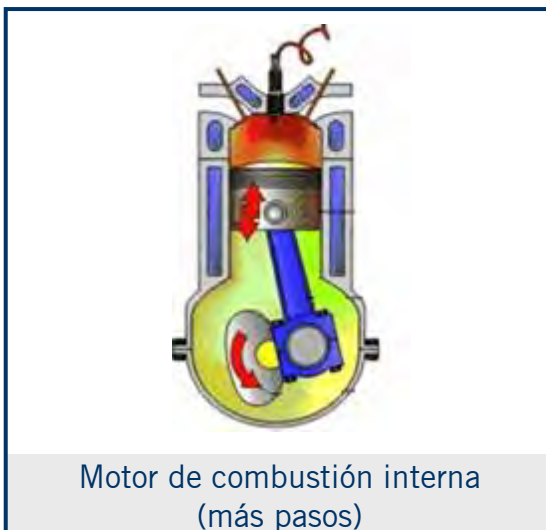


Cargador frontal  
(más elementos)

### 2 Clasificación según el número de pasos

Esta clasificación se basa en el **número de pasos** que necesita una máquina para su funcionamiento. Así, mientras más pasos requieran la máquina para efectuar su tarea, mayor será la complejidad de ésta.

Por ejemplo, un corta uñas es una máquina que requiere de dos pasos para su funcionamiento: una palanca le transmite la fuerza a la otra para de esta manera apretar los extremos en forma de cuña. Después viene la acción de corte de la máquina. En cambio, un motor de combustión interna requiere de una serie de pasos para llevar a cabo su función que lo hacen complejo.



Motor de combustión interna  
(más pasos)



Corta uñas  
(menos pasos)

## 3

## Clasificación según las tecnologías que se emplean

Según el número de tecnologías ( mecánica, eléctrica, hidráulica, etc. ) que la integran. Así, el montacargas integra diversas tecnologías en su constitución, tales como mecánica, hidráulica, eléctrica, etc. Mientras que la bomba de engranes integra solamente tecnologías mecánica e hidráulica.

Se puede observar que algunas máquinas trabajan con elementos mecánicos solamente, como una bicicleta. Este tipo de máquinas es esencialmente mecánicas porque en su funcionamiento no interviene ningún elemento que no sea mecánico.

Sin embargo, existen máquinas que requieren de la combinación de diversos elementos para su funcionamiento, tal es el caso de las grúas viajeras, que se componen de diversos elementos: mecánicos, hidráulicos, eléctricos, etc.



Mecanismo de una bicicleta, que trabaja con elementos mecánicos



Grúa viajera, que funciona con más de una tecnología

Como se dijo anteriormente, muchas de las máquinas que se encuentran en la industria están compuestas de diversos elementos. Dichos elementos pueden ser mecánicos, eléctricos, hidráulicos, etc. Cada uno cumple con una función específica dentro de la máquina.

En el presente manual se hablará solamente de los elementos mecánicos más comunes, tales como: tornillos, engranes, rodamientos, cojinetes, etc.

**¡Felicitaciones!**

Usted ha finalizado el capítulo 1.

A continuación se desarrollará el capítulo 2 *Tornillos, Espárragos y Tirafondos.*





# Tornillos, Espárragos y Tirafondos

## TEMAS DEL CAPÍTULO 2

---

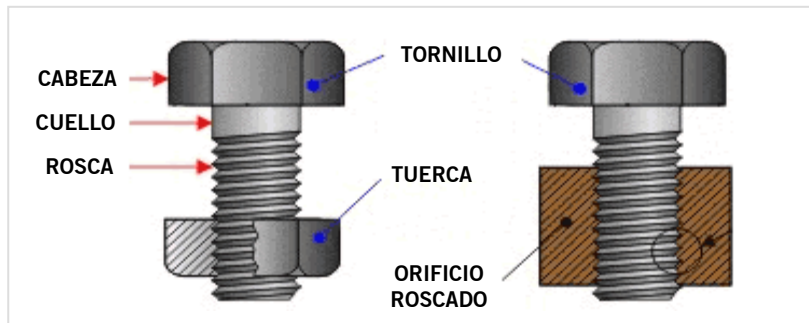
|                |    |
|----------------|----|
| 2.1 Tornillos  | 11 |
| 2.2 Espárragos | 13 |
| 2.3 Tirafondos | 13 |

En este capítulo se describirán la funcionalidad de tornillos, espárragos y tirafondos.



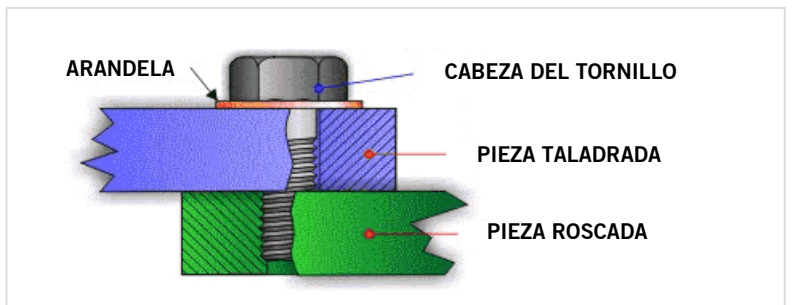
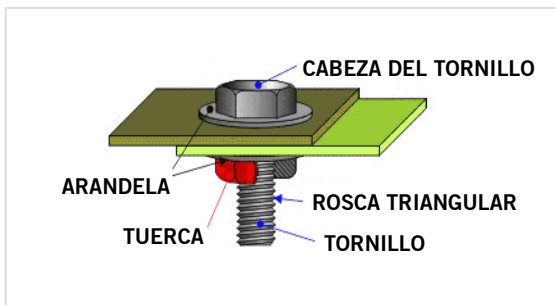
# 2.1 Tornillos

Los tornillos son elementos máquina que se utiliza para la sujeción de dos o más componentes



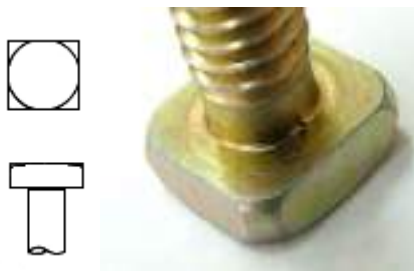
Existen dos tipos de tornillos utilizados en la industria, que se conocen como:

- ✓ Tornillo roscado: Se sujeta ( o rosca ) directamente a la pieza.
- ✓ Tornillo pasado: Se sujeta por medio de una tuerca.



Ejemplos de cabezas de tornillos

A continuación se muestran algunos de los diferentes tipos de cabezas en los tornillos.



**CABEZA CUADRADA**



**CABEZA HEXAGONAL**



**CABEZA SEMIESFÉRICA PARA DESTORNILLADOR**



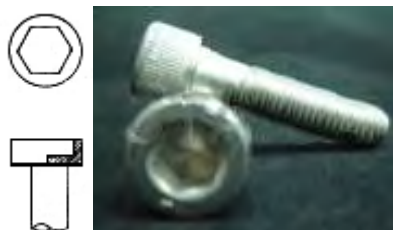
**CABEZA TIPO COCHE**



**CABEZA PLANA**



**CABEZA TIPO PARKER**



**CABEZA TIPO ALLEN**



**CABEZA TIPO OPRESOR**

Las grandes ventajas de las uniones roscadas, alta seguridad de ensamble, facilidad de montaje y desmontaje, costo relativamente bajo y el empleo de procesos de producción a gran escala, provoca que los tornillos, sean los elementos de maquinas mas utilizados.

Los más comunes, son los tornillos de filete triangular, de rosca derecha y de una sola entrada, que recibe los más diversos nombres. Si el conjunto está compuesto por una tuerca y un tornillo, se llama **bulón**, si está roscado en toda o en parte de su longitud y se enroscan en una de las piezas y sujetan o ejercen presión a la otra se denomina “prisionero”. A los tornillos sin cabeza, cuyo vástago se hallan roscados en sus dos extremos se les llama **espárragos** y a los de rosca especial cónica, que forman la rosca en el material a los que se atornillan se los denomina **tirafondo** o “tornillo para madera”.

## 2.2 Espárragos



Un espárrago es una varilla roscada en ambos extremos. En su empleo normal, atraviesa un barreno liso de una de las piezas y se atornilla permanentemente dentro de un agujero aterrajado o roscado con macho de la otra.

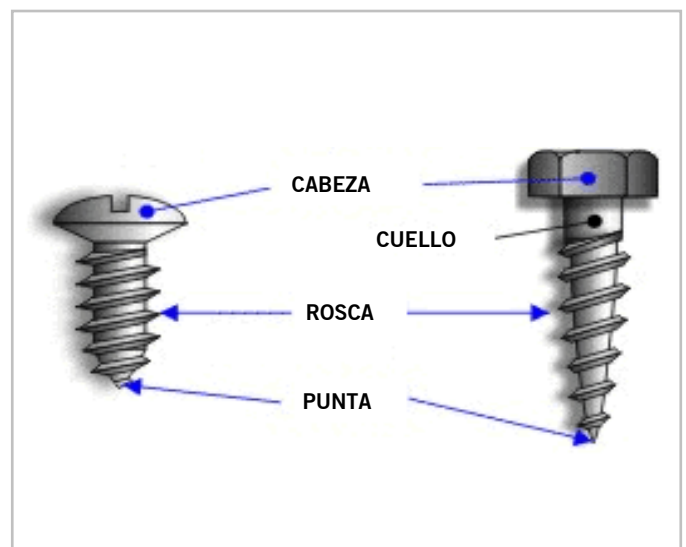
El espárrago se emplea cuando los pernos pasantes no son adecuados para piezas que tengan que ser removidas con frecuencia, como culatas de cilindros y tapas de cajas de distribución. Un extremo se atornilla fuertemente en un agujero aterrajado y la parte que queda saliente del que queda saliente del espárrago guía a la pieza desmontable hasta su posición.

## 2.3 Tirafondos

El tirafondo (o pija) es un tornillo afilado dotado de una cabeza diseñada para imprimirle un giro con la ayuda de una herramienta (llave fija, destornillador, llave Allen).

El diseño de la rosca se hace en función del tipo de material en el que ha de penetrar. Se fabrican tirafondos con roscas especiales para chapas metálicas (aluminio, latón, acero...), maderas (naturales, aglomerados, contrachapados, DM...), plásticos, materiales cerámicos, tacos.

Existen multitud de modelos de tirafondos que se diferencian, principalmente, por el tipo de cabeza, la herramienta necesaria para imprimirle el giro y el tipo de rosca; a ello hemos de añadir los aspectos dimensionales: longitud y grosor.



**ACTIVIDAD 1**

Para profundizar los conocimientos sobre los tornillos, se propone la siguiente actividad.



Identificar el tipo de cabeza de tornillo que corresponda a cada caso:



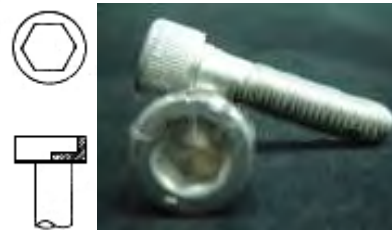
\_\_\_\_\_



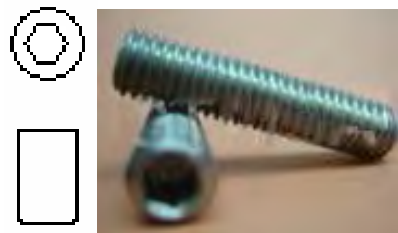
\_\_\_\_\_



\_\_\_\_\_



\_\_\_\_\_



\_\_\_\_\_



\_\_\_\_\_

**¡Felicitaciones!**

Usted ha finalizado el capítulo 2.

A continuación se desarrollará el capítulo 3 *Chavetas*.



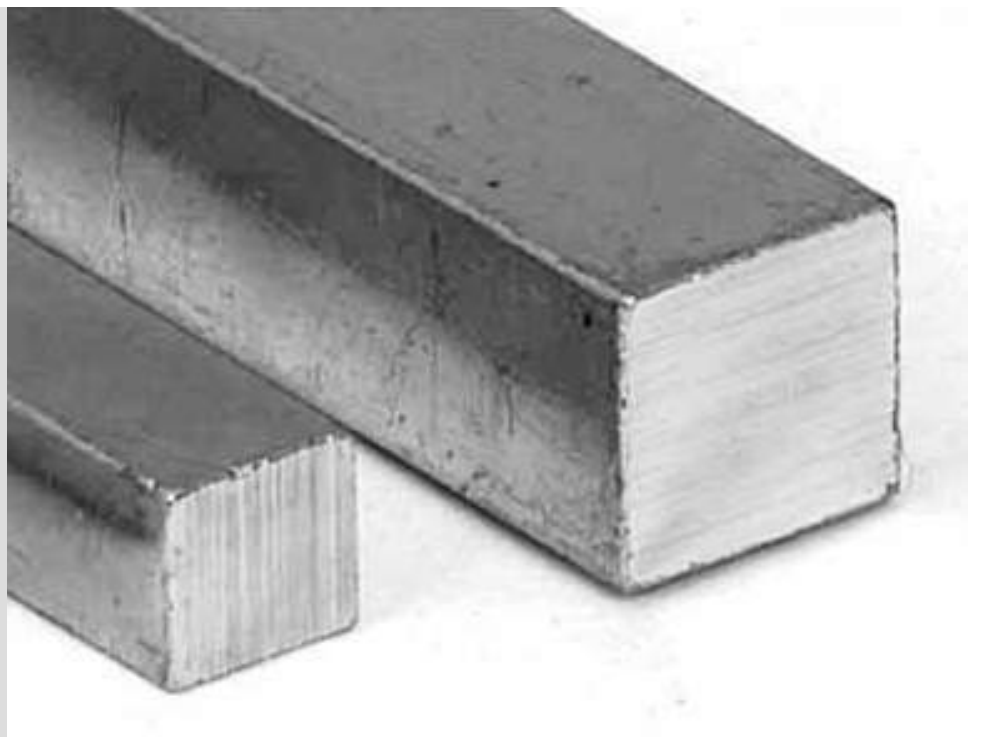
# Chavetas

## TEMAS DEL CAPÍTULO 3

---

|   |    |
|---|----|
| 3.1 Clasificación de las chavetas o cuñas | 16 |
| 3.2 Chavetas longitudinales               | 17 |
| 3.3 Espigas y pasadores                   | 19 |

En el presente capítulo se explicará la función de la chaveta o cuña y los principales tipos.





## 3.1 Clasificación de las chavetas o cuñas

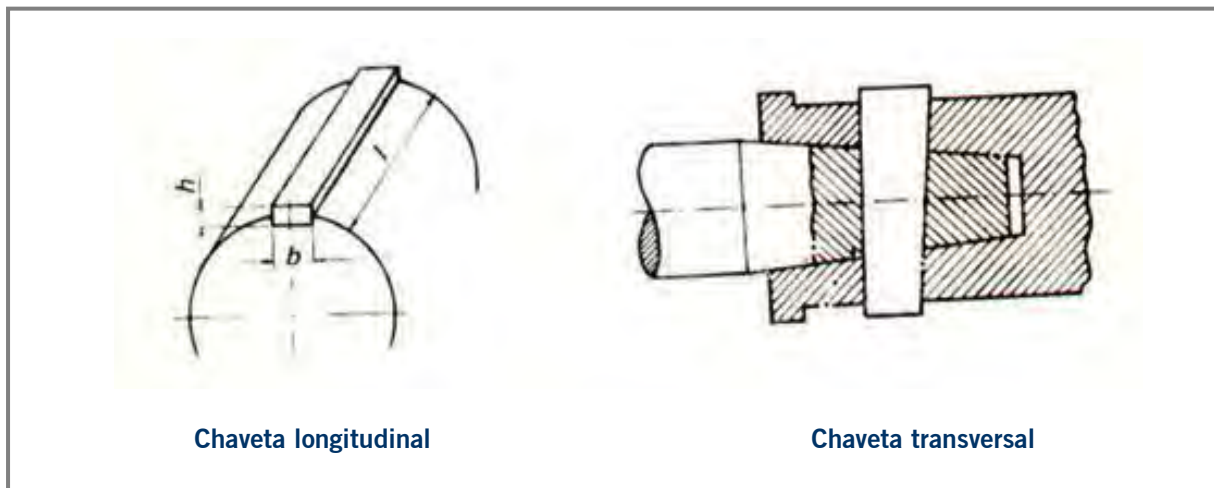
Las chavetas o cuñas son elementos de unión que hermanan generalmente piezas de revolución, transmitiendo un esfuerzo. La forma fundamental es la de un cuerpo prismático con una o dos superficies opuestas oblicuas, llamadas superficie de arrastre, que queda definida por el ángulo de inclinación de la misma.

La chaveta es desmontable para facilitar el ensamble y desarmado del sistema de eje.

Se instala dentro de una ranura axial que se maquina en el eje, la cual se denomina chavetero o cuñero. A una ranura similar en la maza de la pieza que transmite potencia se le da el nombre de asiento de cuña, aunque es también un cuñero o chavetero.

Las cuñas o chavetas se usan en el ensamble de partes de máquinas para asegurarlas contra su movimiento, por lo general rotatorio, como es el caso entre flechas, cigüeñales, volantes, etc. Aun cuando los engranajes, las poleas, etc., están montados en su eje con un ajuste, es aconsejable usar una chaveta para evitar que se deslice.

Según la **dirección de la fuerza** que la chaveta debe resistir, se **dividen en chavetas longitudinales y transversales**.



El material de las chavetas es casi siempre aceros semiduros, con preferencia al dulce, porque el primero se recalca menos al entrar o al arrancarla, además, ofrece mayor resistencia, lo que hace que las chavetas y las piezas que se han de unir puedan tener dimensiones más reducidas. Además, es condición necesaria que el material con el que se construya la chaveta, sea de menor resistencia que el eje y el cubo, de modo que no deforme el chavetero de estas piezas, que son más costosas.

La **chaveta transversal** con el tiempo va perdiendo aplicación, debido al reemplazo de mecanismos alternativos por rotativos.

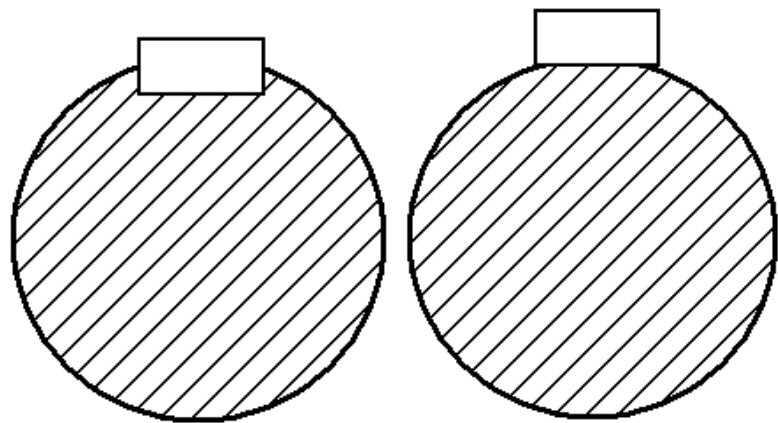
## 3.2 Chavetas longitudinales

Cuando los órganos a unir están dispuestos de modo que uno de ellos tiende a girar exteriormente a otro, transmitiéndole o recibiendo de él un momento torsor, la unión se realiza por medio de **chavetas longitudinales**, las cuales son prismas rectos de base rectangular, cuadrada o circular.

Los principales tipos de cuñas longitudinales que se utilizan se describen a continuación.

### Chaveta rectangular

La chaveta rectangular tiene aplicación en ejes pequeños, donde no es conveniente realizar un chavetero profundo y puede tomar otras posiciones como las mostradas.



Chaveta rectangular

Chaveta rectangular plana

### ANEXO



En mecánica, se denomina **momento de una fuerza** (respecto a un punto dado) a una magnitud vectorial, obtenida como producto vectorial del vector de posición del punto de aplicación de la fuerza con respecto al punto al cual se toma el momento por la fuerza, en ese orden. También se le denomina **momento dinámico** o sencillamente **momento**.

Ocasionalmente, a partir del término inglés (torque), recibe el nombre de **torque**. Este término intenta introducirse en la terminología española, bajo las formas de torque o torca, aunque con escasa fortuna, ya que existe la denominación **par** que es la correcta en español.

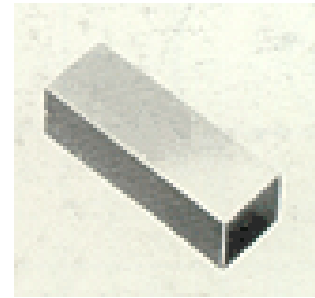
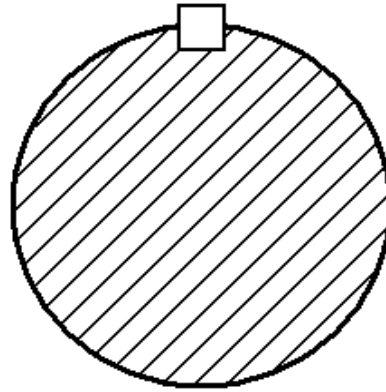
El **momento de una fuerza con respecto a un eje** da a conocer en qué medida existe capacidad en una fuerza o sistema de fuerzas para causar la rotación del cuerpo alrededor de un eje que pase por dicho punto.

Se denomina **momento torsor** a la componente paralela al eje longitudinal del momento de fuerza resultante de una distribución de tensiones sobre la sección transversal del prisma mecánico.



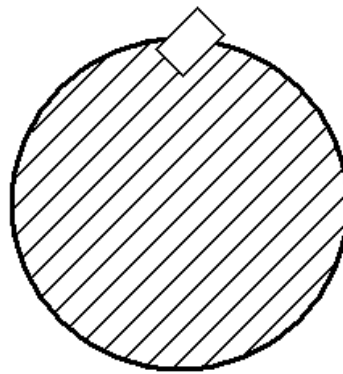
### Chaveta cuadrada

La chaveta cuadrada tiene una mayor resistencia al aplastamiento, pero provoca una elevada concentración de tensiones en el chavetero, por ello se utiliza en ejes de diámetros apreciables

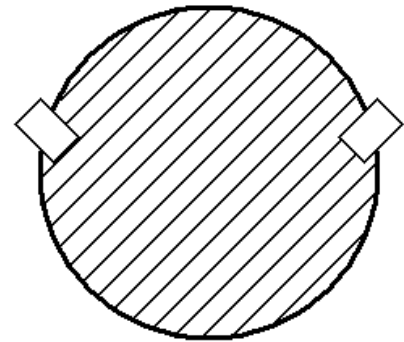


### Chaveta tangencial

La chaveta tangencial sólo permite la transmisión de un esfuerzo mayor en un solo sentido, inconveniente que se salva colocando chavetas tangenciales dobles



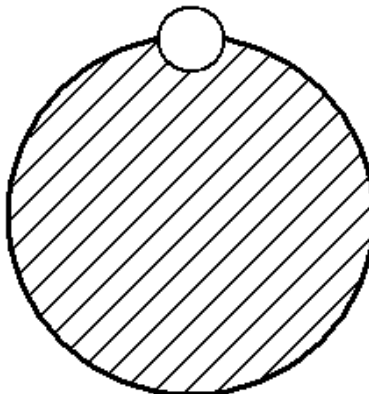
Chaveta tangencial



Chaveta tangencial doble

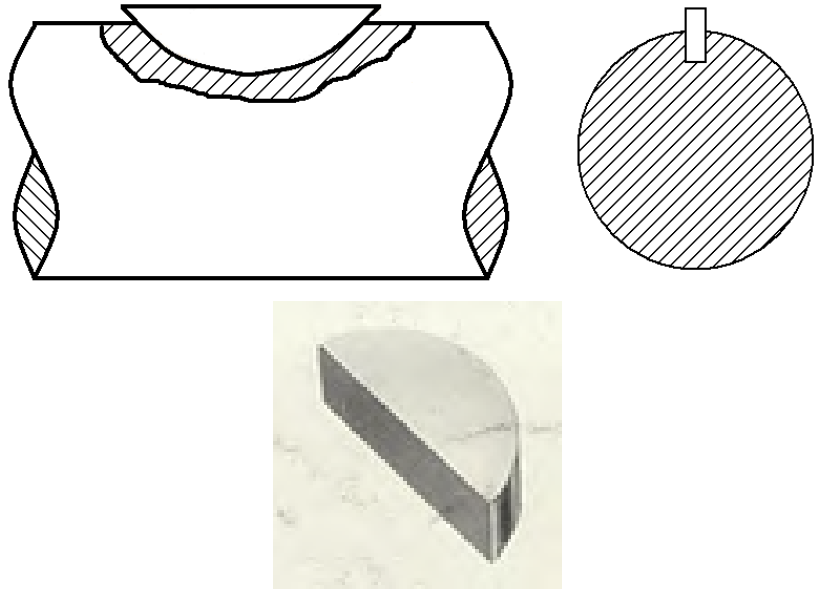
### Chaveta circular

La chaveta circular provoca un mínimo de concentración de tensiones en el chavetero, pero el esfuerzo que transmite también es menor



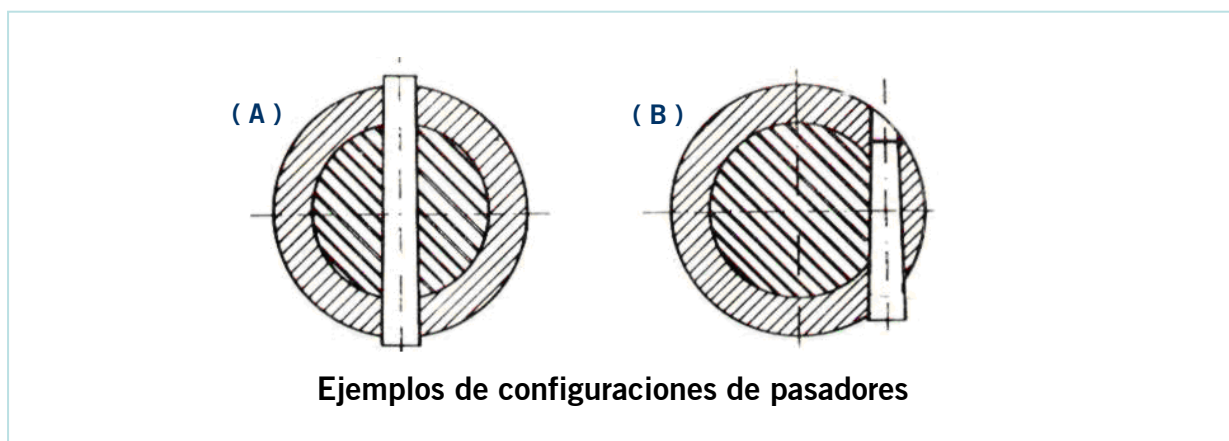
### Chaveta media luna

La chaveta semicircular, *Woodruff*, lenticular o media luna tiene la ventaja de su económica y exacta colocación, a lo que debe sumarse la seguridad que le da un chavetero profundo, que impide el desgarre y no debilita considerablemente el eje.



## 3.3 Espigas y pasadores

Las espigas y los pasadores, sean cilíndricos, huecos o ligeramente cónicos, pueden asumir las más diversas posiciones con respecto al eje y pueden transmitir un momento torsor o un empuje axial. La espiga de la figura (A) es muy empleada por su facilidad de colocación, pudiéndose hacer el chavetero simplemente perforando las piezas a unir. Otra posición sería la (B).



El uso de pasadores y espigas no se limita a ensamblar piezas de revolución, pues son empleadas como guías de piezas planas, como topes, etc.

Algunos pasadores se construyen con una conicidad de 1:50. Los hay con espiga roscada, que aseguran su fijación por medio de una tuerca. Los pasadores huecos deben tener un diámetro interior menor que las dos terceras partes de diámetro exterior, para evitar su ovalado y pandeo.

**ACTIVIDAD 2**

Con el fin de repasar lo aprendido, se propone la siguiente actividad:



Completar las frases que se presentan, tomando las palabras faltantes del recuadro inferior.

1

Las chavetas o \_\_\_\_\_ son elementos de unión que hermanan generalmente piezas de revolución, transmitiendo un \_\_\_\_\_.

2

Aun cuando los engranajes, las poleas, etc., están montados en su \_\_\_\_\_ con un ajuste, es aconsejable usar una chaveta para evitar que se \_\_\_\_\_.

3

Cuando los órganos a unir están dispuestos de modo que uno de ellos tiende a girar \_\_\_\_\_ a otro, transmitiéndole o recibiendo de él un momento torsor, la unión se realiza por medio de una chaveta \_\_\_\_\_,

4

La chaveta \_\_\_\_\_ sólo permite la transmisión de un esfuerzo mayor en un solo sentido.

5

La chaveta rectangular tiene aplicación en ejes \_\_\_\_\_, donde no es conveniente realizar un chavetero \_\_\_\_\_.

superficial

esfuerzo

longitudinal

sentido

profundo

deslice

pequeños

cuñas

exteriormente

transversal

eje

tangencial

**¡Felicitaciones!**

Usted ha finalizado el capítulo 3.

A continuación se desarrollará el capítulo 4 *Correas, Cables y Cadenas*.



# Correas, Cables y Cadenas

## TEMAS DEL CAPÍTULO 4

---

|  |    |
|--|----|
| 4.1 Correas                            | 22 |
| 4.2 Cables                             | 25 |
| 4.3 Cadenas de transmisión de potencia | 27 |

Ahora se revisará la función y aplicación de las correas, las bandas y las cadenas de transmisión de potencia.

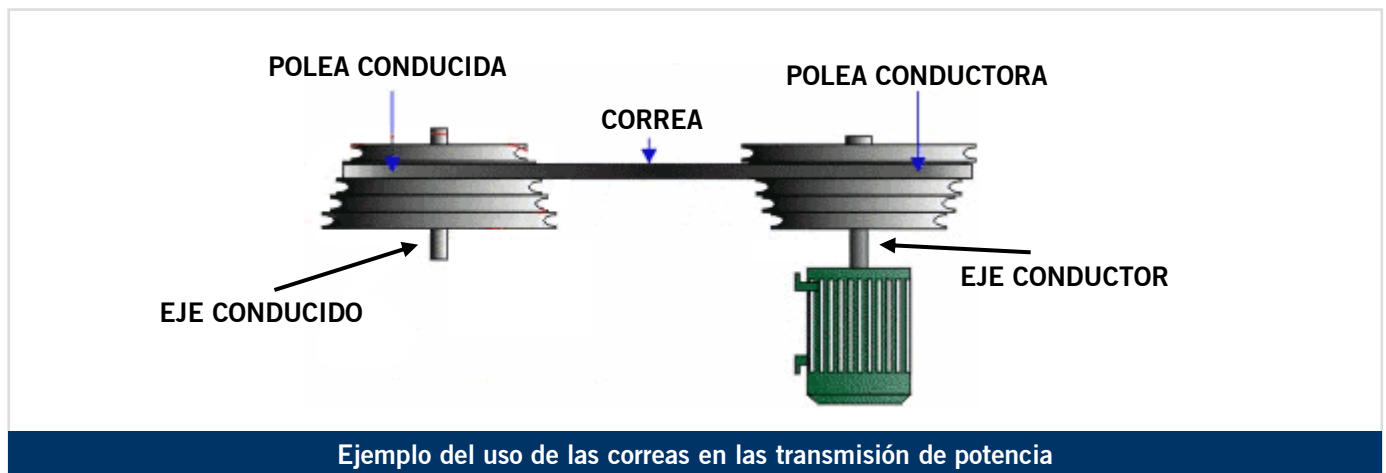


## 4.1 Correas

Las **correas o bandas** se utilizan para transmitir, mediante un movimiento de rotación, potencia entre árboles normalmente paralelos, entre los cuales no es preciso mantener una relación de transmisión exacta y constante.

El hecho de no poder exigir una relación de transmisión exacta y constante se debe a que en estas transmisiones hay pérdidas debido al deslizamiento de las bandas sobre las poleas. Dicho deslizamiento no es constante sino que varía en función de las condiciones de trabajo, es decir, de los valores de par transmitido y de la velocidad de la correa.

Las transmisiones por medio de correas son denominadas de tipo flexible pues absorben vibraciones y choques de los que sólo tienden a transmitir un mínimo al eje arrastrado. Son estas transmisiones adecuadas para distancias entre ejes relativamente grandes, actuando bajo condiciones adversas de trabajo (polvo, humedad, calor, etc.), son además silenciosas y tienen una larga vida útil sin averías ni problemas de funcionamiento.



Existen muchos tipos de correas, en el presente manual revisaremos las siguientes:

- Correas planas
- Correas en "V"
- Correas dentadas
- Bandas transportadoras

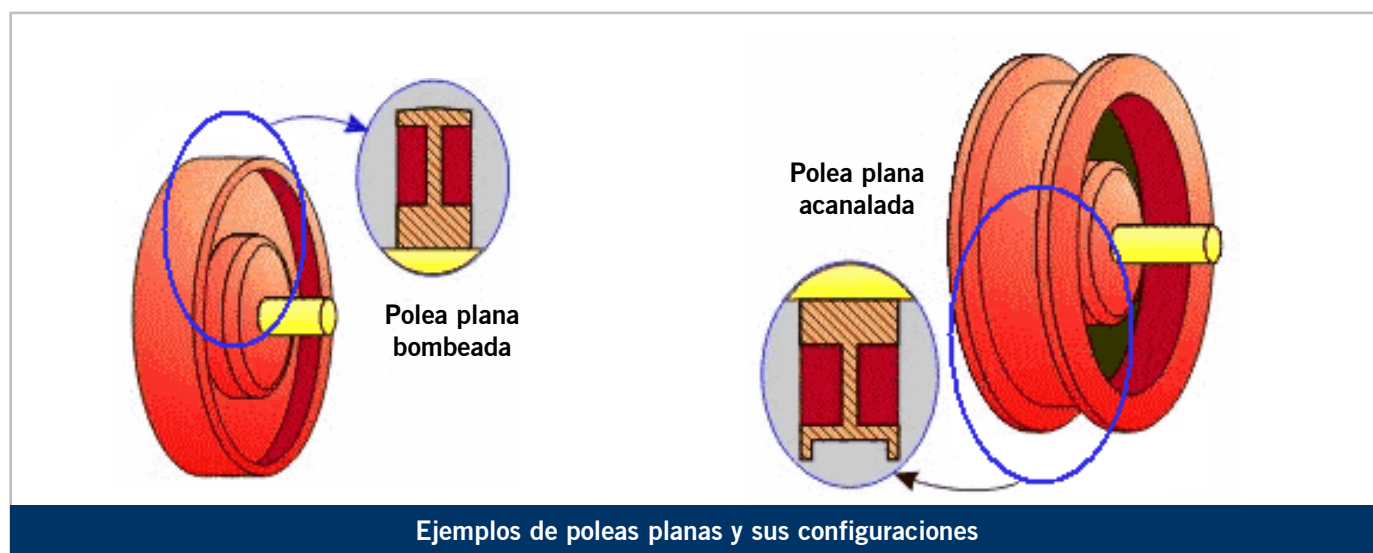


### Correas planas

Las correas del tipo plano están constituidas por una banda continua cuya sección transversal es rectangular, fabricadas de distintos materiales (plásticos flexibles naturales o artificiales) dependiendo de las características requeridas.

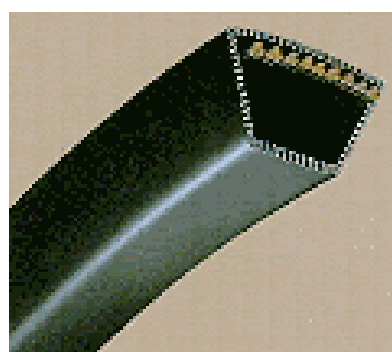
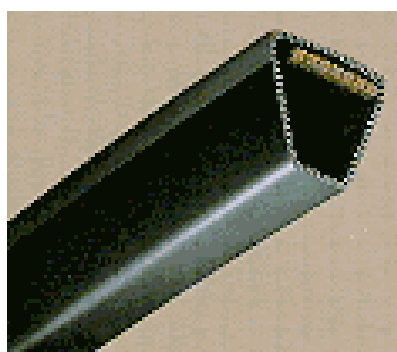


Las bandas planas exigen poleas con el perímetro ligeramente bombeado o acanalado, siendo las primeras las más empleadas.



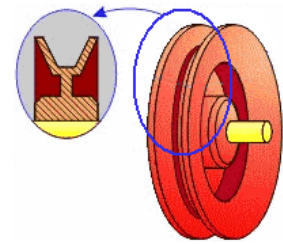
### Correas en "V"

Las correas trapezoidales o en "V" son las más ampliamente usadas en este tipo de transmisiones. Se construyen de caucho u otro material en cuyo interior se colocan elementos resistentes a la tracción.





Este tipo de bandas requiere de un tipo especial de poleas debido a que la correa solo hace contacto en los lados de la polea y no en su garganta.



### Correas dentadas

Las correas dentadas constituyen un sistema moderno de transmisión de potencia que reúne la práctica totalidad de las ventajas de las bandas planas y trapeciales y elimina sus inconvenientes. Son silenciosas y no requieren de lubricación.

Las correas planas dentadas, combinan la suavidad de marcha de las correas, con la posibilidad de transmitir grandes potencias, con una relación de transmisión perfectamente constante como las correas en V, pero con menos puntos débiles que ésta, ya que no se estiran, no son atacadas por los aceites, limitan el escurrimiento ya que no necesitan una tensión inicial y con las cadenas, pues no necesitan lubricación, ahorran peso, son menos costosas y trabajan sin ruidos, a lo que se le suma la posibilidad de arrollamiento sobre ruedas de pequeño diámetro y la posibilidad de empleo en forma vertical.



Su bajo peso le permite ser usada a muy altas velocidades y su dentado le permite transmitir grandes potencias de hasta más de 200 CV. Se construyen de forma extremadamente delgada, con un alma formada por cordones de fibra de vidrio, con torceduras helicoidales, forrados con neoprene u otro plástico, con dientes del mismo material recubiertos con una capa de nylon contra el desgaste.



### Bandas transportadoras



Las bandas o cintas transportadoras sirven para transportar materiales, como minerales, a diferentes partes en una planta en forma cómoda, limpia, económica y rápida.

Las bandas son reforzadas y revestidas con caucho, para proveerlas de resistencia a la tensión y al desgaste superficial debido al rozamiento con los diferentes elementos de trabajo y con los materiales que transporta.

## 4.2 Cables

Los cables son elementos que tienen diferentes usos en la industria. Algunos de los usos que tienen los cables son los siguientes:

- Izaje (levantamiento) de cargas
- Sujeción de cargas.
- Como elementos de tensión en los puentes y otras construcciones.

Los cables pueden construirse tanto de materiales metálicos como de fibras sintéticas.

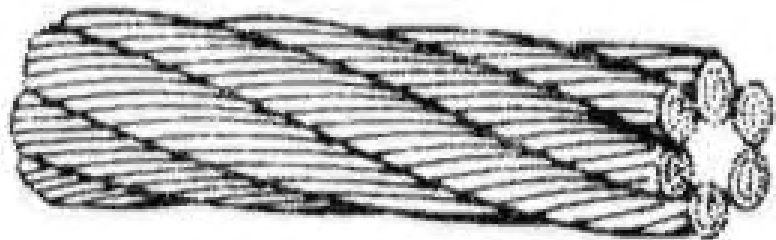
Se forman por el arrollamiento, sobre un alma que puede ser metálica o textil, de un número variable de cordones, compuestos por el trenzado de varios alambres elementales.

También pueden formarse por la torsión de los alambres a derecha o izquierda y como los cables pueden arrollarse también en ambos sentidos pueden dar origen a los siguientes tipos.:

En un cable de trenzado regular los alambres se enroscan en dirección opuesta a la dirección de los torones (cordones).

### Trenzado a derecha

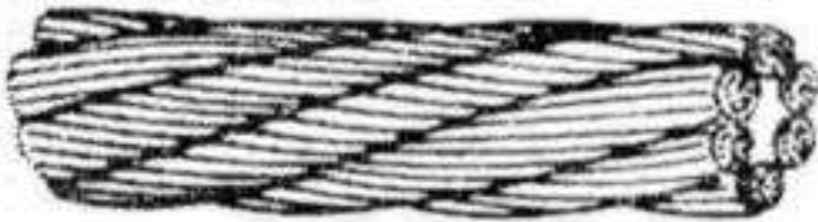
Los cables de trenzado regular a derecha u ordinarios, son los más comunes, el arrollamiento de los alambres es a izquierda y el de los cordones es a derecha.



- El proceso de colocar los alambres en el torón se le llama trenzado.
- El proceso de colocar los torones en el núcleo se le llama cierre.

### Trenzado a izquierda

Los cables de arrollado regular a izquierda, se proveen bajo especificación especial, donde los cordones se hallan trenzados a izquierda y los alambres componentes a derecha.



Los alambres en un cable regular parecen viajar paralelos y a lo largo del cable.



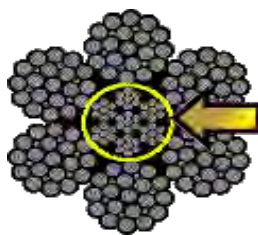
## Cables de acero

Los cables de acero se diseñan para satisfacer requisitos de trabajo específicos, definidos de acuerdo con las condiciones de su aplicación y su uso.

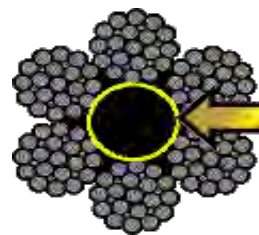
Un cable está fabricado con alambres que en un número determinado forman un cordón (Torón), que generalmente es de 6 u 8 cordones montados sobre un núcleo central de fibra o de acero, estos forman el cable de acero como generalmente es conocido. El formado (torcido) de los cordones puede ser derecho o izquierdo.

Existe un gran número de posibilidades para la construcción de cables. Estos se describen por el número de cordones (*strands*) y el número de alambre por cordón, por ejemplo, un cable de 6 x 7 tendría seis cordones y siete alambres por cordón. Un calibre pequeño del alambre hace que el cable sea más flexible pero menos resistente a la abrasión externa.

Los cables pueden ser de alma de acero o alma de fibra, como se muestra en las siguientes figuras.



Alma o núcleo de  
acero



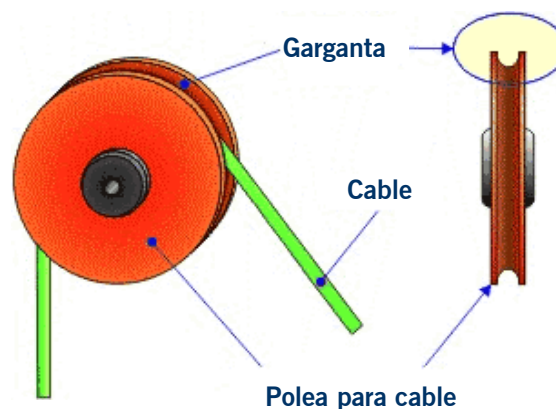
Alma o núcleo de  
fibra

## Poleas de cables

La polea de cable es un tipo de polea cuya garganta (canal) ha sido diseñada expresamente para facilitar su contacto con cuerdas, por tanto suele tener forma semicircular. La misión de la cuerda (cable) es transmitir una potencia (un movimiento o una fuerza) entre sus extremos .

El mecanismo resultante de la unión de una polea de cable con una cuerda se denomina aparejo de poleas.

Esta polea podemos encontrarla bajo dos formas básicas: como polea simple y como polea de gancho.



## 4.3 Cadenas de transmisión de potencia

Las cadenas son elementos mecánicos que sirven para la transmisión de potencia en las transmisiones de cadena, entre otras cosas.

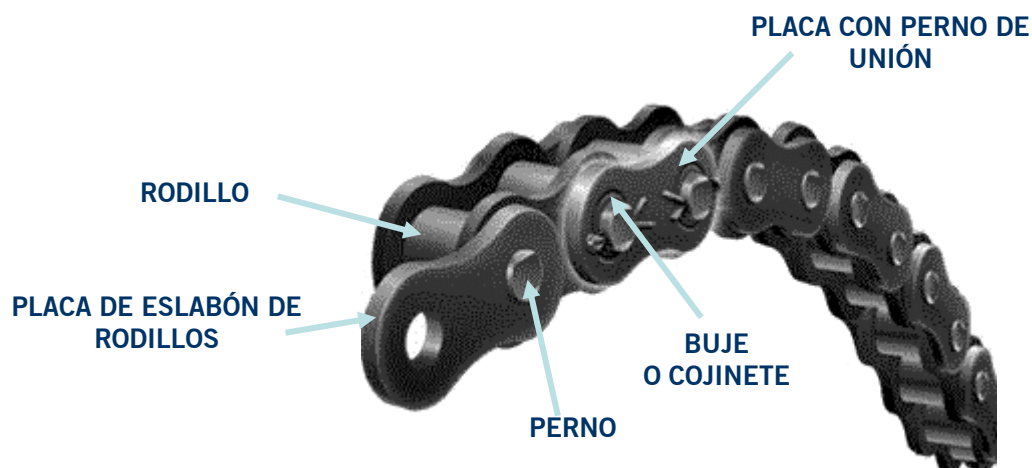
Las características básicas de las transmisiones de cadena son:

- Una relación de velocidad variable (dependiente del número de dientes de la rueda)
- Larga duración o vida útil
- Aptitud de impulsar varios ejes de una misma fuente de potencia.

Las cadenas de mayor uso son las de rodillos. **La cadena de rodillos** es de constitución simple, está compuesta por cinco elementos:

- Rodillos
- Bujes (cojinetes)
- Pernos
- Placas interiores
- Placas exteriores.

Son fabricadas con pernos remachados o enchavetados, en simples y múltiples hileras, según normas europeas (ISO-BS) y americanas (ASA-ANSI).



Estas cadenas se fabrican con simples, dobles, triples y cuádruples torones (o cordones).



**ACTIVIDAD 3**

Como refuerzo a lo aprendido en este capítulo, le proponemos la siguiente actividad.



Favor de clasificar cada una de las siguientes afirmaciones como Verdadero o Falso:

1 Los cables de acero sólo pueden ser de alma de acero.

Verdadero

Falso

2 Las correas en “V” son silenciosas y no requieren de lubricación.

Verdadero

Falso

3 Los cables de acero se utilizan para transmitir potencia entre árboles normalmente paralelos.

Verdadero

Falso

4 Una de las características básicas de las transmisiones de cadena es que tiene aptitud de impulsar varios ejes de una misma fuente de potencia.

Verdadero

Falso

5 Las correas del tipo plano están constituidas por una banda continua cuya sección transversal es rectangular.

Verdadero

Falso

**¡Felicitaciones!**

Usted ha finalizado el capítulo 4.  
A continuación se desarrollará el capítulo 5 *Rodamientos*.



# Rodamientos

## TEMAS DEL CAPÍTULO 5

---

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| 5.1 Generalidades                | 30 |
| 5.2 Rodamientos rígidos de bolas | 32 |
| 5.3 Rodamientos de rodillos      | 33 |
| 5.4 Chumaceras                   | 35 |

Los rodamientos son unidades mecánicas compuestas de dos aros, uno interior y otro exterior, con sus correspondientes pistas, entre las cuales ruedan bolas o rodillos.



## 5.1 Generalidades

El nombre de “cojinetes de rodamiento”, o simplemente “rodamientos”, se emplea para describir la clase de soporte de eje en el que la carga principal se transmite a través de elementos que están en contacto rodante y no deslizante.

La carga, la velocidad y la viscosidad de operación del lubricante afectan a las características friccionales de un cojinete de rodamiento.

Los rodamientos son unidades mecánicas compuestas de dos aros, uno interior y otro exterior, con sus correspondientes pistas, entre las cuales ruedan bolas o rodillos, convenientemente dispuestos, de una caja o soporte, que los aloja y de otros elementos que intervienen en su montaje o fijación. Muchos tiene una jaula portabolas o portarodillos, que mantiene a estos convenientemente espaciados y evita que rocen entre ellos.

Básicamente, existen tres tipos de rodamientos:

### 1 Rodamientos radiales

Son aquellos que están diseñados para **resistir cargas en dirección perpendicular al eje**. Constan en forma general de tres piezas: Un aro exterior, un aro interior y un elemento rodante con algún tipo de canastillo o jaula. Por ejemplo, las ruedas de un carro se apoyan en el suelo y reciben la carga en el eje, de esta forma los rodamientos de las ruedas trabajan bajo carga radial.

### 2 Rodamientos axiales

Son aquellos que están diseñados para **resistir cargas en la misma dirección del eje**. Constan en forma general de tres piezas: Un aro superior, un aro inferior y un elemento rodante con algún tipo de canastillo. Por ejemplo, pensemos en un carrusel, el peso total de esta máquina actúa verticalmente hacia el suelo y debe rotar en torno a un eje vertical al suelo, en esta aplicación debe utilizarse un rodamiento axial de gran diámetro, cuyo aro superior sostenga al carrusel y cuyo aro inferior se apoye en el suelo.

### 3 Rodamientos de contacto angular

**Son una mezcla de los casos anteriores**, se basan en un rodamiento similar al radial con un diseño especial de los aros exterior e interior para soportar cargas axiales mayores que un rodamiento radial simple. Sus aplicaciones son muy amplias, debido a que un eje siempre puede desarrollar cargas eventuales en una dirección inesperada y debido al ahorro que se genera al colocar un solo rodamiento para hacer el trabajo de dos.

Cada tipo de rodamiento presenta propiedades características que dependen de su diseño y que los hacen más o menos adecuados para una aplicación determinada. Los puntos más importantes para tener en cuenta en **la selección del tipo de rodamiento son:**

**Espacio disponible**

Generalmente las dimensiones principales del rodamiento vienen determinada por el diseño de la máquina.

**Cargas**

La magnitud de la carga es normalmente el factor más importante para determinar el tamaño del rodamiento a utilizar, además de la dirección de la carga, es decir, si el radial, axial o combinada o si alguna carga actúa descentrada respecto al rodamiento generando en consecuencia momentos flectores.

**Desalineación**

Las desalineaciones angulares entre el eje y el soporte pueden ser originadas por la flexión del eje bajo la carga de funcionamiento, cuando los rodamientos asientan en soportes que no han sido mecanizados en una sola operación o cuando los ejes son montados en rodamientos montados en soportes separados y a gran distancia entre sí.

**Precisión**

Para aquellas disposiciones que requieren una exactitud considerable, se utilizan rodamientos de un grado de precisión mayor que el normal.

**Velocidad**

Esta viene limitada por la temperatura máxima de funcionamiento del rodamiento. La velocidad a la cual se alcanza esta temperatura, depende del calor generado por el rozamiento en el rodamiento, el que aporta el exterior y de la cantidad de calor que es capaz de disipar el rodamiento.

**Funcionamiento silencioso**

Para determinadas aplicaciones se requiere de rodamientos que no generen ruido, como por ejemplo en los electrodomésticos.

**Rigidez**

Se caracteriza por la magnitud de la deformación elástica del rodamiento cargado. En muchos casos, esta deformación es muy pequeña y puede despreciarse.

**Montaje y desmontaje**

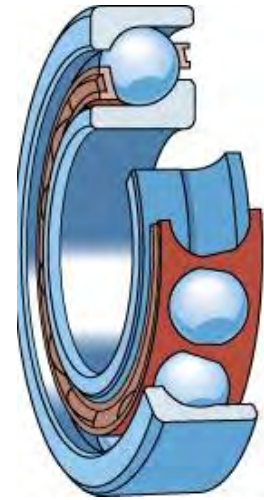
Las características de montaje y desmontaje de los rodamientos son importantes en la selección del tipo de rodamiento.

## 5.2 Rodamientos rígidos de bolas

### Rodamientos rígidos con una hilera de bolas

Es el tipo más común de rodamiento. Se utilizan para soportar cargas combinadas.

Las bolas son relativamente grandes y ruedan en ranuras sobre los caminos de rodadura de los anillos, permitiendo esto que el rodamiento soporte pequeñas cargas axiales y una gran carga radial.



### Rodamientos rígidos con dos hileras de bolas

Como el de una hilera, este tipo de rodamiento también soporta cargas combinadas, pero en este caso sería más para carga radial que para la axial.

Este rodamiento cuenta con un gran número de bolas en cada hilera.

El gran número de bolas da a estos rodamientos su alta capacidad de carga radial. Por otro lado, su capacidad de carga axial es baja por causa de las ranuras de llenado. Consecuentemente, este tipo de rodamientos no son tan versátiles como los rodamientos de bolas de una sola hilera.



#### IMPORTANTE

Cada tipo de rodamiento presenta características particulares que dependen de su diseño y que lo hacen más o menos adecuado para una aplicación determinada.



## 5.3 Rodamientos de rodillos

Este tipo de rodamiento puede soportar cargas radiales así como cargas axiales ligeras.

Los rodamientos de rodillos se requieren donde la flecha está soportada por rodamientos en chumaceras separadas, ya que no es posible alinear de una manera precisa para evitar el desplazamiento o el inclinamiento en los rodamientos.

Estos rodamientos pueden ser de agujero cilíndrico o de agujero cónico. Los de agujero cónico se montan sobre bujes de fijación o sobre asientos cónicos de la flecha.

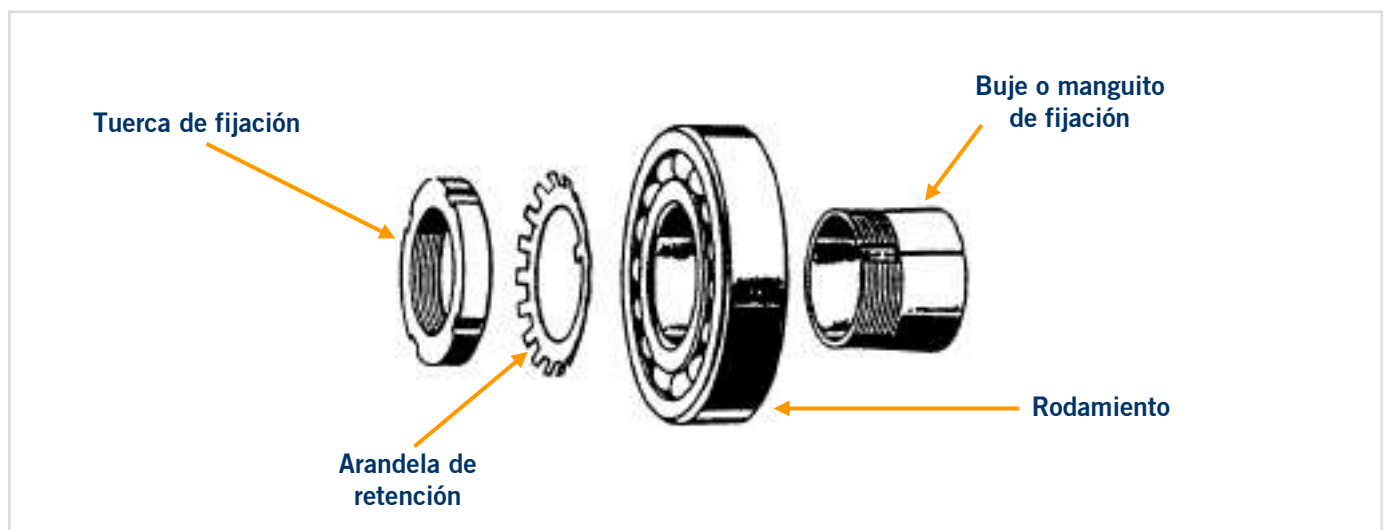


### Rodamientos de rodillos con buje (manguito) de fijación

Los rodamientos de rodillos a rótula con agujero cónico son para montarse únicamente con un buje de fijación y tienen la característica de que son fáciles de montar y desmontar.

No hay necesidad de precalentarlos ni de ejercer fuerza para montarlos, puesto que el buje de fijación provee el ajuste del rodamiento en su eje al ir apretando la tuerca de fijación.

Se debe tener cuidado al apretar la tuerca de fijación. Se deben consultar los estándares de ajuste que ha establecido el fabricante, ya que un mal ajuste en la tuerca de fijación podría conducir al calentamiento y falla del rodamiento.





## Rodamientos de rodillos cónicos con agujero cilíndrico

Estos rodamientos son usados para un gran número de aplicaciones y **particularmente en la industria automotriz.**

En un rodamiento de rodillos cónicos, la línea de acción de la carga resultante forma un ángulo con el eje del rodamiento, por lo tanto, estos rodamientos están situados para soportar cargas combinadas, o sea, radial y axial y son de diseño separable.



Se pueden montar separadamente el aro exterior o taza y el cono interior con jaula y ensamble de rodillos.

Estos rodamientos se montan en pares para poder soportar las cargas combinadas axial y radial.

## Rodamientos de rodillos cónicos con agujero cónico

Tienen el mismo principio de funcionamiento de los rodamientos de rodillos cónicos con agujero cilíndrico.

La diferencia entre estos rodamientos es que **los ejes o espigas donde va el rodamiento vienen provistos de asientos cónicos.** Generalmente todos estos rodamientos requieren de una calibración, la cual se da por medio de tuercas de ajuste con candado, tapas laterales roscadas con candado.

La calibración se logra apretando la tuerca o la tapa roscada, hasta llegar a un punto donde el rodamiento no quede flojo ni demasiado apretado, y que su juego radial sea casi cero. Se recomienda siempre tener en cuenta las especificaciones que el fabricante del equipo haga en cuanto a ajustes y tolerancias.



Estos rodamientos al igual que los de agujero cilíndrico son ajustables.

### IMPORTANTE

Los rodamientos se construyen con aceros que deben tener el temple adecuado y una alta resistencia a la fatiga y al desgaste. La estabilidad estructural y dimensional de los componentes de los rodamientos deben ser satisfactorias a las temperaturas previstas para su uso.



## 5.4 Chumaceras

Una chumacera (*mounted bearing*) es un elemento sobre el que se apoya y gira un eje de una máquina.

Las máquinas utilizan las chumaceras para mantener sus piezas giratorias en su posición de trabajo con un mínimo de fricción entre éstas y su chumacera correspondiente.

La mayoría de las chumaceras están diseñadas para trabajar continuamente y para aguantar sobrecargas razonables de trabajo. Generalmente las fallas en las chumaceras ocurren por una falta de lubricación o por alguna carga normal excesiva.

Existen dos tipos principales de chumaceras: **las chumaceras de casquillo** y las **chumaceras de rodamientos**.

Las chumaceras de tipo casquillo presentan una fricción un poco mas alta que los rodamientos de bola o de rodillos, porque el contacto dentro de ellas es de deslizamiento y no rodante, por eso a estas chumaceras se les llama en ocasiones “chumaceras de fricción”.

Sin embargo en circunstancias adecuadas, la fricción en los casquillos (*bushings*) llega a ser bastante baja. Mientras más pequeño sea el diámetro del casquillo y menos viscoso sea el lubricante, menor será la fricción y mayor la velocidad de operación permisible.

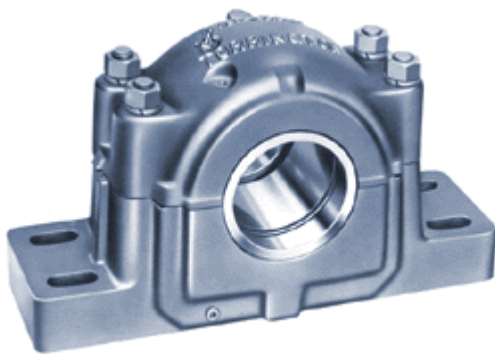
Un análisis de las fallas de éste tipo de chumaceras nos dice que la reducción en la fricción con un lubricación es el principal problema a resolver. Una lubricación adecuada provee una película lubricante entre las superficies que sustituye la fricción entre los metales por la fricción de la propia película lubricante.

Algunas chumaceras vienen con el casquillo prelubricado y con un filtro en toda su superficie exterior que lo mantiene en esta condición, como se observa en la siguiente figura.





**Chumacera de casquillo  
tipo brida**



**Chumacera de casquillo  
de cuerpo sólido**



**Chumacera de casquillo  
bipartida**



**Chumacera de rodamiento**

**ACTIVIDAD 4**

Para profundizar los conocimientos sobre las sobre las rodamientos, se propone la siguiente actividad.



Identificar el tipo de rodamiento que corresponda a cada caso:



**¡Felicitaciones!**

Usted ha finalizado el capítulo 5.  
A continuación se desarrollará el capítulo 6: *Acoplamientos*.



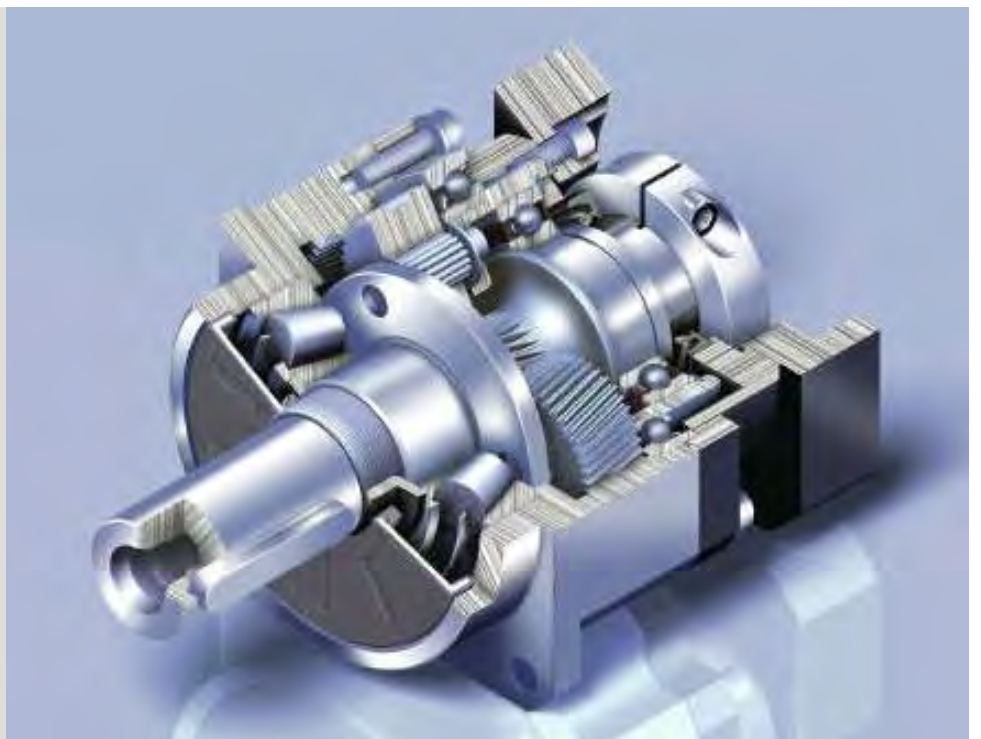
# Engranés, Acoplamientos y Reductores

## TEMAS DEL CAPÍTULO 6

---

|                   |    |
|-------------------|----|
| 6.1 Engranés      | 39 |
| 6.2 Acoplamientos | 43 |
| 6.3 Reductores    | 46 |

En el presente capítulo se explicará el funcionamiento de los **engranés**, los **acoplamientos** y los **reductores**, así como los principales tipos que existen.





## 6.1 Engranés

El **engrane** es un mecanismo utilizado para transmitir potencia de un componente a otro dentro de una máquina; de manera muy simple podría definirse como una rueda dentada. La configuración del diente puede ser muy variable.

El **propósito de los engranes es transmitir potencia y movimiento de una flecha a otra**. La transferencia de movimiento puede ser uniforme o variable en dirección, velocidad o par.

Los tipos comunes de engranajes utilizados en los mecanismos de engranaje industrial se describen a continuación.



### Engranés rectos

Los engranes rectos son aquellos en los cuales **los dientes son paralelos al eje de simetría del engrane**.

Generalmente **se utilizan para transmitir fuerza entre ejes paralelos sin desplazamiento axial**, se les utiliza generalmente sobre mecanismos de transmisión de velocidad moderada, tales como equipos marinos, equipos de elevación, impulsores para laminadores, etc.



## Engranés helicoidales

Son aquellos en los cuales sus dientes están a un ángulo respecto al eje de engrane. Figura (A).

En la figura (B) se muestra un par de engranes helicoidales de orientación opuesta engranados (los engranes helicoidales son derechos o izquierdos). Sus ejes son paralelos.

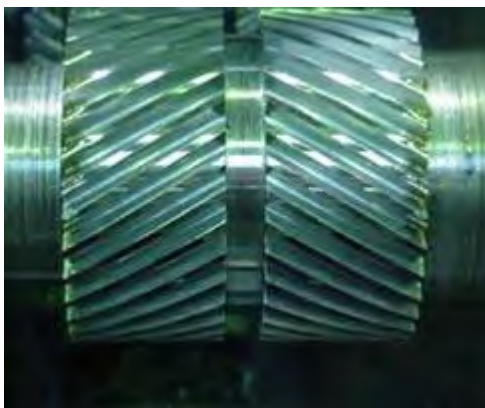
Dos engranes helicoidales de la misma orientación cruzados también se conectan con sus ejes formando un ángulo, como se observa en la figura (C).



Los engranes helicoidales son conocidos también como espinales. Se constituyen al unir cara a cara o adosar dos engranes helicoidales de idéntico paso y diámetro, pero con orientaciones opuestas, montados sobre el mismo eje. Los conjuntos de dientes suelen formarse de la misma pieza base de engrane.

Su ventaja respecto a los helicoidales simples es la cancelación interna del empuje axial, pues cada mitad helicoidal de un engrane espinal se presenta con una carga axial opuesta a la de la otra.

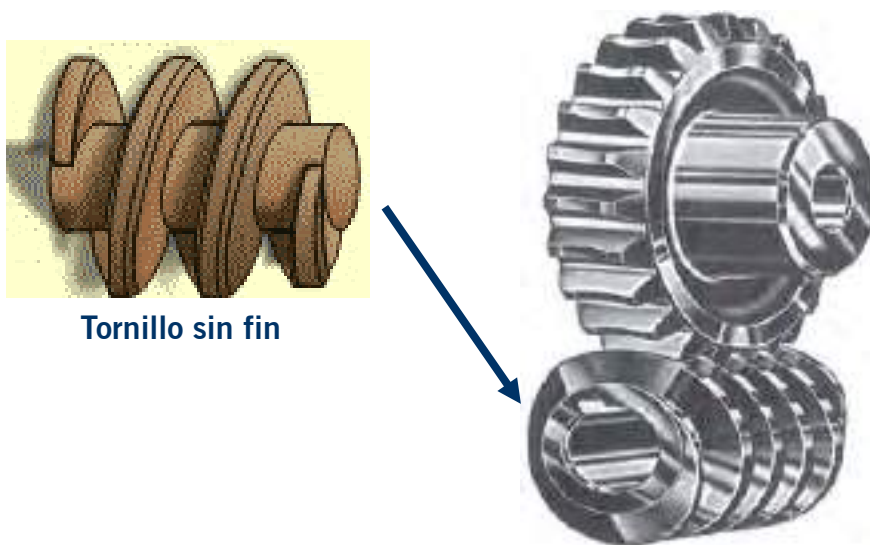
De modo que no se necesitan cojinetes contra el empuje axial, sino de soporte transversal.



## Engranés de tornillo sin fin (Corona sin fin)

Un mecanismo de tornillo sin fin es sólo un diente dispuesto continuamente alrededor de la pieza cilíndrica, con varias vueltas, igual que en la rosca de un tornillo.

Este mecanismo de tornillos sin fin se conecta a un elemento especial llamado engrane de gusano (o corona sin fin), cuyo eje de rotación es perpendicular al del mecanismo de tornillo sin fin, según se observa en la siguiente figura.



Tornillo sin fin

Tienen la ventaja de poseer relaciones de engranaje muy altas en un pequeño volumen de conjunto y pueden soportar cargas muy elevadas, especialmente en sus formas de envolvente simple o doble.

Una desventaja en cualquier conjunto de tornillo sin fin es que tienen muy altos deslizamientos y cargas de empuje lo que hace que su eficiencia baje.

La principal ventaja de este tipo de mecanismos es que puede diseñarse para que sea imposible el movimiento de retroceso.

## Engranés cónicos

Para cualquier aplicación en la que los ejes estén a un ángulo de inclinación (incluso  $90^\circ$ ) los engranes cónicos son la solución.

El ángulo entre los ejes de los conos y los ángulos en el vértice de estos tiene cualquier valor compatible, en tanto coincidan los vértices de las superficies cónicas.

Si los dientes se encuentran paralelos al eje del engrane se tendrá un engrane **cónico recto** como el de la figura (A). Si los dientes están angulados respecto al eje se tendrá un engrane **cónico espiral** análogo al engrane helicoidal, como se muestra en la figura (B).



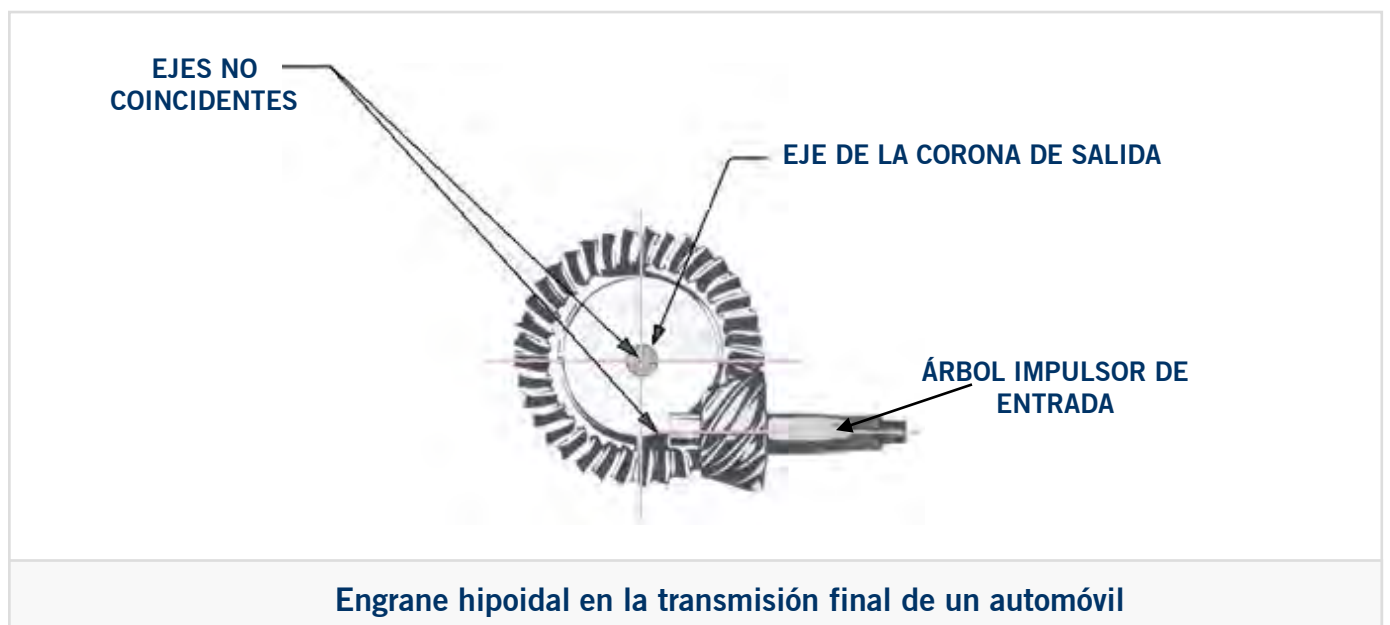


Los ejes de conos y los vértices deben intersectarse en ambos casos. Las ventajas y desventajas de los engranes cónicos rectos y espirales son semejantes a las de los engranes cilíndricos rectos y helicoidales, respectivamente.

## Engranés hipoidales

Si los ejes entre los engranes no son paralelos ni se intersectan, no se usan engranes cónicos; un engrane hipoidal permitirá esa conexión.

Sus engranes se basan en superficies llamadas hiperboloides de revolución, como se muestra en la siguiente figura. (El término “hipoidal” es una contracción hiperboloidal).



## 6.2 Acoplamientos

Cuando se tiene un equipo que debe ser conducido por determinada unidad motriz y es necesario **transmitir el movimiento producido** por esta unidad, el medio más apropiado para lograrlo es por medio de un acoplamiento, llamado comúnmente “cople”.

Un acoplamiento consta básicamente de dos partes, que son:



Parte motriz



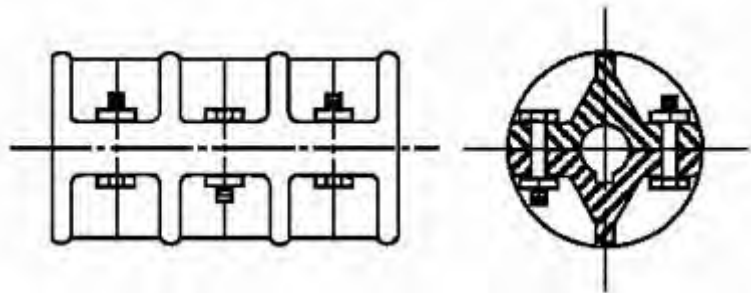
Parte conducida

Los acoplamientos se fabrican para hacer conexiones semi-permanentes entre dos ejes.

Los tipos de acoplamientos más comunes se muestran a continuación.

### Acoplamientos rígidos

Estos acoplamientos se encuentran unidos rígidamente y no pueden absorber los defectos o deformaciones en las flechas de los equipos rotatorios producidos por el montaje defectuoso o el desalineamiento de los equipos.



### Acoplamientos de brida

Estos tipos de acoplamientos sólo se pueden utilizar para ejes que estén alineados. En la figura se muestra a modo de ejemplo el acoplamiento de platinos.



### Acoplamiento cadena

Este tipo de acoplamiento consiste en dos mazas con dientes para cadena en su periferia. Estas dos mazas son abrazadas por una cadena de rodillos dobles, mediante la cual se transmite el movimiento.

El acoplamiento es cubierto por una guarda de protección

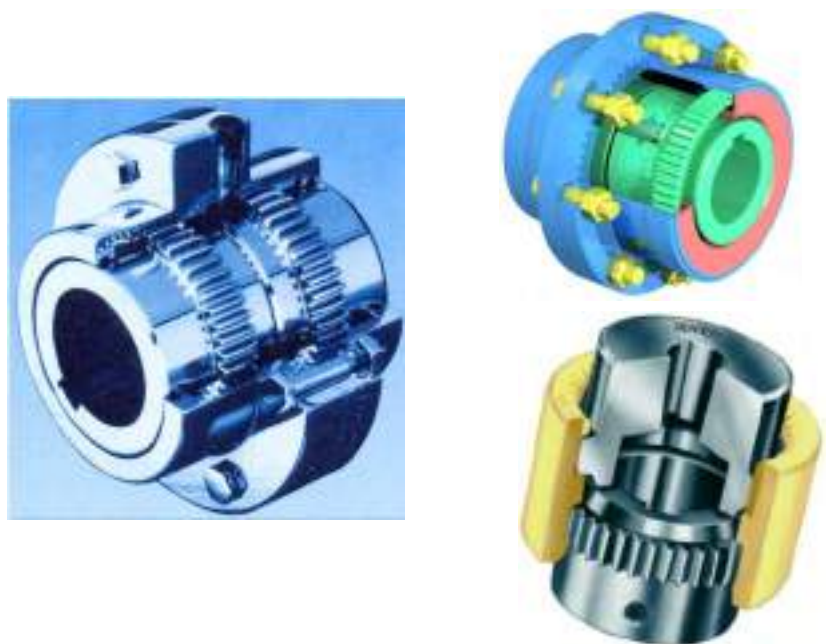


### IMPORTANTE

Los **acoplamientos flexibles** se construyen en forma articulada o elástica, esto hace posible que puedan dar una pequeña compensación en el sentido radial y en el desplazamiento angular que sufren las máquinas por desgaste, velocidad, temperatura, desalineamiento o desgaste natural.

### Acoplamiento tipo engranes

Este tipo de acoplamientos es rígido aunque puede tener cierta flexibilidad dependiendo de las características de los elementos que los componen.



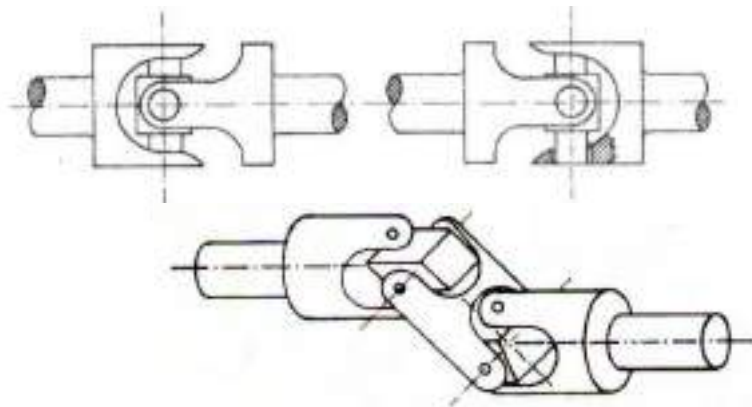
### Acoplamiento de rejillas

Este tipo de acoplamiento consiste en dos mazas tipo brida, una frente a la otra, estas dos mazas están ranuradas y son unidas por una rejilla de acero para transmitir el movimiento y son cubiertas por guardas en las cuales están instaladas las graseras.



### Acoplamiento cardánico universal tipo "Hooke"

Otro tipo de acoplamiento es el cardánico universal tipo Hooke, que está constituido por dos horquillas pivotantes en un elemento en forma de cruz, de ahí el nombre de cruceta con el que suele llamárselo, permite la unión entre árboles que forman un considerable ángulo y la transmisión de elevadas potencias.



### Acoplamiento "Oldham"

Los acoplamientos flexibles se han ideado para unir ejes de transmisión que están desalineados, o bien por desplazamiento transversal o para formar cierto ángulo.

El acoplamiento Oldham (o de discos con corredera doble de ajustes cruzados) son utilizados para acoplar árboles que sólo están desalineados transversalmente.



## 6.3 Reductores

Un reductor es un mecanismo que **disminuye la velocidad de rotación de un eje**.

Las transmisiones por engranaje y reductores de velocidad se utilizan ampliamente donde se requieren cambios de velocidad, par, dirección de eje, o dirección de rotación entre el elemento motriz principal y la maquinaria impulsada.

Los reductores tienen muchas ventajas para transmitir potencia reduciendo velocidad, algunas que podemos mencionar son: economía en su funcionamiento, fácil montaje, probabilidad de una larga vida, alta eficiencia, mantenimiento mínimo, operación segura y habilidad para funcionar en condiciones adversas.

A continuación se describirán algunos tipos de reductores y sus aplicaciones.



### Reductores de flechas concéntricas (moto-reductores)

Es uno de los tipos más comúnmente utilizados en la industria. Muchos de ellos traen su motor eléctrico integrado y son llamados moto-reductores.

Pueden ser de simple reducción, doble reducción, triple, etc.







## Reductores de flechas paralelas

Después de los reductores de flechas concéntricas, los reductores más utilizados en la industria son los de flechas paralelas.

Estos reductores están contenidos en carcazas en forma de cajas y generalmente son fabricados de hierro vaciado o acero, para reducciones de velocidad sencilla, doble y triple, como se muestra en la siguiente figura.

Los reductores de ejes paralelos son de diferentes tamaños y configuraciones, por su diseño sencillo, éstos pueden tener grandes engranes que les permiten desarrollar grandes potencias y pares de transmisión, así como también una amplia relación de velocidades. Por lo anterior, este reductor es muy versátil y tiene múltiples aplicaciones.



Ejemplos de reductores de ejes paralelos



## Reductores con flechas a 90°

Este tipo de reductores pueden ser de reducción sencilla y están formados por engranajes cónicos espirales.

Generalmente las flechas a 90° se tienen en la entrada del reductor y el engranaje es cónico espiral aunque en algunas ocasiones se utilizan engranes rectos.

Los materiales de fabricación, así como también los rodamientos y sistemas de lubricación se seleccionan de una manera similar a la de los reductores de flechas paralelas. Algunos reductores contemplan dos flechas de salida.



### Reductores sin fin y corona

Su diseño compacto permite instalarlos en espacios reducidos, la mayoría de estos reductores son utilizados en aplicaciones con motores fraccionarios o pequeños, sin embargo, también se emplean en motores de gran capacidad en muchas industrias.

A Igual que los otros reductores, la mayoría de sus carcazas son de hierro vaciado o de acero, en algunas ocasiones son de aluminio.

Los materiales del sin fin y la corona son de acero y bronce respectivamente y en algunos casos tanto el material de la carcasa como el sinfín y la corona serán determinados por el fabricante de acuerdo a la aplicación del reductor.



**ACTIVIDAD 5**

Para reforzar los conocimientos adquiridos, se propone la siguiente actividad.



Para cada pregunta, subrayar su respuesta correcta:

**1**

¿Cómo se le llama al elemento mecánico cuyo propósito es transmitir potencia y movimiento de una flecha a otra?

- A) Engranés
- B) Acoplamientos
- C) Reductores

**2**

¿Cuál es el tipo de acoplamiento que permite la unión entre árboles que forman un considerable ángulo y también permite la transmisión de elevadas potencias.?

- A) Acoplamiento de brida
- B) Acoplamiento "Oldham"
- C) Acoplamiento cardánico universal tipo "Hooke"

**3**

¿Qué engrane se debe utilizar para una aplicación en la que los ejes estén a un ángulo de inclinación (incluso 90°)?

- A) Engrane recto
- B) Engrane helicoidal
- C) Engrane cónico

**4**

¿Para qué se utiliza un reductor?

- A) Para disminuir la fuerza de un eje a otro
- B) Para disminuir la velocidad de rotación de un eje
- C) Para disminuir la potencia que transmite un mecanismo

**¡Felicitaciones!**

Usted ha finalizado el capítulo 6.  
A continuación se desarrollará el capítulo 7: *Válvulas*.





# Válvulas

## TEMAS DEL CAPÍTULO 7

---

|  |    |
|--|----|
| 7.1 Clasificación de las válvulas      | 51 |
| 7.2 Tipos de válvulas para uso general | 52 |

En el presente capítulo se explicará para qué sirve una válvula, se describirá su clasificación y se identificarán los principales tipos que existen en la industria.



## 7.1 Clasificación de las válvulas

Una válvula es un dispositivo que **sirve para controlar, retener, regular o dar paso** a cualquier fluido entubado. Las válvulas son elementos mecánicos necesarios en las industrias.

Los diferentes tipos de válvulas que existen se pueden dividir en tres grupos:

### Válvulas para uso general

Se utilizan para controlar diferentes tipos de fluidos, como por ejemplo, agua, vapor y otros fluidos que intervengan en procesos de las industrias.

### Válvulas óleo hidráulicas

También se conocen con el nombre de válvulas hidráulicas, aunque no sea el más correcto. Este tipo de válvulas se utiliza, generalmente, con aceites hidráulicos y también en sistemas de potencia hidráulica.

### Válvulas neumáticas

Son las que se utilizan en aplicaciones con aire u otros gases a presión.

En este capítulo sólo se describirán las **válvulas para uso general**.

### IMPORTANTE

Existen numerosos tipos de válvulas diseñadas para cierto tipo de uso; la mala elección de estas pudiera provocar un mal funcionamiento y causar disminución en la vida útil y/o fallas en los equipos.

## 7.1 Tipos de válvulas para uso general

A continuación se describirán los principales tipos de válvulas para uso común:

### 1 Válvulas de compuerta

La válvula de compuerta es **utilizada para el flujo de fluidos limpios y sin interrupción**, este tipo de válvula no es recomendable para estrangulamiento ya que posee un disco que se alterna en el cuerpo lo que causaría una erosión arruinando su funcionamiento.

En las válvulas de compuerta el área máxima del flujo es el área del círculo formado por el diámetro nominal de la válvula, debido a esto es que se recomienda el uso en posiciones extremas, es decir, completamente abierta o completamente cerrada, ya que en estas posiciones ofrecen la mínima resistencia al paso del fluido y así su caída de presión es muy pequeña.

Esta válvula efectúa su cierre con un disco vertical plano, o de forma especial, y que se mueve verticalmente al flujo del fluido.



Válvula de compuerta

## 2

## Válvulas de macho

Esta válvula, al igual que la de compuerta se **destina para el servicio de paso**. La diferencia que presenta esta válvula es que **tiene el cierre a 1/4 de vuelta**. Dado que el flujo por la válvula es suave y sin interrupción existe poca turbulencia dentro de ella y por lo tanto **la caída de presión es baja**.

El macho es cónico o cilíndrico y tiene un conducto por el cual circula el líquido. En la posición abierta, la cavidad en el macho conecta los extremos de entrada y salida de la válvula y permite flujo lineal.

Estas válvulas **son uno de los tipos ideales para manejar corrientes con alto contenido de sólidos**, incluso pastas aguadas muy espesas.

Un problema con estas válvulas es su accionamiento después de haber permanecido en la misma posición un largo tiempo sin moverla. Una característica importante de la válvula de macho es su fácil adaptación al tipo de orificios múltiples.



Válvula de macho

## GLOSARIO

**Macho:** Pieza que entra dentro de otra.



## 3

## Válvulas de esfera

Como su nombre lo dice este tipo de válvulas **posee un macho esférico que controla la circulación del líquido**.

Consisten en un cuerpo con orificio de venturi y anillos de asientos, una bola para producir el cierre y una jaula con vástago para desplazar la bola en relación con el orificio.

Este tipo de válvula es rápida para operarla, de mantenimiento fácil y su caída de presión es función del tamaño del orificio. La válvula de esfera está limitada a las temperaturas y presiones que permite el material del asiento. Se puede emplear para vapor, agua, aceite, gas, aire, fluidos corrosivos, pastas aguadas y materiales pulverizados secos.

## GLOSARIO

**Vástago:** Pieza en forma de varilla que sirve para articular o sostener otras piezas.



## ANEXO



El **efecto Venturi** (también conocido como tubo de Venturi) consiste en que un fluido en movimiento dentro de un conducto cerrado disminuye su presión al aumentar la velocidad después de pasar por una zona de sección menor. Si en este punto del conducto se introduce el extremo de otro conducto, se produce una aspiración del fluido contenido en este segundo conducto.



Válvula de esfera

## 4

## Válvulas de globo

La principal función de las válvulas de globo es **regular el flujo de un fluido**.

Estas válvulas regulan el fluido **desde el goteo hasta el sellado hermético**. Además siguen siendo eficientes para cualquier posición del vástago.

Debido a que la caída de presión es bastante fuerte (en todo caso siempre es controlada) se utilizan en servicios donde la válvula de compuerta no puede.

Estas válvulas necesitan igual espacio y pesan casi lo mismo que las válvulas de compuerta.



Válvula de globo

## 5

## Válvulas de aguja

Las válvulas de aguja son básicamente válvulas de globo que tienen machos cónicos similares a agujas que ajustan con precisión en sus asientos. Al abrirlas, el vástago gira y se mueve hacia fuera.

Se puede lograr estrangulación exacta de volúmenes pequeños debido al orificio variable que se forma entre el macho cónico y su asiento también cónico. Por lo general, se utilizan como válvulas para instrumentos o en sistemas hidráulicos, aunque no para altas temperaturas.



Válvula de aguja

## 6

## Válvula de mariposa

El uso principal de las válvulas de mariposa es para servicio de corte y de estrangulación cuando se manejan grandes volúmenes de gases y líquidos a presiones relativamente bajas.

El diseño abierto de flujo rectilíneo evita la acumulación de sólidos y produce baja caída de presión. Su operación es fácil y rápida con una manija. Es posible moverla desde la apertura total hasta el cierre total con gran rapidez. La regulación del flujo se efectúa con un disco de válvula que sella contra un asiento.

Las principales características de los servicios de las válvulas de mariposa incluyen apertura total, cierre total o estrangulación, operación frecuente, cierre positivo para gases o líquidos y baja caída de presión.

Este tipo de válvula es recomendada y usada especialmente en servicios donde el fluido contiene gran cantidad de sólidos en suspensión, ya que por su forma es difícil que estos se acumulen en su interior entorpeciendo su funcionamiento.



Válvulas de mariposa



## 7

## Válvulas de diafragma

Las válvulas de diafragma **se utilizan para el corte y estrangulación de líquidos con gran cantidad de sólidos en suspensión**, además desempeñan una serie de servicios importantes para el control de fluido.

En las válvulas de diafragma se aísla el fluido del mecanismo de operación, es decir, los fluidos no tienen contacto con las piezas de trabajo porque se produciría corrosión y fallaría el servicio.

Las aplicaciones de este tipo de válvula **son mayormente para presiones bajas y pastas aguadas** que a la mayoría de los demás equipos los corroerían y obstruirían.



Válvula de diafragma

## 8

## Válvulas de seguridad

La válvula de seguridad de resorte es el dispositivo más empleado **para el alivio de presión**. También se la conoce con los nombres de válvula de alivio, válvula de alivio de seguridad, válvula de alivio de presión y válvula de seguridad de presión.

Se puede definir como un dispositivo que, automáticamente y sin otra asistencia de energía que la del propio fluido implicado, **descarga fluido para evitar que se exceda una presión predeterminada** y que está diseñada para que vuelva a cerrar y se evite el flujo adicional de fluido después de haberse restablecido las condiciones normales de presión.



Válvula de seguridad

## 9 Válvulas de retención (*check*)

Las válvulas de retención o conocidas también como “*check*” se usan, entre otras cosas, **como medida de seguridad para evitar que el flujo retroceda en una tubería.**

Este tipo de válvula se usa en serie con las de compuerta. La presión del fluido circulante abre la válvula; el peso del mecanismo de retención y cualquier inversión en el flujo la cierra.

Existen distintos tipos de válvulas de retención y su selección depende de la temperatura, caída de presión que producen y la limpieza de fluido. Ciertas válvulas de retención se pueden equipar con pesos externos. Esto producirá el cierre rápido del disco.

Algunas de estas válvulas, dependiendo de su construcción, se puede poner tanto en posición vertical como en horizontal, notando que en la posición vertical debe estar con flujo ascendente.



Válvula de retención

### RECUERDE

Una **válvula** es un dispositivo que sirve para **controlar, retener, regular o dar paso a cualquier fluido entubado**. Las válvulas son elementos mecánicos necesarios en las industrias.





**ACTIVIDAD 6**

Para reforzar los conceptos revisados sobre válvulas, se propone la siguiente actividad.



Relacione el número del tipo de válvula de la izquierda con la característica que le corresponde en la columna derecha.

- |                         |  |
|-------------------------|--|
| 1. Válvula de compuerta | ( ) Es el dispositivo más empleado para el alivio de presión.  |
| 2. Válvula de macho     | ( ) Regula el fluido desde el goteo hasta el sellado hermético y es eficiente para cualquier posición del vástago.   |
| 3. Válvula de esfera    | ( ) Tiene el cierre a ¼ de pulgada y se adapta fácilmente al tipo de orificios múltiples.  |
| 4. Válvula de globo     | ( ) Se utiliza como medida de seguridad para evitar que el flujo retroceda en una tubería.   |
| 5. Válvula de aguja     | ( ) Se utiliza como válvula para instrumentos o en sistemas hidráulicos, aunque no para altas temperaturas.  |
| 6. Válvula de mariposa  | ( ) Efectúa su cierre con un disco vertical plano, o de forma especial, y que se mueve verticalmente al flujo del fluido.  |
| 7. Válvula de diafragma | ( ) Consiste en un cuerpo con orificios de venturi y anillos de asientos, una bola para producir el cierre y una jaula con vástago para desplazar la bola en relación con el orificio. |
| 8. Válvula de seguridad | ( ) Su uso principal es para servicio de corte y de estrangulación cuando se manejan grandes volúmenes de gases y líquidos a presiones relativamente bajas.                            |
| 9. Válvula de retención | ( ) En esta válvula se aísla el fluido del mecanismo de operación, es decir, los fluidos no tienen contacto con las piezas de trabajo.   |

En este punto termina el contenido sobre *Válvulas*.

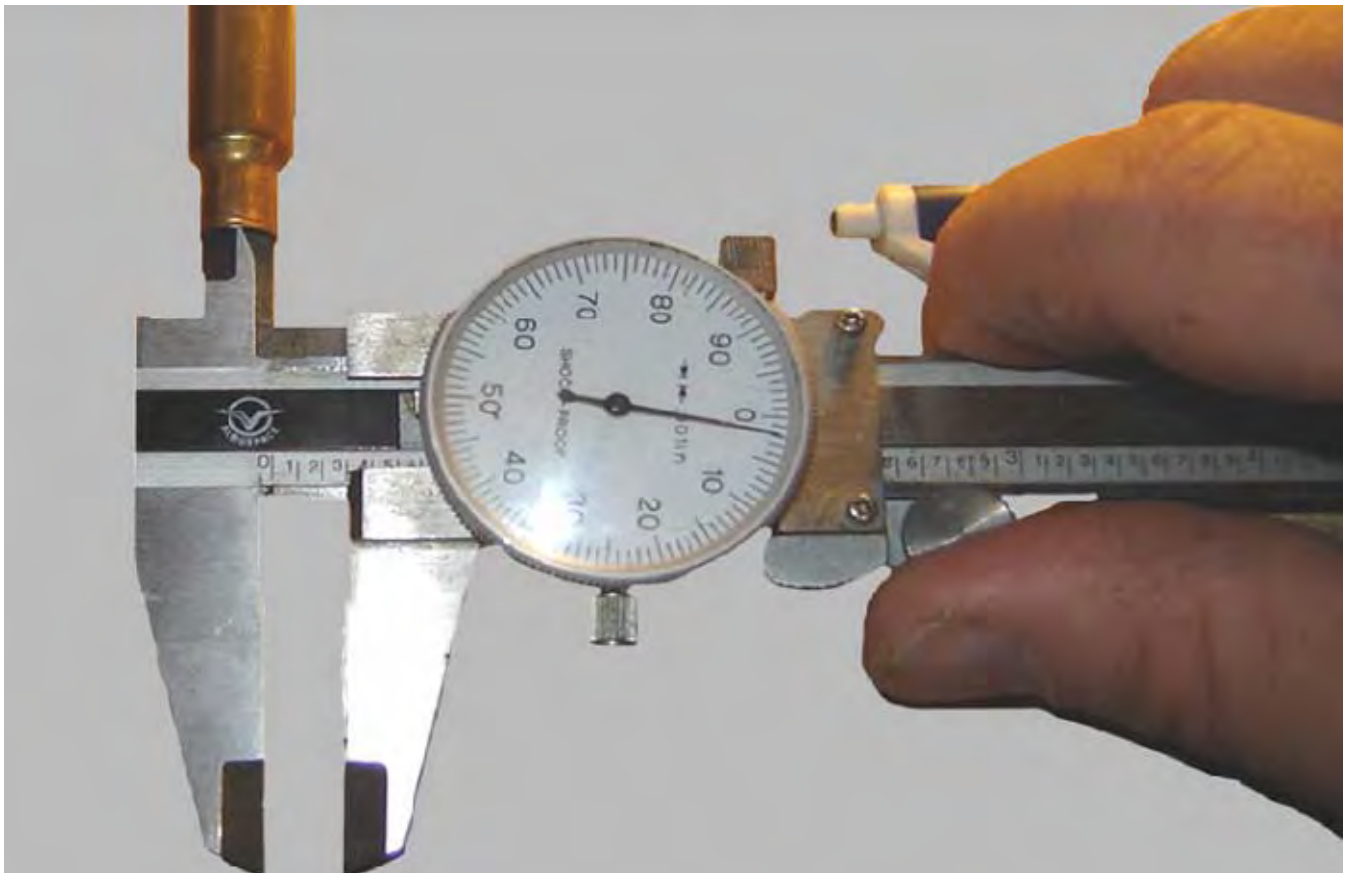
**¡Felicitaciones!**

Ha finalizado el curso de *Elementos Mecánicos*.



Manual de Contenido  
del Participante

# Instrumentos de Medición Mecánica



TX-TIP-0003

ESPAÑOL

# Propósito y Objetivos de este Manual

Este manual tiene como propósito concientizar sobre la importancia de la comprobación de las medidas para garantizar la calidad del producto.

Los objetivos de este manual se orientan al cumplimiento de los siguientes puntos:



Utilizar correctamente los diferentes tipos de instrumentos de medición mecánica.



Identificar las partes constructivas y características de diversos instrumentos de medición.

Es importante conocer los principios y conceptos explicados en este manual con el fin de comprender su participación en el control, logrando así mayor calidad en el producto final.

# Cómo Utilizar este Manual

Este manual muestra cuáles son los instrumentos de medición utilizados en mecánica.

En este manual Ud. podrá encontrar la descripción y el detalle de diversos instrumentos de medición mecánica.



---

**CAPÍTULO 1** 5  
Introducción a las Mediciones Industriales

---



**CAPÍTULO 2** 12  
El Calibre

---



**CAPÍTULO 3** 26  
El Micrómetro

---



**CAPÍTULO 4** 31  
Reloj Comparador Centesimal

---



**CAPÍTULO 5** 40  
Calibración de Equipos de Medición

---



**CAPÍTULO 6** 45  
Mediciones Angulares

---

El manual contiene pequeñas figuras que se repiten en todos los capítulos y que son una forma de organización de la información para hacer más fácil y dinámica la lectura. Estas figuras se denominan íconos.

A continuación hay una descripción de la utilización de cada ícono, es decir en qué oportunidad aparecen:



### GLOSARIO

Explica términos y siglas.



### RECUERDE

Refuerza un concepto ya mencionado en el texto del manual.



### ANEXO

Profundiza conceptos.



### MANTENIMIENTO

Resalta procedimientos necesarios de mantenimiento.



### PREGUNTAS

Presenta preguntas disparadoras.



### ATENCIÓN

Destaca conceptos importantes.



### EJEMPLO

Ilustra con situaciones reales los temas tratados.



### ACTIVIDAD

Señala el comienzo de un ejercicio que le permitirá reforzar lo aprendido.



### EXAMEN FINAL

Señala el comienzo de la evaluación final.



### FIN DE CAPÍTULO

Señala la finalización del capítulo.



### FIN DE MANUAL

Señala la finalización del manual.

# Introducción a las Mediciones Industriales

## TEMAS DEL CAPÍTULO 1

---

### 1.1 Sistemas de Medición

6

Una correcta medición en el corte de piezas para el armado de equipos o instrumentos industriales es un paso fundamental para el correcto funcionamiento de estos últimos.



## 1.1 Sistemas de Medición

En fabricación, se concede una importancia decisiva a la comprobación de las dimensiones de las piezas que tienen que coincidir con las magnitudes geométricas requeridas. La fabricación no se concibe sin su correspondiente comprobación de dimensión. Los ejes, cojinetes, tornillos, engranajes y demás piezas mecanizadas sólo son realmente utilizables cuando sus dimensiones, forma y estado superficial responden a unos requisitos preestablecidos. Las piezas que hayan sido mecanizadas en forma impecable pueden ensamblarse de modo continuo y sin necesidad de retocarlas, garantizando el buen funcionamiento de las máquinas o instrumentos en que se hayan montado.



### ATENCIÓN

Las piezas que hayan sido mecanizadas de acuerdo a las dimensiones requeridas, pueden ensamblarse de modo continuo y sin necesidad de retocarlas, garantizando el buen funcionamiento de las máquinas o instrumentos en que se hayan montado. No ocurriría esto si una pieza defectuosa fuese parte de un aparato totalmente armado. Ésta no estaría en condiciones de funcionar ocasionando pérdida de tiempo para su cambio y además costos adicionales.

Con los más variados métodos de comprobación se garantizan la estabilidad dimensional, la exactitud de forma y la calidad superficial requeridas. Hoy en día, las comprobaciones se hacen con mayor frecuencia y exactitud que antiguamente. El adecuado manejo de los elementos de comprobación, que suelen ser de alta calidad, es condición indispensable para obtener correctos resultados.

### La Medición.

La Metrología es la ciencia de la medición; su objetivo principal es garantizar la confiabilidad de las mediciones. Medición es comparar la cantidad desconocida que queremos determinar y una cantidad conocida de la misma magnitud, que elegimos como unidad. Al resultado de medir lo llamamos medida.

Hay diferencia entre el concepto de magnitud y de cantidad. Como ejemplos de magnitud se puede citar: longitudes, fuerzas, masas, superficies, tiempos. Como ejemplos de cantidad: la longitud determinada de una mesa, el peso de un determinado cuerpo, la velocidad de la luz, etc. En el proceso de medición intervienen:

- Un sistema objeto de la medición, por ejemplo la distancia entre dos puntos.
- Un sistema de medición, el equipo o aparato de medición y la teoría sobre la que se basa su funcionamiento.
- Un sistema de referencia, la unidad empleada, con su definición y su patrón (en el caso de la longitud se utiliza el metro).
- Un operador, importante participante del proceso (responsable de decidir si se han cumplido los criterios de operación).

Medir una cantidad A es compararla (directamente o indirectamente) con otra cantidad U de la misma magnitud, a la que se le llama unidad; ésta es elegida arbitrariamente por el operador. La comparación se hace mediante un proceso que varía de acuerdo con la magnitud que se trate. Para medir longitudes se transporta la unidad sobre la cantidad a medir; para medir masas se recurre a leyes físicas (leyes de Newton) aplicadas en una balanza.



Esto se puede simbolizar:

- Piénsese que la comparación entre la cantidad A y la unidad U, se indica con el cociente.
- El resultado, que representa el número de veces que la cantidad contiene a la unidad, es un número real abstracto x llamado medida de la cantidad A con la unidad U. En símbolos se escribe:

$$\frac{A}{U} = x \text{ (número real abstracto)}$$

- Y así es posible expresar el valor de la cantidad A:

$$A = x U \text{ (número real concreto)}$$

## EJEMPLO



Supóngase que se mide la distancia entre dos puntos cualesquiera y utilizando una cinta de un metro de longitud se obtiene el valor:

- Distancia = 34,6 m (número real concreto).
- 34,6 sería las veces que cabe el metro entre esos dos puntos y es el número real abstracto.

Es decir que un metro es capaz de estar contenido 34,6 veces en esa longitud medida; siendo el resultado de la magnitud 34,6 m.

## Unidades de Medida.

La unidad de medida (llamada también patrón de medir) debe cumplir estas condiciones:

- Ser inalterable, o sea, no ha de cambiar con el tiempo ni en función de quién realice la medida.
- Ser universal, es decir utilizada por todos los países.
- Ser fácilmente reproducible.



Reuniendo las unidades patrón que los científicos han estimado más convenientes, se han creado los denominados Sistemas de Unidades.

El Sistema Internacional (S.I.) nace en el año 1960 en la XI Conferencia General de Pesos y Medidas, celebrada en París buscando en él un sistema universal, unificado y coherente que toma como Magnitudes fundamentales la Longitud, la Masa, el Tiempo, la Intensidad de corriente eléctrica, la Temperatura termodinámica, la Cantidad de sustancia, la Intensidad luminosa.

| Magnitud                          | Nombre    | Símbolo            |
|-----------------------------------|-----------|--------------------|
| Longitud                          | metro     | m                  |
| Masa                              | kilogramo | kg                 |
| Tiempo                            | segundo   | s                  |
| Intensidad de corriente eléctrica | ampere    | A                  |
| Temperatura termodinámica         | kelvin    | K                  |
| Cantidad de sustancia             | mol       | mol                |
| Intensidad luminosa               | candela   | cd                 |
| Ángulo plano vuelta               |           | 1 vuelta = 2 p rad |
| grado                             | °         | (p/180) rad        |
| minuto de ángulo                  | '         | (p /10800) rad     |
| segundo de ángulo                 | "         | (p /648000) rad    |

### El Sistema Métrico Decimal.

Este sistema de medidas se estableció en Francia en el año 1795 con el fin de solventar los dos grandes inconvenientes que presentaban las antiguas medidas:

- unidades con el mismo nombre variaban de una provincia a otra,
- las subdivisiones de las diferentes medidas no eran decimales, lo cual representaba grandes complicaciones para el cálculo.



Se trataba de crear un sistema simple y único de medidas que pudiese reproducirse con exactitud en cualquier momento y en cualquier lugar, con medios disponibles para cualquier persona.

El Sistema Métrico se basa en la unidad "el metro" con múltiplos y submúltiplos decimales. Del metro se deriva el metro cuadrado, el metro cúbico.

Para el uso como patrón se fabricó una barra de platino que representa la unidad de medida.

La definición de metro en términos de una pieza única de metal no era satisfactoria, ya que su estabilidad no podía garantizarse a lo largo de los años, por mucho cuidado que se tuviese en su conservación.

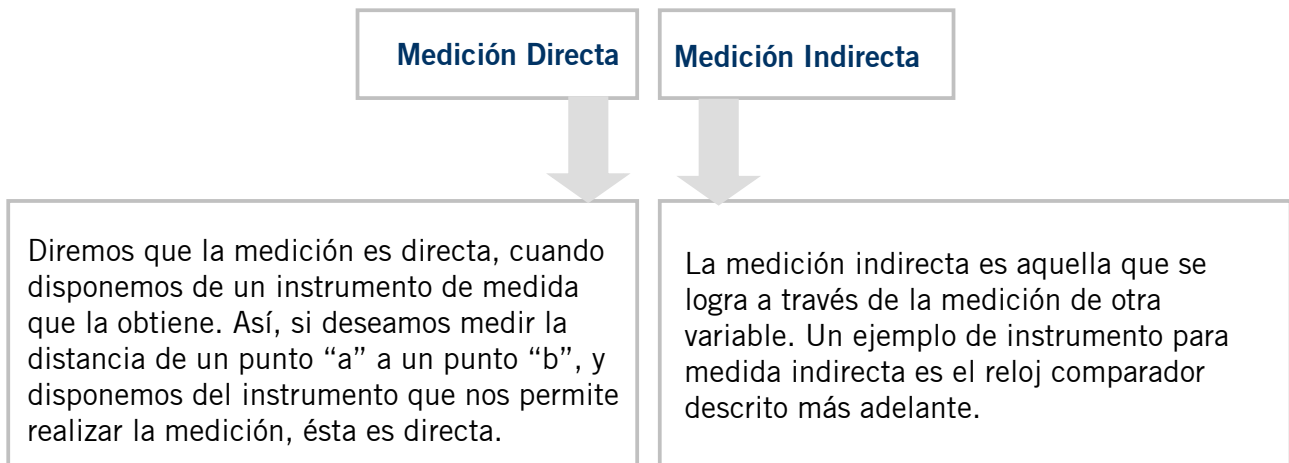
## GLOSARIO



La XVII Conférence Générale des Poids et Mesures del 20 de Octubre de 1983, abolió la antigua definición de metro y promulgó la nueva:

El metro es la longitud de trayecto recorrido en el vacío por la luz durante un tiempo de  $1/299\,792\,458$  de segundo.

Mediciones Directas e Indirectas.



Errores en las Medidas.

Cuando medimos algo se debe hacer con gran cuidado, para evitar alterar el sistema que observamos. Por otro lado, no hemos de perder de vista que las medidas se realizan con algún tipo de error, debido a distintas causas. Entre estas podemos distinguir:



Errores instrumentales.



Errores humanos.



Errores ambientales.



### Errores instrumentales.

Muchas de las causas del error aleatorio se debe al operador, por ejemplo:

1. Defectos de fabricación.
2. Deformaciones.
3. Falta de linealidad.
4. Falta de paralelismo.
5. Fricción excesiva en partes móviles.
6. Envejecimiento de materiales.

El error instrumental tiene valores máximos permisibles, establecido en normas o información técnica del fabricante de instrumentos, y puede determinarse mediante calibración. Ésta es la comparación de las lecturas proporcionadas por un instrumento o equipo de medición contra un patrón de mayor exactitud conocida.



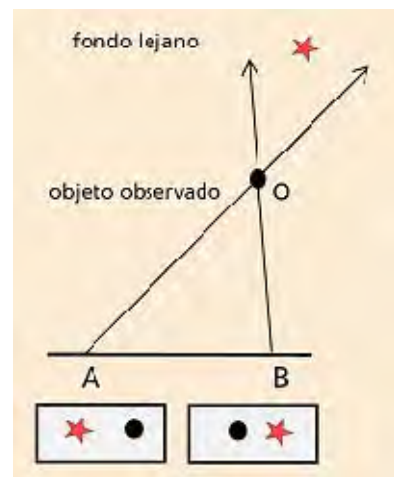
### Errores humanos.

Muchas de las causas del error aleatorio se debe al operador, por ejemplo:

1. Uso de instrumentos no calibrados.
2. Excesiva fuerza usada al efectuar mediciones.
3. Uso del instrumento inadecuado.
4. Error por puntos de apoyo.
5. Error de paralaje.
6. Error de posición.

El error de paralaje es la diferencia entre la lectura hecha en la dirección del observador y la hecha en la dirección perpendicular al cuadrante. El paralaje es la desviación angular de la posición aparente de un objeto, dependiendo del punto de vista elegido.

Como se muestra en la figura, la posición del objeto observado, en O, varía con la posición del punto de vista, en A o en B, al proyectar O contra un fondo suficientemente distante. Desde A el objeto observado parece estar a la derecha de la estrella lejana, mientras que desde B se ve a la izquierda de aquella. El ángulo AOB es el ángulo de paralaje: ángulo que abarca el segmento AB desde O.



### Errores ambientales.

1. Humedad.
2. Polvo y contaminación.
3. Presión.
4. Temperatura.

### RECUERDE

- Usando elementos de comprobación defectuosos se perjudica la calidad de los productos.
- Una medición defectuosa aumenta el número de rechazos.
- Al efectuar una medición se debe ser cuidadoso y consciente de su responsabilidad.
- Por seguridad no se deben medir piezas que estén en movimiento.

*"Leer no es medir"*



## Instrumentos de Medición.

Los instrumentos de medición son el medio por el que se miden magnitudes. Existe una gran variedad de instrumentos para llevar a cabo las mediciones; algunos de ellos se utilizan para medidas directas, otros para medidas indirectas.

La característica más importante de un instrumento de medición es la apreciación que se define como el valor de la mínima división de la escala del instrumento, si éste es analógico, o la última cifra significativa reportada en la pantalla (display) si éste es digital. Por ejemplo una regla dividida en milímetros tiene una apreciación de un milímetro.

En este curso se explican las características y el funcionamiento de los siguientes instrumentos de medición mecánica:

- Calibre
- Micrómetro
- Reloj comparador
- Goniómetro

### ACTIVIDAD 1.



A partir de los contenidos desarrollados a lo largo de este capítulo, marque con una X la respuesta correcta.

**1**

Algunos de los posibles errores ambientales son ...

- a. Paralaje y punto de apoyo.
- b. Temperatura y deformación.
- c. Presión y humedad.
- d. Envejecimiento de materiales y humedad.

  
  
  
**2**

Una medida es directa cuando ...

- a. Disponemos de un instrumento de medida que la obtiene.
- b. Realizando la medición de una variable podemos calcular otra distinta, la cual queremos obtener.

  
**3**

En el proceso de medición intervienen:

- a. Un operador y un sistema de referencia.
- b. Un sistema de referencia, un operador y una unidad de medida.
- c. Un sistema objeto de medición, un operador, un sistema de referencia y un sistema de medición.

### ¡Felicitaciones!

Usted ha finalizado el capítulo 1.

A continuación se desarrollará el capítulo El Calibre.



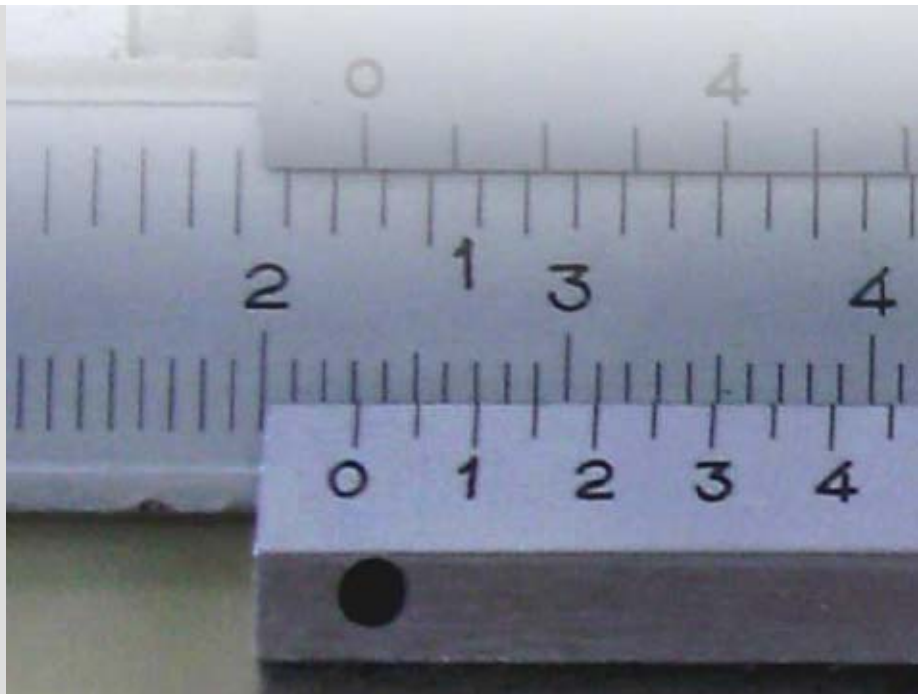
# El Calibre

## TEMAS DEL CAPÍTULO 2

---

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| 2.1 Características de los Calibres | 13 |
| 2.2 Calibre Universal               | 17 |

El calibre es, en esencia, una regla graduada perfectamente para aumentar la seguridad y la precisión de las medidas hechas con ella.

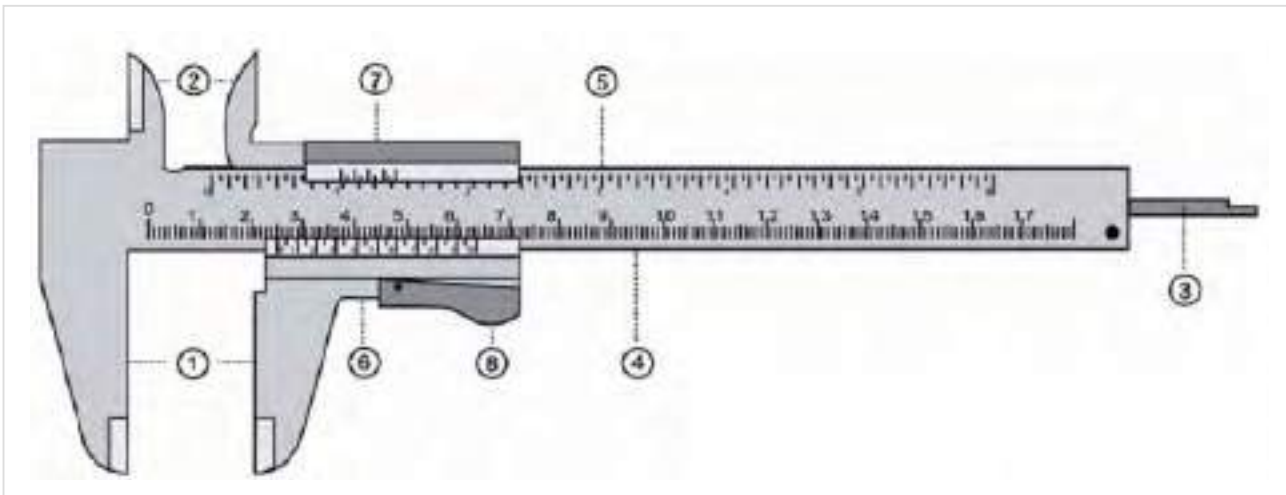


## 2.1 Características de los Calibres

Hay distintos tipos de calibres, entre ellos se encuentra el calibre universal. Éste está formado básicamente por:

- Una regla graduada (regla fija), uno de cuyos extremos forma una pata fija.
- Una abrazadera deslizante (regla móvil) montada sobre la regla fija, solidaria a una pata móvil.

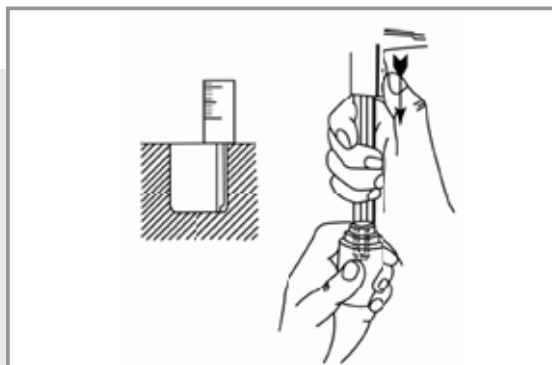
Los componentes de un calibre son:



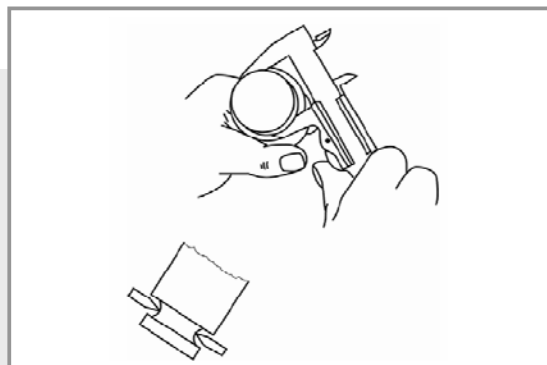
1. Mordazas para medidas externas.
2. Mordazas para medidas internas.
3. Coliza para medida de profundidades.
4. Escala con divisiones en centímetros y milímetros.
5. Escala con divisiones en pulgadas y fracciones de pulgada.
6. Nonio para la lectura de las fracciones de milímetros en que esté dividido.
7. Nonio para la lectura de las fracciones de pulgada en que esté dividido.
8. Botón de deslizamiento y freno.

### Métodos de Medición con el Calibre.

La medición con el calibre se efectúa situando el objeto o pieza a medir entre las patas y llevando éstas a coincidir con las superficies o puntas de la pieza, entre las cuales se desea conocer la distancia.



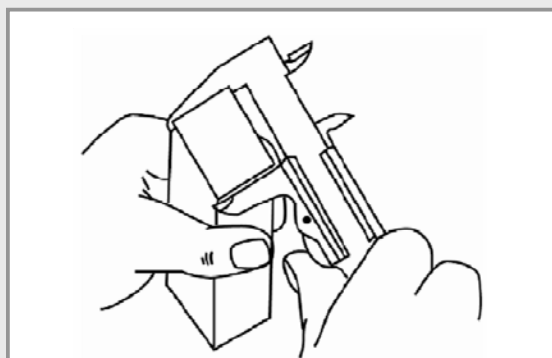
Medición de profundidad



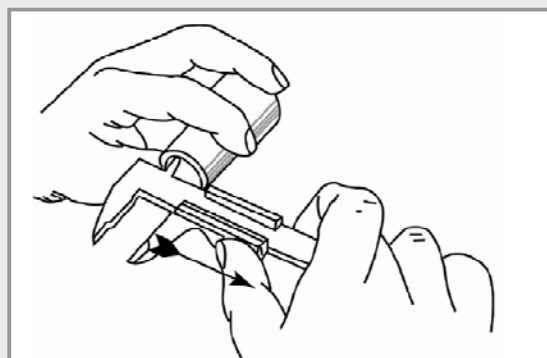
Medición de partes de rebaje



Medición de diámetro



Medición de exteriores



Medición de interiores

## Clasificación de Calibres

En el mercado se encuentran calibres en una variedad de formas, adaptadas a sus diversos usos de medición. En base al tipo de funcionamiento, o sea de la lectura de la medida existen:

1

### CALIBRE UNIVERSAL



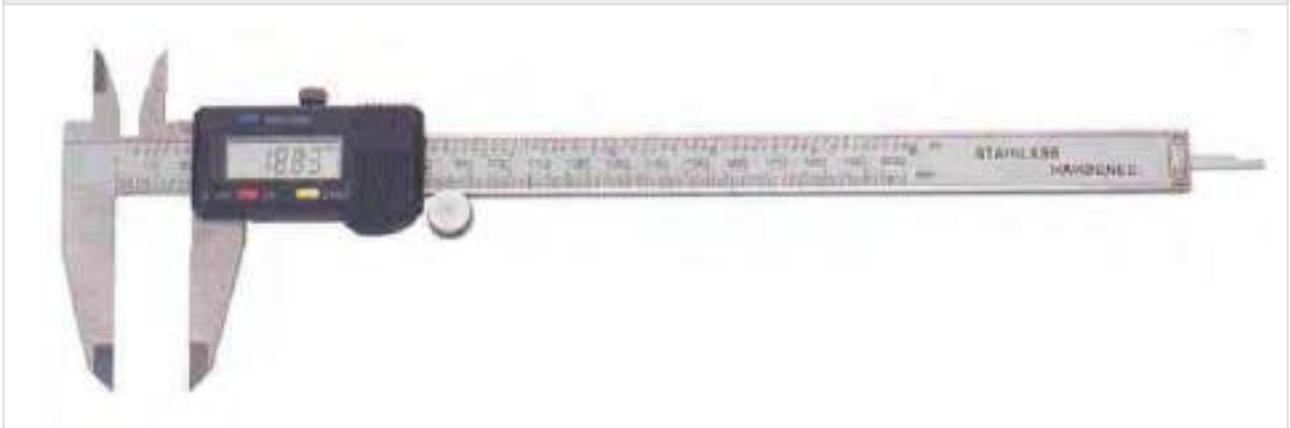
2

### CALIBRE ANALÓGICO



3

### CALIBRE DIGITAL

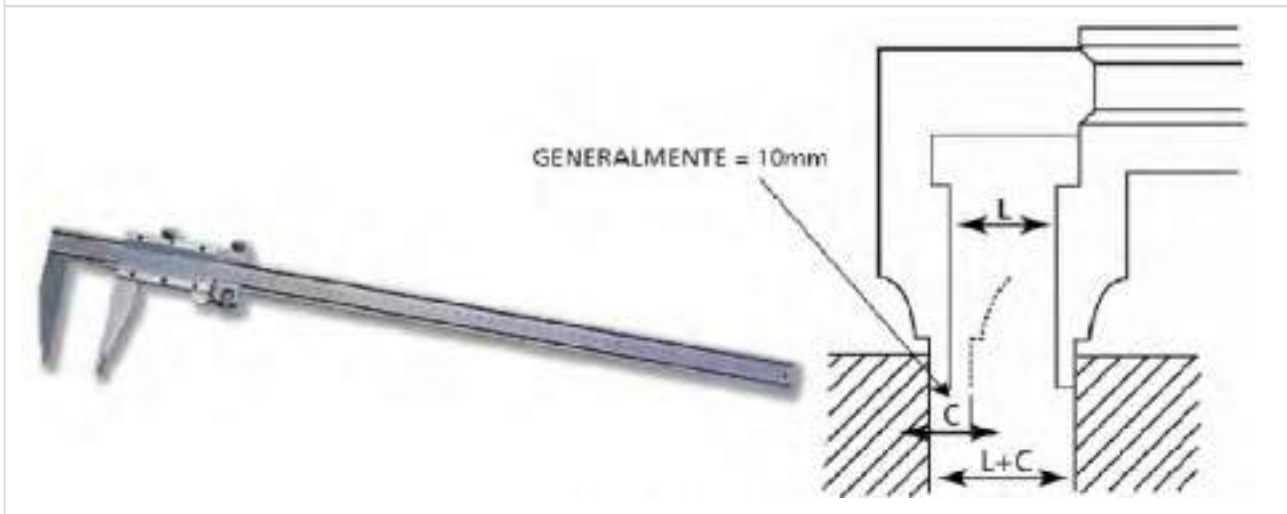




4

**CALIBRE DE TORNERO**

Tiene sólo un par de patas con las que pueden medirse distancias entre caras externas o entre caras internas de agujeros, utilizándose en este caso como se muestra en la figura. A la lectura del nonio se debe añadir una cantidad fija, que suele ser 10 mm, para tener en cuenta el espesor de las patas. Este tipo de calibre carece de varilla para medir profundidades.



5

**CALIBRE DE PROFUNDIDAD**

Su forma es similar a una T. Para medir se apoyan sus alas laterales sobre la superficie de la pieza y se hace deslizar la cabeza hacia el centro del hueco hasta tocar el fin del mismo. La lectura se realiza igual que en un calibre de patas.



## 2.2 Calibre Universal

### Calibre Universal de Medidas en Milímetros.

El nonio o escala Vernier (regla móvil) toma un fragmento de la regla, o sea, un múltiplo de diez menos uno (9, 19, 49) y lo divide en un número más de divisiones (10, 20, 50).

El número de divisiones que tiene el nonio determina la apreciación de los instrumentos, los cuales se dividen en:



Decimal.



Vigesimal.



Quincuagesimal.

La apreciación  $A$  de un calibre en mm se calcula así:

$$A = \text{menor división de la regla fija} / \text{número de divisiones de la regla móvil}$$

o sea,

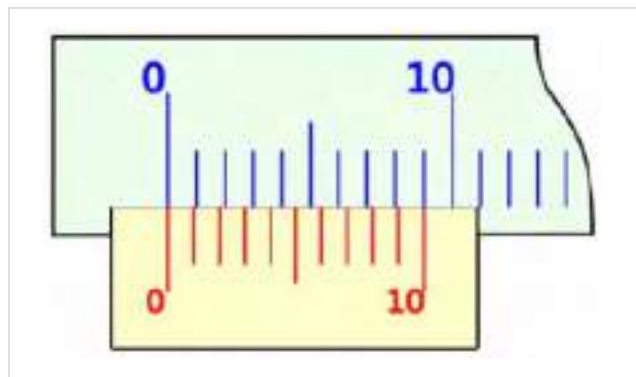
$$A = 1 / \text{número de divisiones de la regla móvil}$$



Calibre Decimal.

El nonio de este calibre toma una parte de la regla compuesta por 9 fragmentos y la divide en 10. En la figura tomamos 9 divisiones de la regla y la dividimos en diez partes iguales, es el caso más sencillo, de tal modo que cada una de estas divisiones sea de 0,9 unidades de la regla.

Esto hace que si la división cero del nonio coincide con la división cero de la regla, la distancia entre la primera división de la regla y la primera del nonio sea de 0,1; que entre la segunda división de la regla y la segunda del nonio haya una diferencia de 0,2; y así sucesivamente, de forma que entre la décima división de la regla y la décima del nonio haya 1,0. Es decir que la décima división del nonio coincide con la novena de la regla.



La apreciación de este calibre es:

$$A = \frac{1}{10} = 0.1 \text{ mm}$$

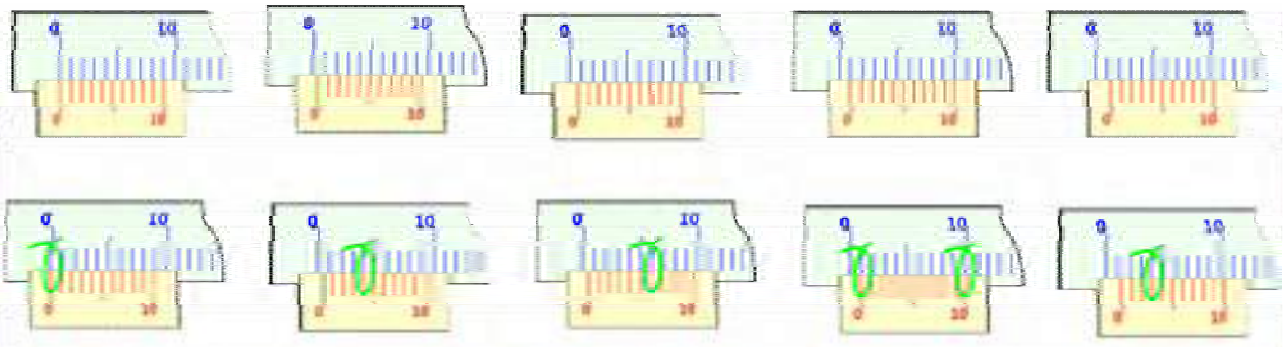
La lectura (X) de calibre decimal se puede hacer con la ayuda de esta fórmula:

$$X = B + C = B + \frac{p}{10}$$

p, número de la primera coincidencia de una línea del nonio con una cualquiera de la regla fija.

B, cantidad de divisiones (en mm) de la regla fija que existen entre el "0" de la misma y el "0" del nonio.

Ejemplos de lectura.



$$X = 0$$

$$X = 0 + \frac{4}{10} = 0.4$$

$$X = 0 + \frac{6}{10} = 0.6$$

$$X = 1 + 0 = 1$$

$$X = 1 + \frac{3}{10} = 1.3$$



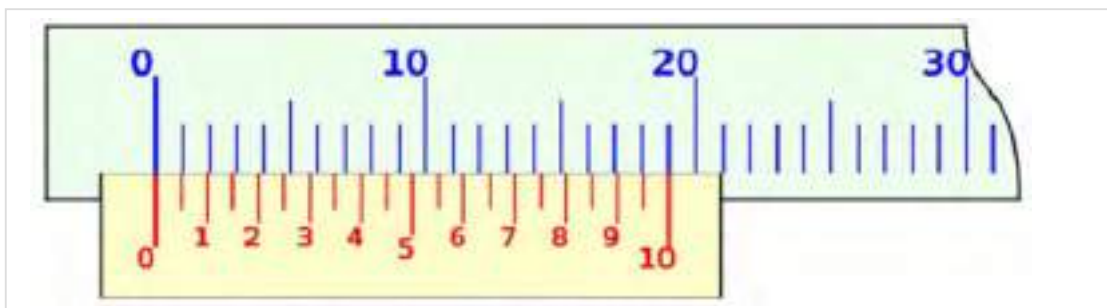
Calibre Vigesimal.

El nonio de este calibre toma una parte de la regla compuesta por 19 segmentos y la divide en 20. La apreciación de este calibre es:

$$A = \frac{1}{20} = 0.05 \text{ mm}$$

La lectura de calibre vigesimal se puede hacer con la ayuda de esta fórmula:

$$X = B + C = B + \frac{p}{20}$$





### Calibre Quincuagesimal.

El nonio de este calibre toma una parte de la regla compuesta por 49 segmentos y la divide en 50. La apreciación de este calibre es:

$$A = \frac{1}{50} = 0.02 \text{ mm}$$

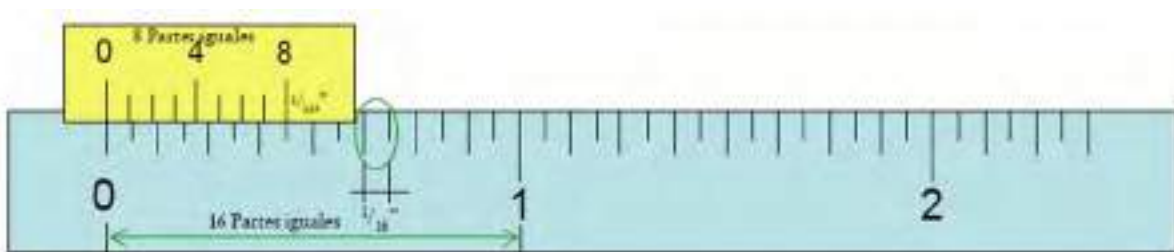
La lectura quincuagesimal de calibre se puede hacer con la ayuda de esta fórmula:

$$X = B + C = B + \frac{p}{50}$$



### Calibre de Medida en Pulgadas.

Con este tipo de calibre se podrán apreciar las medidas en pulgadas y sus fracciones. Como puede verse en la figura, la pulgada en la regla fija está dividida en 16 partes iguales valiéndole cada una de ellas 1/16 de pulgada. La regla móvil tiene 8 divisiones.



La apreciación del calibre para medir en pulgadas y sus fracciones están dadas por:

$$A = \frac{1}{16 \times 8} = \frac{1}{128} (= 0.0078 \text{ mm})$$

La medida que se obtiene es:  $X = B + C$

$$B = \frac{n''}{16}$$

$n$  = número que representa la cantidad de las divisiones menores (rayitas) que existen entre el "0" de la regla fija y el "0" de la regla móvil.

$$C = \frac{p''}{128}$$

$p$  = número de la división (raya) de la regla móvil que coincide con cualquier raya de la regla fija.

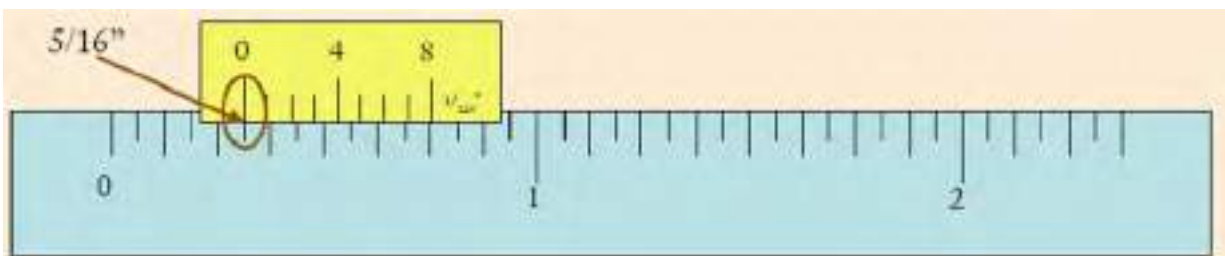
Cuando la raya de la regla móvil que corresponda al "0" o al "8" coincide con cualquier raya de la regla fija  $C = 0$

### EJEMPLO

a) En el caso mostrado en la figura, el "0" y el "8" de la regla móvil coinciden con cualquier raya de la regla fija entonces en la fórmula  $C = 0$ .

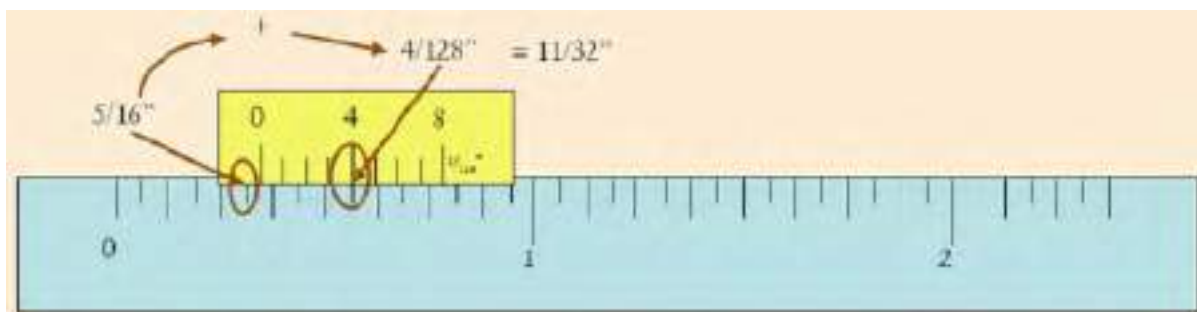
Para saber cuanto vale  $n$  es suficiente contar la cantidad de las divisiones menores que existen entre el "0" de la regla fija y el "0" de la regla móvil, o sea, en este caso 5. Al final, la medida  $X$  será:

$$X = B + C = B = \frac{n}{16} + 0 = \frac{5''}{16}$$



b) En este caso la división de la regla móvil que corresponde al 4 coincide con cualquier raya de la regla fija entonces  $C = 0$  y  $p = 4$ . Para conocer  $n$ , hay que contar la cantidad de espacios que existen entre el "0" de la regla fija y el espacio anterior donde se encuentra ubicado el cero de la regla móvil, o sea, en este caso  $n = 5$ .

Calculemos  $X$ : 
$$X = B + C = \frac{n}{16} + \frac{p}{128} = \frac{5}{16} + \frac{4}{128} = \frac{(5 \times 8) + 4}{128} = \frac{44}{128} = \frac{11''}{32}$$

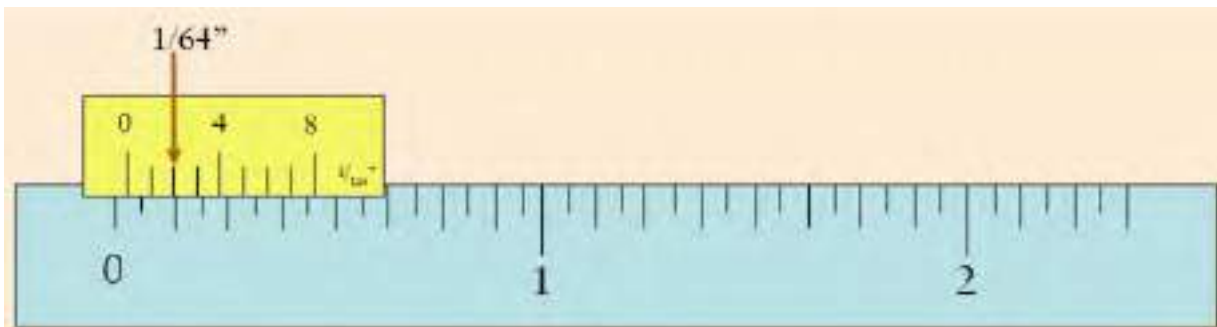


c) Calculemos la medida de la siguiente figura

$$n = 0 \text{ entonces } B = 0$$

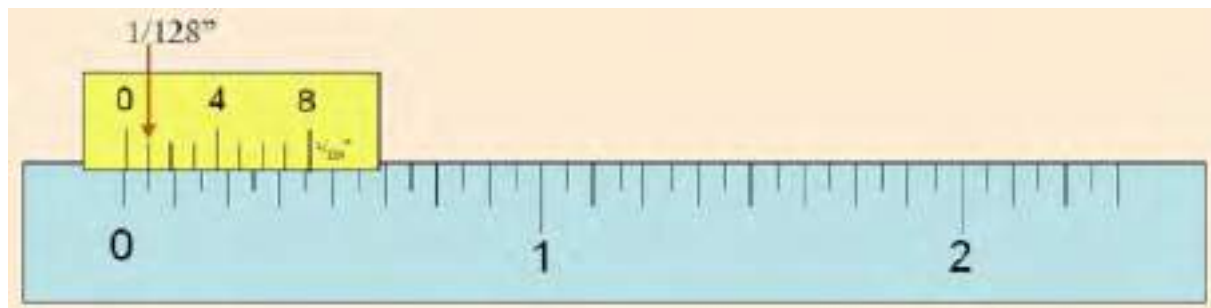
$$p = 2 \text{ entonces } C = \frac{p}{128} = \frac{2}{128} = \frac{1}{64}$$

$$\text{En fin } X = B + C = 0 + \frac{1}{64} = \frac{1}{64}$$



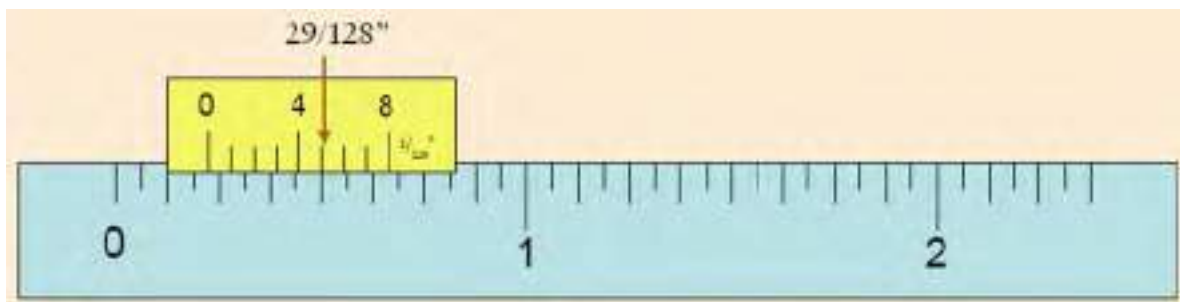
d) Calculemos la medida de la siguiente figura

$$X = B + C = 0 + \frac{p}{128} = \frac{1}{128}$$



e) Calculemos la medida de la siguiente figura

$$X = B + C = \frac{3}{16} + \frac{5}{128} = \frac{(3 \times 8) + 5}{128} = \frac{29}{128}$$

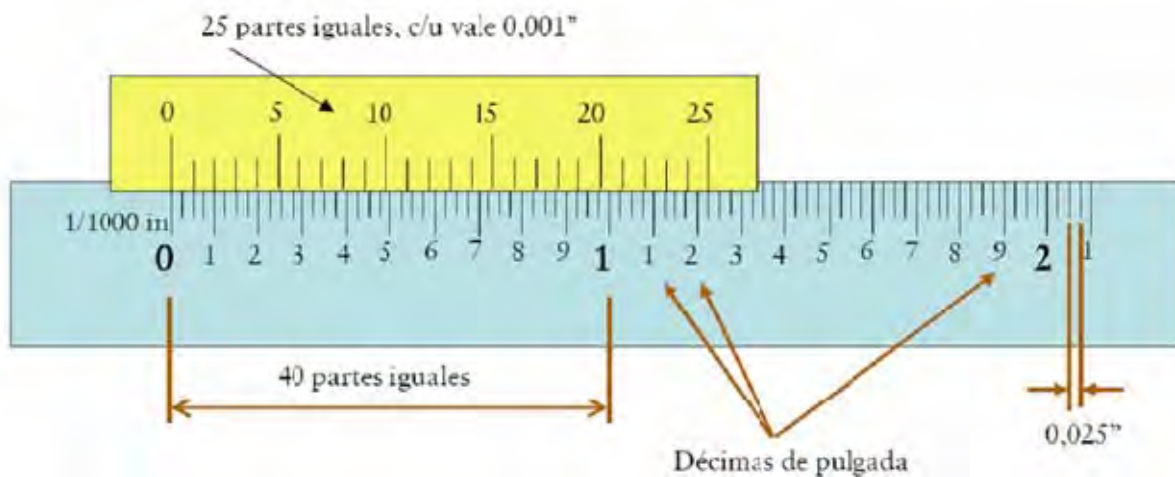


### Calibre para Medir en Milésimas de Pulgada.

En este tipo de calibres se pueden apreciar las milésimas de pulgadas.

Las pulgadas en la regla fija están divididas primero en 10 partes iguales, siendo éstas las décimas de pulgada; además cada décima está dividida en 4 partes iguales, valiendo cada división  $0,025''$ , es decir que en total la pulgada está dividida en 40 partes iguales.

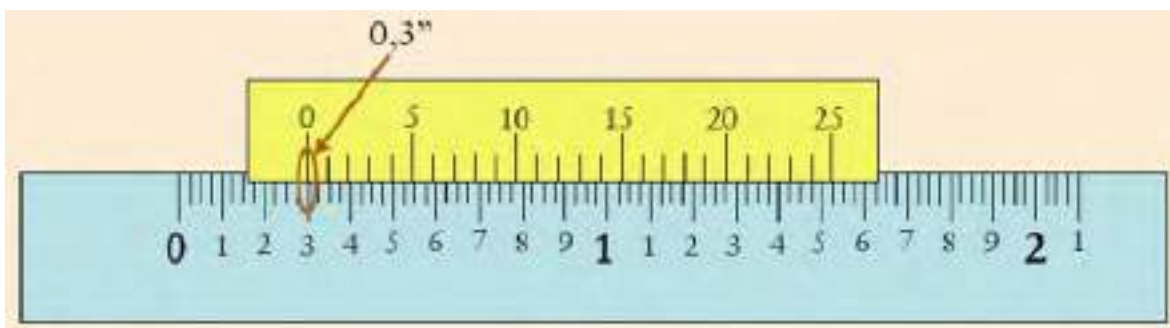
La regla móvil tiene 25 divisiones, por lo que cada una de éstas valdrá  $0,001''$  (este valor es la apreciación del calibre).



### EJEMPLO

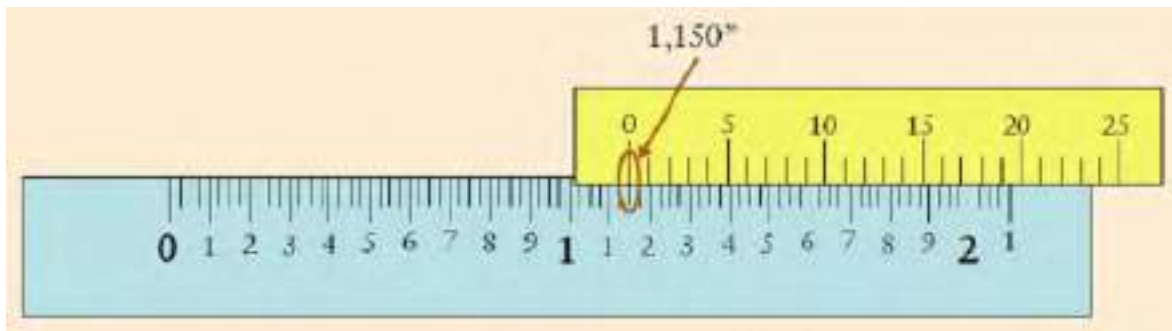


a) Cuando una medida es exacta el "0" y el "25" de la regla móvil coinciden con una división de la regla fija como la de la figura que marca  $0,3''$  (tres décimas de pulgada).

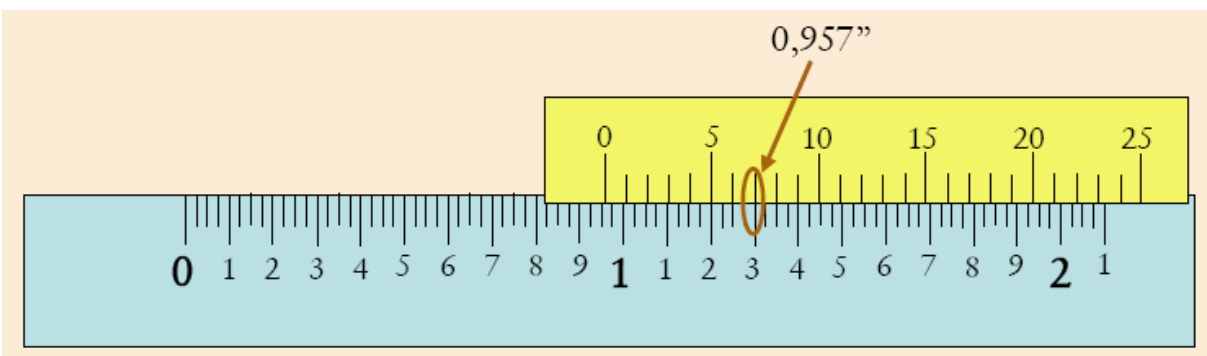




b) En este caso, también el cero de la regla móvil coincide con una división de la regla fija. Recordando que cada división de la regla móvil vale  $0,025''$ , el resultado es  $1,150''$



c) Cuando el cero cae entre dos divisiones de la regla fija, se lee primero las pulgadas en la regla fija, sabiendo que cada espacio vale  $0,025''$ . Luego se añaden las milésimas de pulgada según las rayas que coincidan de las reglas fija y móvil. Recuerde que cada raya de la regla móvil vale  $0,001''$ .



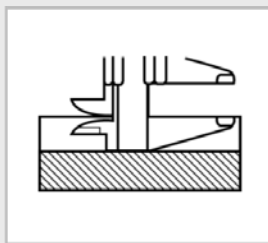
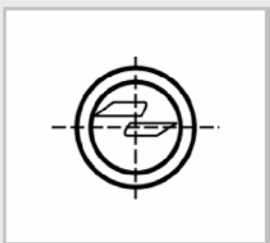
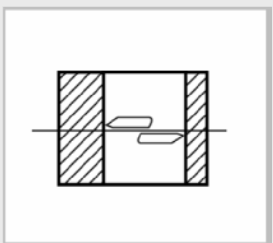
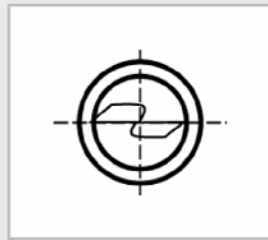
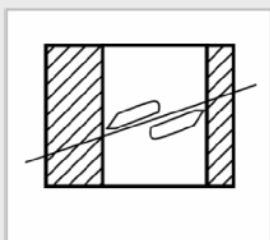
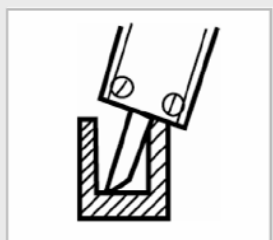
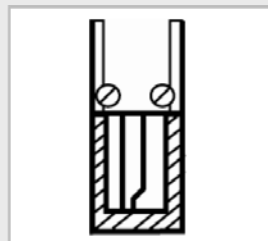
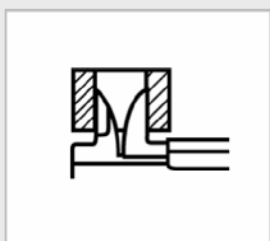
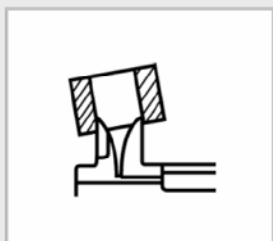
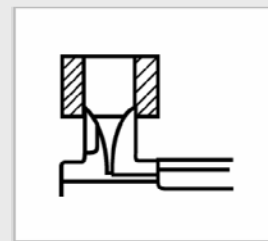
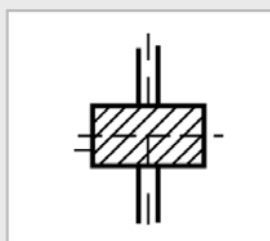
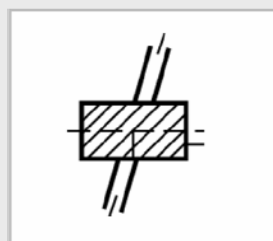
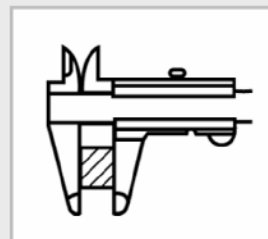
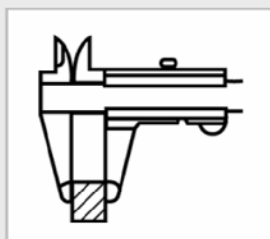
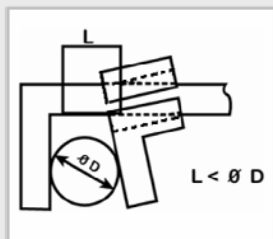


**ACTIVIDAD 2.**

De acuerdo a lo visto en relación a la medición con el calibre, le proponemos las siguientes actividades.



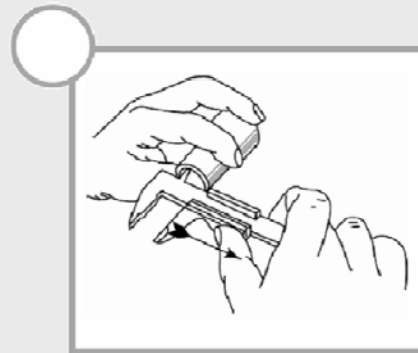
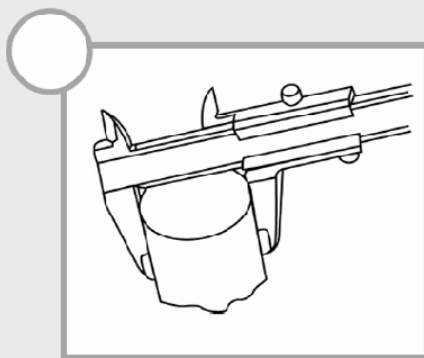
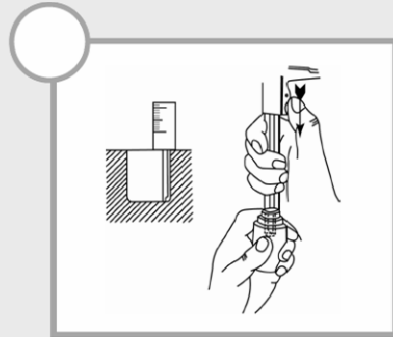
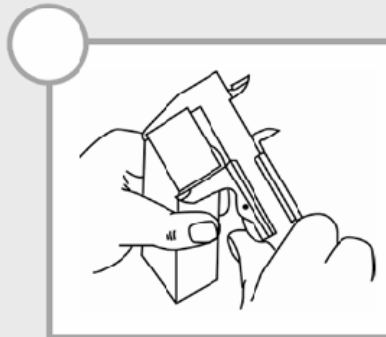
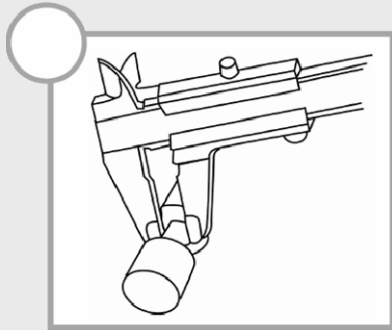
Indique cuáles de las figuras a continuación muestran ejemplos de formas correctas (O) o incorrectas (X) de medición con el calibre.



## ACTIVIDAD 3.



Ubique el número según la indicación correcta.



1 Medición de profundidad

2 Medición de exteriores

3 Medición del diámetro de la garganta

4 Medición de diámetro

5 Medición de interiores

**¡Felicitaciones!**

Usted ha finalizado el capítulo 2.

A continuación se desarrollará el capítulo El Micrómetro.



# El Micrómetro

## TEMAS DEL CAPÍTULO 3

---

### 3.1 Micrómetro para Mediciones Exteriores e Interiores 27

Existen dos tipos de micrómetros: el micrómetro para mediciones interiores y el micrómetro para mediciones exteriores.



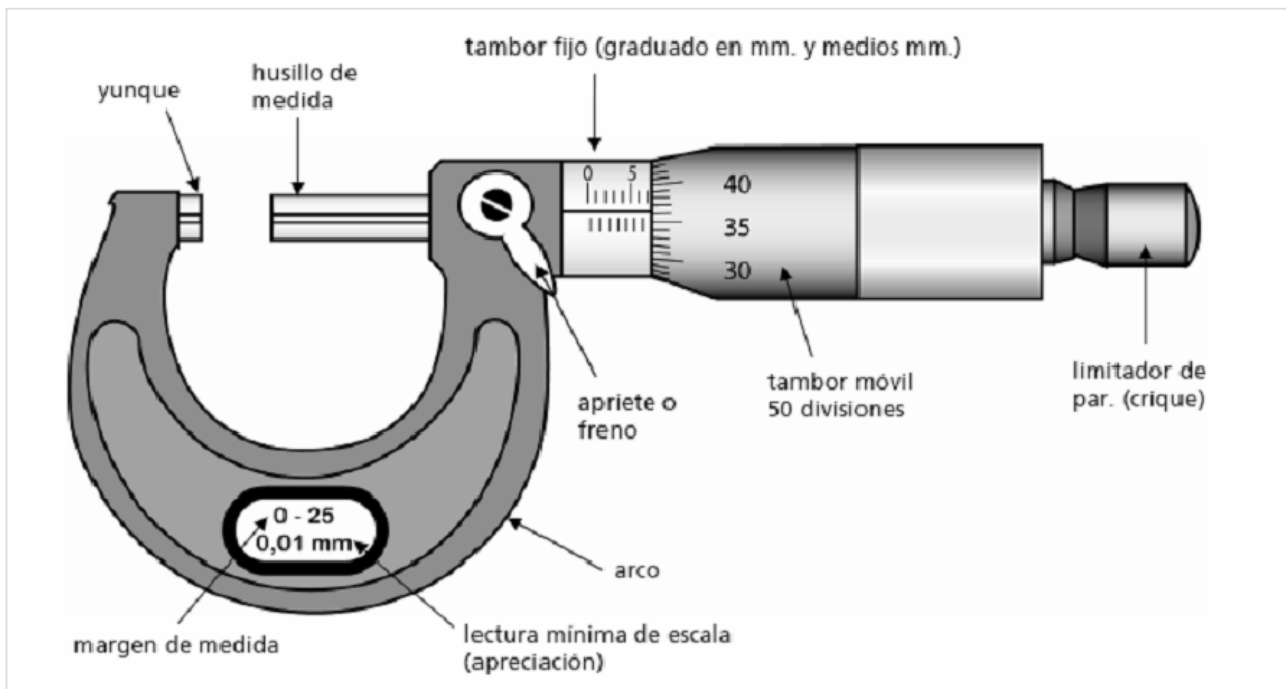
## 3.1 Micrómetro para Mediciones Exteriores e Interiores

### Micrómetro para Mediciones Exteriores.

El micrómetro para mediciones exteriores, también llamado tornillo de Palmer, consta de un arco de metal en cuyos extremos se encuentran dos planos de contacto, con superficies perfectamente planas, lisas y paralelas. Uno de los planos de contacto es fijo y el otro móvil.

- El plano de contacto móvil está unido a una varilla roscada que tiene un paso de 0,5 mm movida por un tambor móvil, avanzando 0,5 mm por vuelta completa de dicho tambor.
- El tambor fijo está dividido en milímetros y medios milímetros.
- El tambor móvil está dividido en 50 divisiones; cada división tiene un valor de 0,01 mm.

La máxima longitud de medida del micrómetro de exteriores es de 25 mm, por lo que es necesario disponer de un micrómetro para cada campo de medidas que se quieran tomar (0-25 mm), (25-50 mm), (50-75 mm), etc.



### RECUERDE

La apreciación del micrómetro se calcula siempre mediante la misma expresión:

$A = \text{menor división de la regla fija} / \text{numero de divisiones de la regla móvil}$

o sea

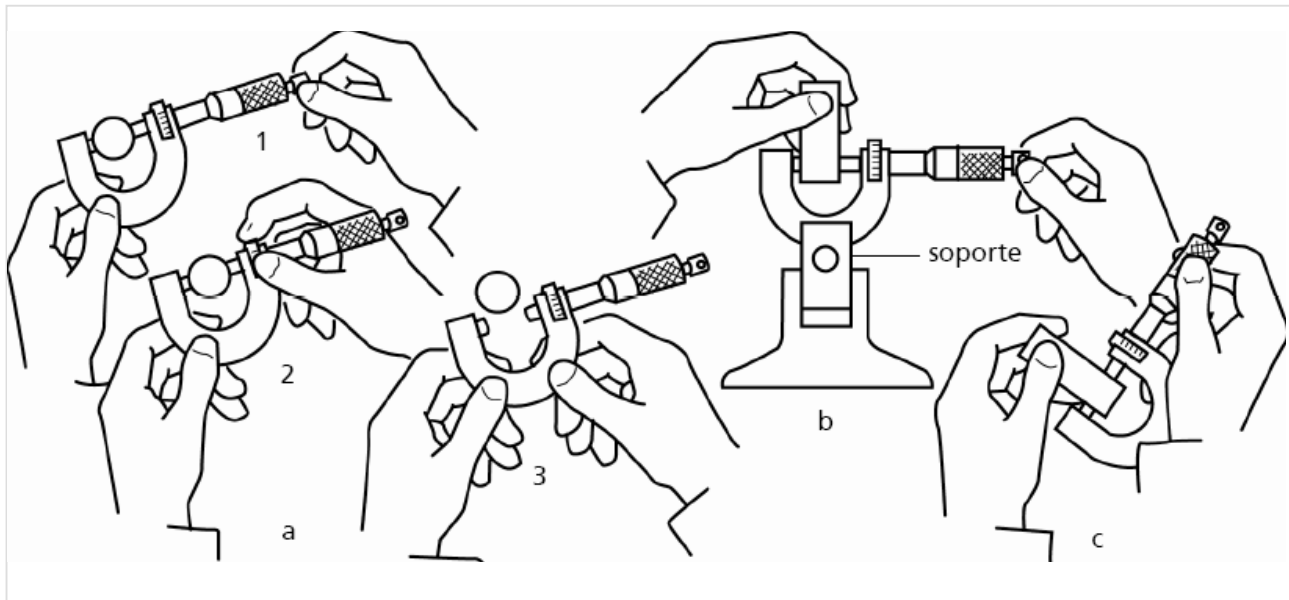
$$A = \frac{0.5}{50} = 0.001 \text{ mm}$$



### ¿Cómo medir con el micrómetro?

Para medir con el micrómetro en forma práctica se coloca la pieza entre los 2 contactos y se aproxima suavemente al contacto móvil, para lo cual se opera exclusivamente el criquet que hace girar el tornillo.

Una vez tomada o bien establecida la medida se aprieta el freno que trava el tambor.



### Micrómetros para Mediciones Interiores.

Se utilizan para medir dimensiones lineales interiores, como diámetros de agujeros, y siguen el mismo principio que el descrito para los micrómetros para mediciones exteriores o tornillo de Palmer. A diferencia de los micrómetros exteriores carecen de herradura.

#### Micrómetros de interiores más corrientes



## EJEMPLO



a) En este caso el cero del tambor móvil coincide con la línea de referencia (línea que separa los milímetros de los medio milímetros del tambor fijo). Es así que puede resultar una medida entera, por ejemplo 20 mm (figura A) o una medida (figura B) con decimal, por ejemplo 12,5 (recordar que la menor división del tambor fijo es 0,5 mm).

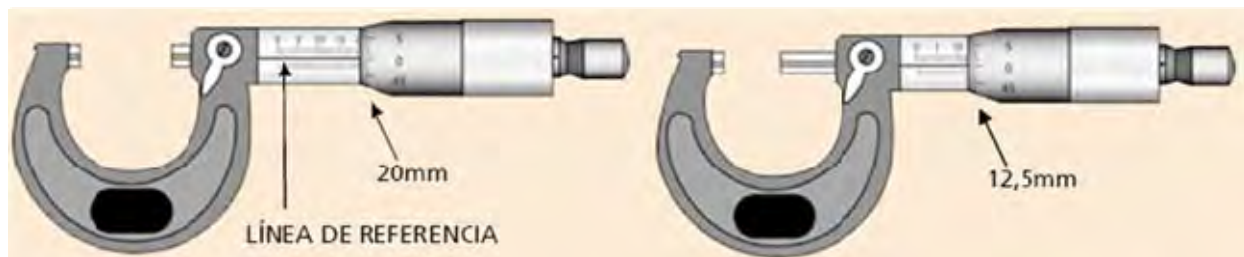


Figura A

Figura B

b) En este caso el cero del tambor móvil no coincide con la línea de referencia pero sí lo hace alguna de las otras 50 divisiones.

Los milímetros se leen en el tambor fijo y se le suma el valor de la división del tambor móvil que coincidió (recordar que cada división del tambor móvil vale 0,01 mm.) Ver figura C y D.

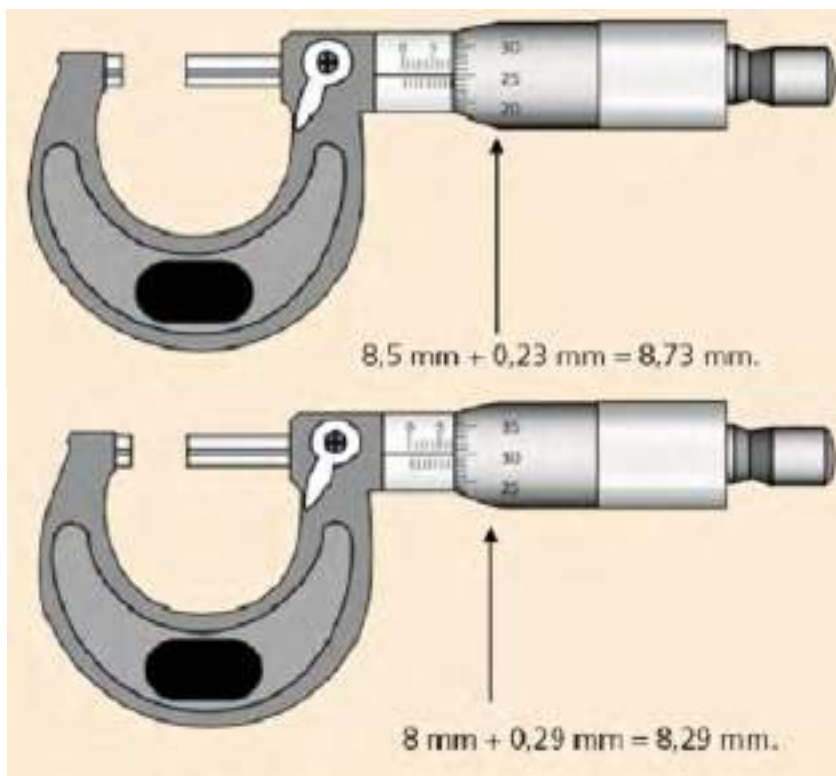


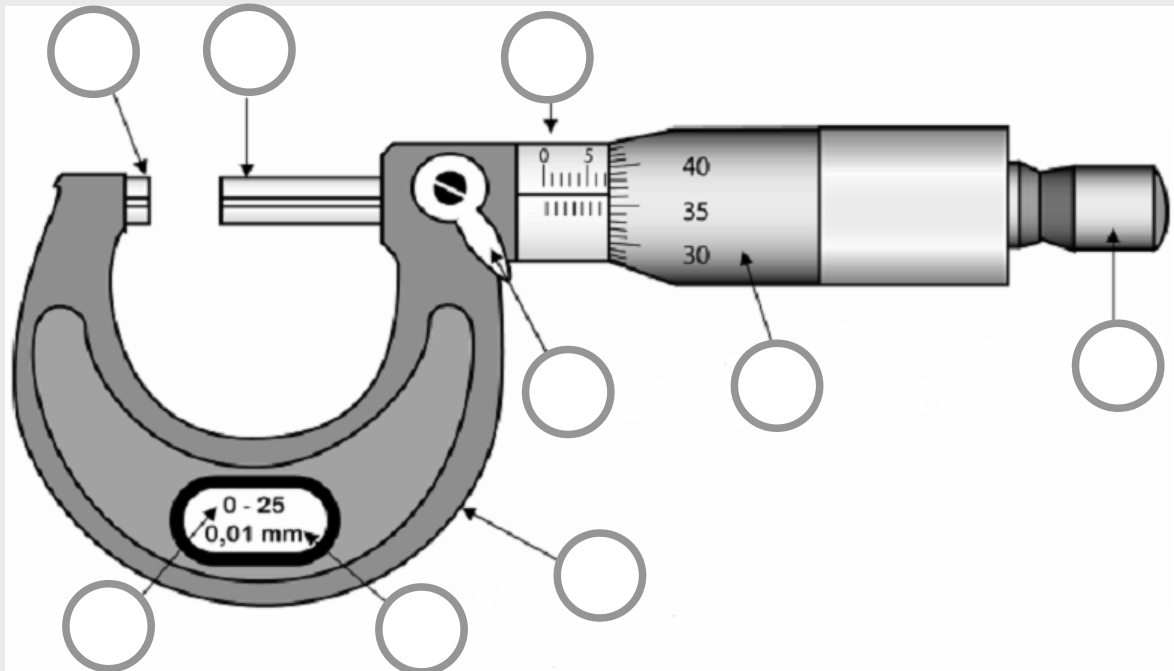
Figura C

Figura D

## ACTIVIDAD 4.



Coloque el número según corresponda para el micrómetro de mediciones exteriores.



1 Apriete o freno

2 Arco

3 Tambor móvil

4 Yunque

5 Husillo de medida

6 Limitador de par (cricue)

7 Lectura mínima de escala

8 Tambor fijo

9 Margen de Medida

**¡Felicitaciones!**

Usted ha finalizado el capítulo 2.

A continuación se desarrollará el capítulo El Micrómetro.



# Reloj Comparador Centesimal

## TEMAS DEL CAPÍTULO 4

---

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 4.1 Descripción          | 32 |
| 4.2 Técnicas de Medición | 35 |

El reloj comparador centesimal es un instrumento de medición indirecta, ya que el valor que muestra debe ser comparado con una medida patrón.





## 4.1 Descripción

El reloj comparador centesimal es un instrumento de medición indirecta porque tiene por objeto la comparación de medidas. Es decir, no da directamente la medida de una magnitud sino la diferencia con otra conocida o desconocida. Esto se logra observando el movimiento de un palpador (punta de contacto) que se apoya en la pieza a comprobar, fijándose la base del mismo en la pieza de referencia para la comparación.



|   |                                   |
|---|-----------------------------------|
| ① | Indicadores max/min               |
| ② | Esfera giratoria                  |
| ③ | Aguja principal                   |
| ④ | Capuchón                          |
| ⑤ | Aguja secundaria o cuenta vueltas |
| ⑥ | Vástago guía                      |
| ⑦ | Varilla porta-palpador            |
| ⑧ | Punta de contacto (palpador)      |



El palpador es un eje cilíndrico que se desliza suavemente, sin juego, dentro de una guía de bronce. Por medio de un mecanismo interior, hace girar la aguja principal alrededor de un cuadrante dividido en 100 partes y la aguja secundaria alrededor del cuadrante más pequeño (ver figura).

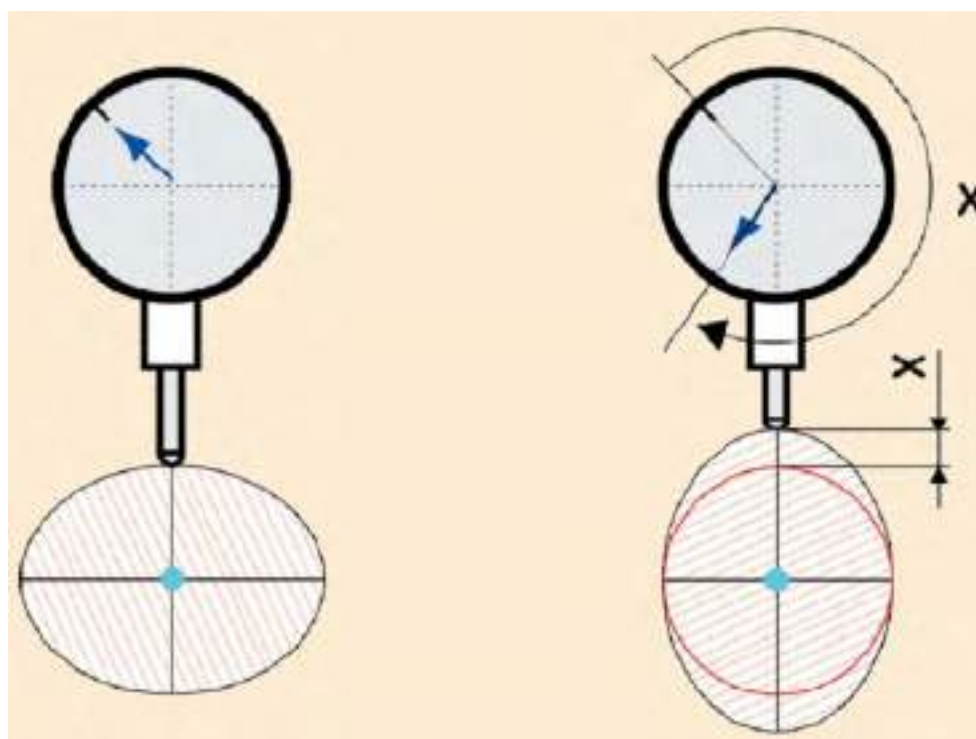
A cada vuelta de la aguja principal el palpador de contacto se desliza un milímetro, por lo tanto cada división del cuadrante representa la magnitud de una centésima de milímetro.

La mayoría de los comparadores llevan también la aguja secundaria que indica el número de vueltas enteras que ha dado la aguja grande y por eso se llama también aguja cuenta vueltas.

#### EJEMPLO



A continuación se muestra un ejemplo de la aplicación del reloj comparador: con este instrumento, cuando se quiere verificar la excentricidad de una pieza, es posible tomar la altura en una determinada posición, luego rotar la pieza y medir nuevamente su altura comparándola con el valor anterior. En este ejemplo se muestra esta situación aplicada a una pieza ovalada, donde se mide la posición horizontal y luego se la rota a la posición vertical observando que la altura es mayor a la anterior, confirmando de esta manera que no se trata de una pieza con sección circular sino ovalada.



Para realizar una medición, hay que fijar el reloj comparador en un soporte. Estos soportes pueden ser de formas muy variadas, según la medición de la que se trate, pero en cualquier caso, deben colocarse de tal manera que el vástago del comparador sea perpendicular a la superficie que se quiera comprobar. De lo contrario, las mediciones van a resultar erróneas.

Los soportes más flexibles se utilizan cuando la pieza para medir tiene una forma irregular, los más rígidos para las piezas de forma más regular.



Soporte Rígido



Soporte Semi-rígido



Soporte Flexible

Por otro lado, existe una gran variedad de puntas de contacto, que se eligen en función de la medida a tomar. La punta está compuesta generalmente por una bola de acero pero para evitar el desgaste a veces se usa una punta con bola de rubí. Para calibrarlos, se deben utilizar bloques calibradores (ver capítulo 5).



## 4.2 Técnicas de Medición

### Medición con el Comparador.

Antes de comenzar a medir, el reloj comparador debe ser calibrado, es decir, hay que ponerlo a cero utilizando bloques patrones (ver capítulo 5). Para realizar las mediciones el palpador debe incidir perpendicularmente en la superficie de la pieza cuya magnitud debe ser medida.

Supongamos que queremos medir la longitud de un casquillo, empleando como patrón una pieza prismática. Las diferentes etapas del proceso de medición están mostradas en las imágenes que siguen.

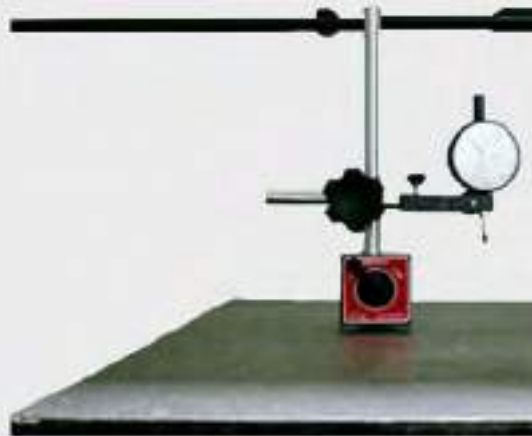
1

Identificar la cota a medir y su correspondiente tolerancia.



2

Colocar el comparador en el soporte elegido para esta medición.



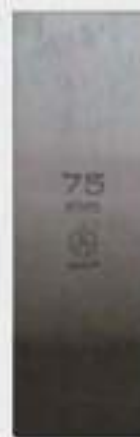
3

Elegir la punta de contacto.



4

Elegir el patrón con la dimensión más cercana al objeto a medir.



5

Ajustar el reloj mediante el bloque patrón (calibración) girando la escala (esfera) hasta que la aguja principal (la más grande) coincida con el "0" de la misma, fijándose amén del valor indicado por la aguja secundaria (la más pequeña).



6

Una vez hecha la operación anterior, sacar el patrón y colocar la pieza en el plano de apoyo.



La lectura que lee habrá que sumarla o restarla a la nominal (dimensión del patrón) en función del sentido de rotación de las agujas; si éste es en sentido horario hay que sumar, o sea la pieza mide más que el patrón. Si es antihorario hay que restar, o sea la pieza mide menos que el patrón.

En definitiva la medida (X) de la pieza será:

$$X = p \pm \left( n + \frac{a}{100} \right)$$

p, medida del patrón

n, número de vueltas de la aguja secundaria

a, lectura que indica la aguja primaria

## EJEMPLO



## Ejemplos de medidas

Se ha medido la altura de 4 piezas con este reloj comparador, interpretemos correctamente las lecturas tomadas. En este reloj, cuando el palpador se desplaza hacia arriba, la aguja principal gira en sentido horario y la secundaria en sentido anti-horario. Antes de realizar las mediciones, el reloj se ha puesto a 0 con una escala patrón de 20 mm ( $p=20$ ). En todas las mediciones el palpador se ha desplazado hacia arriba.

## Lectura 1

La aguja ha girado en sentido positivo, u horario, lo cual indica que el palpador se ha desplazado hacia arriba, con eso sabemos que la altura de la pieza es mayor que la del patrón. Entonces en la fórmula será:

$$X = p + n + \frac{a}{100}$$

**Aguja secundaria:** Ha girado 1 división entera, lo que es lo mismo que decir que la aguja principal ha dado 1 vuelta entera, lo cual equivale a un recorrido de 1 mm del palpador.

$$n = 1$$

**Aguja principal:** Se ha desplazado otras 77 divisiones, o sea 0,77 mm más.

$$a = 77$$

Así, nos queda que la altura de la pieza es de 20 mm, más 1,77 mm, que es lo que se ha desplazado el palpador.

$$\text{Total: } X = p + n + \frac{a}{100} = 21,77 \text{ mm}$$

## Lectura 2

La aguja ha girado en sentido positivo, u horario, lo cual indica que el palpador se ha desplazado hacia arriba, con eso sabemos que la altura de la pieza es mayor que la del patrón.

**Aguja secundaria:** No ha girado ninguna división entera, lo que es lo mismo que decir que la aguja principal no ha dado ninguna vuelta entera, lo cual equivale a un recorrido de 0 mm del palpador.

**Aguja principal:** Se ha desplazado otras 89 divisiones, o sea 0,89 mm más.

Así, nos queda que la altura de la pieza es de 20 mm, más 0,89 mm, que es lo que se ha desplazado el palpador.

$$\text{Total: } X = p + n + \frac{a}{100} = 20,89 \text{ mm}$$





### Lectura 3

La aguja ha girado en sentido positivo, u horario, lo cual indica que el palpador se ha desplazado hacia arriba, con eso sabemos que la altura de la pieza es mayor que la del patrón.

**Aguja secundaria:** Ha girado 2 divisiones enteras, lo que es lo mismo que decir que la aguja principal ha dado 2 vueltas enteras, lo cual equivale a un recorrido de 2 mm del palpador.

**Aguja principal:** Se ha desplazado otras 52 divisiones, o sea 0,52 mm más.

Así, nos queda que la altura de la pieza es de 20 mm, más 2,52 mm, que es lo que se ha desplazado el palpador.

Total : 22,52 mm.

### Lectura 4

En este caso:

p= 20

n=2

a=58

$$X = p + n + \frac{a}{100} = 20 + 2 + \frac{58}{100} = 22,58$$

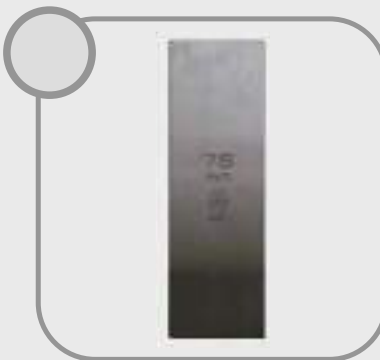
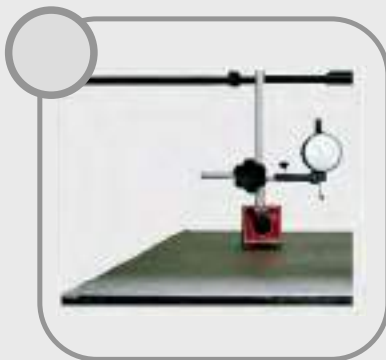
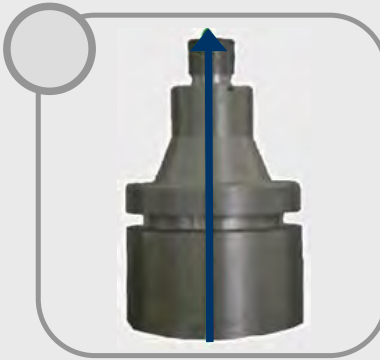


**ACTIVIDAD 5.**

Se han desarrollado las diferentes etapas del proceso de medición.



Por favor complete con el número correspondiente.



1. Se identifica la cota a medir y su correspondiente tolerancia.
2. Se coloca el comparador en el soporte elegido para esta medición.
3. Se elige la punta de contacto.
4. Se elige el patrón con la dimensión más cercana al objeto a medir.
5. Se ajusta el reloj mediante el bloque patrón (calibración) girando la escala (esfera) hasta que la aguja principal (la más grande) coincida con el "0" de la misma fijándose amén del valor indicado por la aguja secundaria (la mas pequeña).
6. Una vez hecha la operación anterior se saca el patrón y se coloca la pieza en el plano de apoyo.

**¡Felicitaciones!**

Usted ha finalizado el capítulo 4.

A continuación se desarrollará el capítulo Calibración de los Equipos de Medición.





# Calibración de los Equipos de Medición

## TEMAS DEL CAPÍTULO 5

---

### 5.1 Patrones de Medida

41

El comportamiento de los equipos de medición puede cambiar con el paso del tiempo gracias a la influencia ambiental, es decir, el desgaste natural, la sobrecarga o por un uso inapropiado. La exactitud de la medida dada por un equipo necesita ser comprobada ocasionalmente.



## 5.1 Patrones de Medida

Para poder comprobar la exactitud de la medida dada por un equipo, el valor de una cantidad medida por el equipo se comparará con el valor de la misma cantidad proporcionada por un patrón de medida. Este procedimiento se reconoce como calibración.

La comparación con patrones revela si la exactitud del equipo de medida está dentro de las tolerancias especificadas por el fabricante o dentro de los márgenes de error prescrito.

Especialistas en el área recomiendan realizar una recalibración a los equipos después de que el equipo haya sufrido un golpe, vibración o alguna manipulación incorrecta. En el caso que los instrumentos sean utilizados para medir tubos, hay que calibrar con una frecuencia bien definida. Los instrumentos usados para tareas de mantenimiento también tienen un control de frecuencia de calibración indicado por una etiqueta adherida al instrumento.

### EJEMPLO



Por ejemplo un tornillo micrométrico puede calibrarse por un conjunto de bloques calibradores estándar, y para calibrar un instrumento de peso se utiliza un conjunto de pesos estándar.

### Patrones de Medida.

Un patrón puede ser un instrumento de medida, una medida materializada, un material de referencia o un sistema de medida destinado a definir, realizar o reproducir una unidad o varios valores de magnitud para que sirvan de referencia.

A continuación se detallan algunos ejemplos de bloques patrones.

1

### Galgas-bloques

Las galgas-bloques constituyen la base de todo sistema de medida y determinan esencialmente la calidad del producto fabricado. Por eso, su calidad debe ser la más alta para que el producto pueda tener siempre la máxima precisión.

Las galgas-bloques responden a esta exigencia gracias a una selección cuidadosa de los materiales empleados y a los métodos más modernos de fabricación, garantizando:

- alta precisión
- planimetría perfecta
- paralelismo exacto
- superficies de medida lapeadas y pulidas
- adherencia total
- gran resistencia al desgaste
- gran constancia de medida

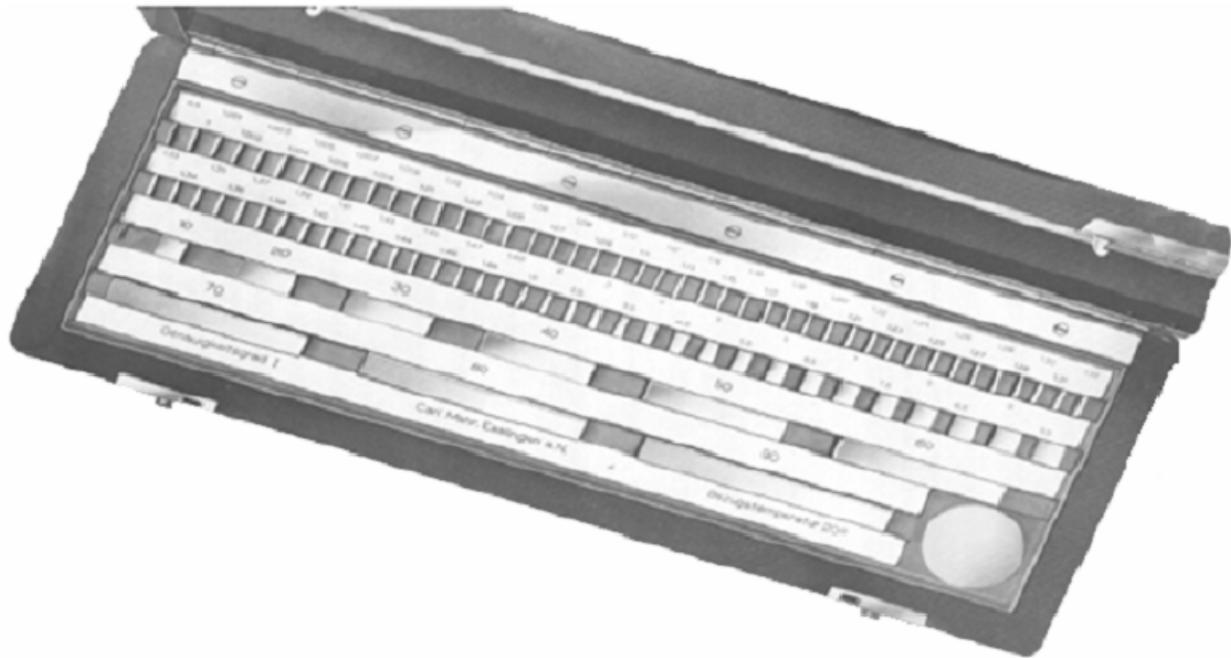


## 2

## Juegos de galgas-bloques

Los juegos de galgas-bloques se presentan generalmente en una caja de madera con separaciones grabadas numéricamente y un recipiente de vaselina (figura).

Hay juegos de galgas-bloques de 45, 86, 111 piezas de distintas dimensiones.



## 3

## Galgas-bloques de metal duro

Las galgas-bloques de metal duro garantizan una inalterabilidad absoluta frente al desgaste. Si las comparamos con las galgas-bloques normales podemos asegurar que su resistencia al desgaste es 50 veces mayor y por eso garantizan:

- la máxima resistencia al desgaste
  - una constancia de medida más larga
- Están fabricadas de metal duro especial inalterable y tienen el mismo paralelismo y lapeado de las galgas bloques anteriormente descritas. Las galgas-bloques de metal duro más utilizadas son las de hasta 5 mmde grosor.



#### 4 Galgas-patrón cilíndricas

Constituyen un elemento de colaboración de primaria importancia para determinar los diámetros de pequeños interiores, para el control de planimetría, del diámetro sobre flancos de roscas, de módulos de engranaje etc. Pueden emplearse solas o en combinación con galgas-bloques o con instrumentos de medida.



Diámetro =  $0,17 \div 1$  mm

Longitud = 25 mm

Diámetro =  $1 \div 3$  mm

Longitud = 25 mm

Diámetro =  $3 \div 6$  mm

Longitud = 32 mm

**ACTIVIDAD 6.**

En relación a los contenidos vistos le proponemos la siguiente actividad.



Por favor una con flechas los tipos de galgas con sus correspondientes características.

Galgas-patrón cilíndricas



Garantizan una inalterabilidad absoluta frente al desgaste.

Galgas-bloques de metal duro



Constituyen un elemento de colaboración de primaria importancia para determinar los diámetros de pequeños interiores, para el control de planimetría, del diámetro sobre flancos de roscas, de módulos de engranaje etc.

Juegos de galgas-bloques



Constituyen la base de todo sistema de medida y determinan esencialmente la calidad del producto fabricado.

Galgas-bloques



Se presentan generalmente en una caja de madera con separaciones grabadas numéricamente y recipiente de vaselina.

**¡Felicitaciones!**

Usted ha finalizado el capítulo 5.

A continuación se desarrollará el capítulo Mediciones Angulares.



# Mediciones Angulares

## TEMAS DEL CAPÍTULO 6

---

### 6.1 Goniómetro o Transportador Universal

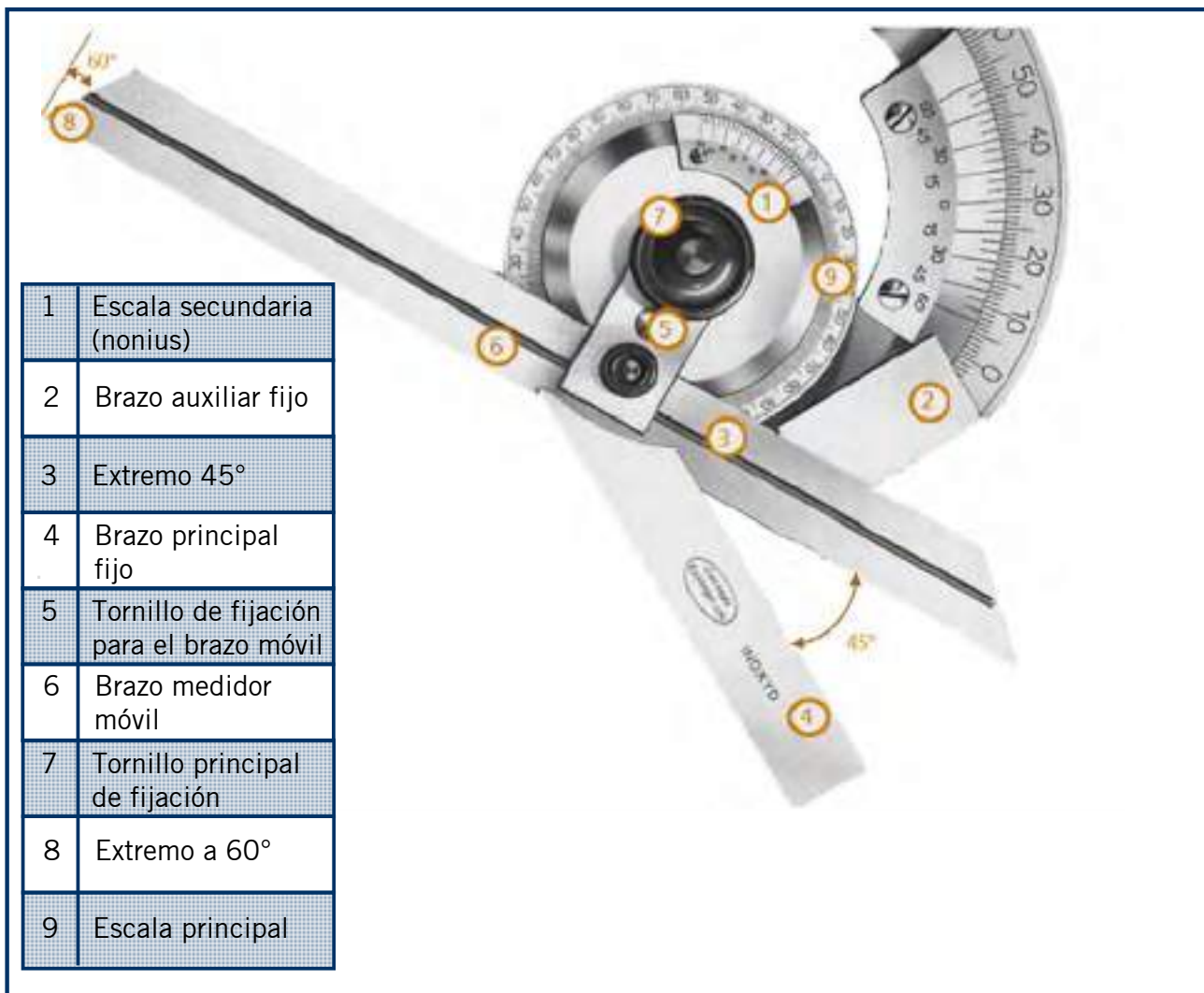
46

El goniómetro es un instrumento de medición directa que se utiliza para construir o medir ángulos.



## 6.1 Goniómetro o Transportador Universal

El Goniómetro permite medir ángulos. En la figura se muestran las partes constructivas de este instrumento:



La escala principal está dividida en 4 cuadrantes de 90°.



El brazo móvil se puede adaptar a cualquier ángulo.

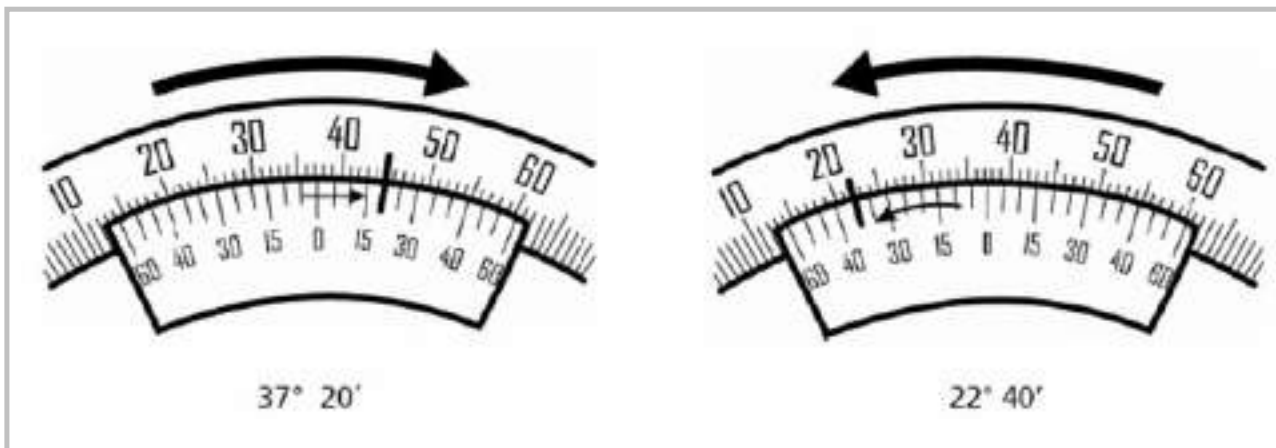


Gracias al nonio (escala auxiliar) se pueden leer las fracciones angulares de 5 minutos (apreciación).

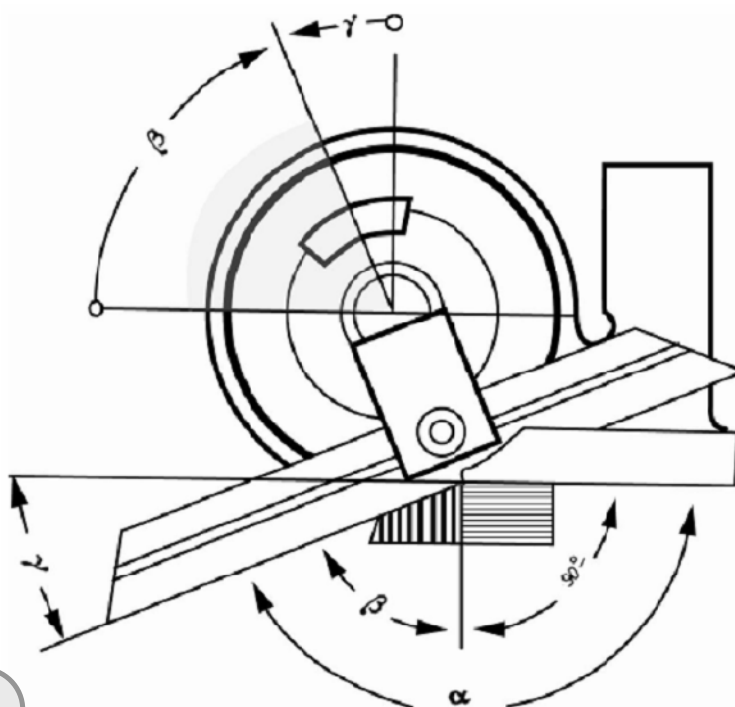


### Medición con el Goniómetro.

Al realizar una medición hay que tener en cuenta el sentido de la lectura y la posición inicial necesaria para hacer la medida. El sentido de la lectura puede ser tanto hacia la derecha como hacia la izquierda de la escala principal (escala fija). Por esta razón se necesitan 12 divisiones a la derecha y 12 a la izquierda del nonio (escala móvil). La forma de leer una medida es similar a otros instrumentos ya que buscamos los grados, observando el cero de la escala móvil y a continuación se busca, en caso de no coincidir el cero, una división de la escala móvil que coincida con una división de la escala fija (cada división de la escala móvil vale 5').



El goniómetro tiene dos posiciones cero, para las cuales, las superficies de medida del brazo móvil coinciden o quedan paralelas a las superficies de apoyo del brazo fijo y forman un ángulo de  $0^\circ$  y se usa para medir ángulos agudos (menores de  $90^\circ$ ). La segunda es la que inicia la medición a partir de  $90^\circ$ ; en este caso las lecturas se hacen en sentido inverso, a partir de  $90^\circ$ . Para medir ángulos obtusos (mayores de  $90^\circ$ ) se parte siempre de la posición inicial a  $90^\circ$ .



$\alpha = 90 + \beta$  (posición inicial  $90^\circ$ )  
girando a la derecha.

$\alpha = 180 - \gamma$  (posición inicial  $0^\circ$ )  
girando a la izquierda.



## ACTIVIDAD 7.



Coloque el número según corresponda para el goniómetro.



Extremo 45°

Extremo a 60°

Escala principal

Brazo principal fijo

Tornillo de fijación para el brazo móvil

Brazo medidor móvil

Tornillo principal de fijación

Brazo auxiliar fijo

Escala secundaria (nonius)

### ¡Felicitaciones!

Usted ha finalizado el capítulo 6.

Ha finalizado el curso Instrumentos de Medición Mecánica.



Manual de Contenido  
del Participante

# Soldadura de arco eléctrico e Inspección



TX-TSP-0001

ESPAÑOL

## Propósito y Objetivos de este Manual

Este documento tiene el propósito de favorecer la comprensión de las características básicas de la soldadura por arco eléctrico con electrodo revestido y de nivelar conocimientos acerca de las operaciones fundamentales para su manejo.

Los objetivos de este manual se orientan al cumplimiento de los siguientes puntos:



Utilizar el equipo de soldadura por arco eléctrico.



Aplicar distintas técnicas para inspeccionar soldaduras.



Realizar soldaduras entre elementos planos de diversos espesores y en tuberías de distintos diámetros, en posiciones varias, utilizando electrodos adecuados en cada caso.

Es importante comprender las consecuencias que el desconocimiento de los conceptos y principios explicados en este manual puede ocasionar en el ambiente, seguridad y salud ocupacional y en la calidad del producto final.

# Cómo Utilizar este Manual

Este manual presenta los contenidos que Ternium considera fundamentales para los procesos de soldadura por arco eléctrico con electrodo revestido que se realizan en la planta y en el taller.

En el primer capítulo se explican los principios básicos de la soldadura por arco eléctrico y se presenta el equipo necesario para realizar la tarea.

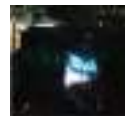
En el segundo capítulo se detallan los pasos para la operación del arco eléctrico y se desarrollan recomendaciones y técnicas necesarias para su uso.

En el último capítulo se explican diferentes métodos de inspección y control de este tipo de soldaduras



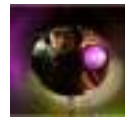
**CAPÍTULO 1** 5  
Introducción a la soldadura por arco eléctrico

---



**CAPÍTULO 2** 26  
Soldar con arco eléctrico

---



**CAPÍTULO 3** 60  
Inspección y control de soldaduras

---

El manual contiene pequeñas figuras que se repiten en todos los capítulos y que son una forma de organización de la información para hacer más fácil y dinámica la lectura. Estas figuras se denominan íconos.

A continuación hay una descripción de la utilización de cada ícono, es decir en qué oportunidad aparecen:



### GLOSARIO

Explica términos y siglas.



### RECUERDE

Refuerza un concepto ya mencionado en el texto del manual.



### ANEXO

Profundiza conceptos.



### MANTENIMIENTO

Resalta procedimientos necesarios de mantenimiento.



### PREGUNTAS

Presenta preguntas disparadoras.



### ATENCIÓN

Destaca conceptos importantes.



### EJEMPLO

Ilustra con situaciones reales los temas tratados.



### ACTIVIDAD

Señala el comienzo de un ejercicio que le permitirá reforzar lo aprendido.



### EXAMEN FINAL

Señala el comienzo de la evaluación final.



### FIN DE CAPÍTULO

Señala la finalización del capítulo.



### FIN DE MANUAL

Señala la finalización del manual.

# Introducción a la soldadura por arco eléctrico

## TEMAS DEL CAPÍTULO 1

---

|   |    |
|---|----|
| 1.1 Aplicación de la soldadura por arco eléctrico | 6  |
| 1.2 Cómo funciona la soldadura por arco eléctrico | 7  |
| 1.3 El equipo de soldadura                        | 11 |

Este capítulo explica la utilidad del arco eléctrico y cómo funciona, y presenta el equipo necesario para su uso.



## 1.1 Aplicación de la soldadura por arco eléctrico

Se explica la utilidad del proceso de soldadura por arco eléctrico en el trabajo de la planta.

La soldadura por arco eléctrico se emplea en todos y cada uno de los sectores de planta, acorde a las necesidades que surjan.

Se utiliza en la unión de piezas de carpintería metálica, empalmes de tubos, rellenos de piezas para luego ser maquinadas, en la construcción de soportes, bandejas y escuadras para el tendido de líneas de tubos para aire comprimido, para soldar una brida en un extremo de un tubo, soldar peldaños de una escalera de hierro, una baranda de contención, además para la reparación de estructuras de máquinas, reparación de bases, etc.

En este proceso, la fusión de los bordes de los metales a unir se obtiene por efecto del calor generado por el arco eléctrico, entre la pieza a ser soldada y la extremidad del electrodo, que también provee el metal de adición.

El proceso de soldadura por arco eléctrico con electrodo revestido es de todos los procesos de soldadura el de mayor difusión y aplicación.

Más allá del avance de los procesos automáticos o semi-automáticos hoy en día se continúa utilizando el electrodo revestido. Como se verá más adelante, la soldadura por arco eléctrico también puede realizarse con electrodos desnudos, aunque estos han quedado en desuso.



## 1.2 Cómo funciona la soldadura por arco eléctrico

Se presentan los principios del proceso de soldadura por arco eléctrico, la diferencia entre los electrodos desnudos y los revestidos, y los elementos y funciones de este último.

Principios del proceso y elementos.

La soldadura por arco comprende diversos procedimientos que utilizan el calor generado para fundir tanto el metal a unir como el material de aporte. De los diferentes tipos de procedimiento de soldadura, como ya se ha dicho, el de la soldadura con electrodo revestido es el que tuvo la mayor difusión en el campo industrial.

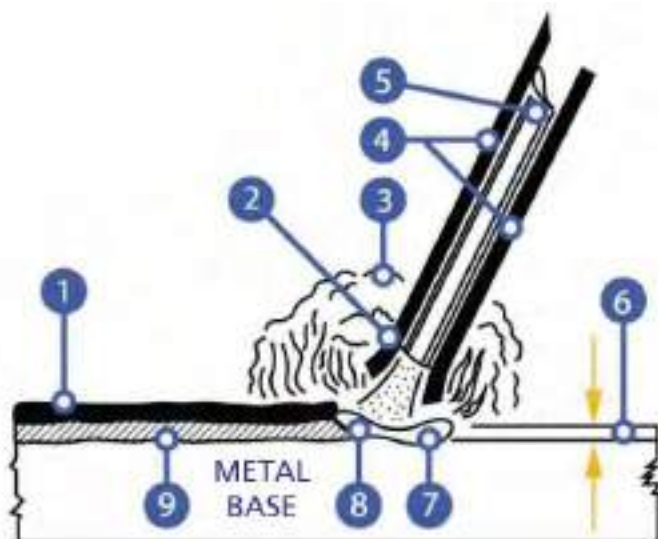
En dicho caso el material de aporte se obtiene por la fusión del alambre o núcleo metálico que integra el electrodo revestido, dentro de una atmósfera gaseosa protectora generada por la quema de los elementos que integran el revestimiento.

Internacionalmente, el proceso de soldadura por arco con electrodo revestido se conoce con la sigla en ingles de SMAW (Shielded Metal Arc Welding = Soldadura por arco metálico protegido).

### Obtención del material de aporte por fusión de núcleo metálico

#### Referencias

1. Línea de flotación de escoria
2. Vaina proyectora
3. Atmósfera gaseosa protectora
4. Recubrimiento protector
5. Núcleo metálico del electrodo
6. Penetración
7. Cráter
8. Metal soldado derretido
9. Depósito de soldado





## Los electrodos.

Para la soldadura por arco es necesario generar un arco eléctrico entre la varilla/electrodo y las piezas a unir. Esta varilla/electrodo debe cumplir la doble misión de conductor de la energía eléctrica y de metal de aporte.

### a. Electrodo desnudos

A pesar de tener una composición química definida, tienen varios inconvenientes que, sumados a los avances técnicos, han llevado a que hoy en día ya no sean utilizados.

- Dada la dificultad en la alimentación y estabilidad del arco eléctrico, se utilizan únicamente con corriente continua.
- Al no contar con una atmósfera protectora generada por los gases provenientes de la quema del revestimiento se favorece la absorción de gases, por ejemplo, Hidrógeno (H), Oxígeno (O) y Nitrógeno (N).
- Facilita la pérdida por oxidación de los elementos que componen el metal a soldar.
- Al formar compuestos como nitruro de hierro ( $Fe_4N$ ) se disminuye considerablemente la capacidad de deformación y aumenta la dureza del metal soldado.

### b. Electrodo revestidos

Estos electrodos están constituidos por un núcleo metálico (el alambre) y una pasta o revestimiento de composición muy variable, acorde al tipo.

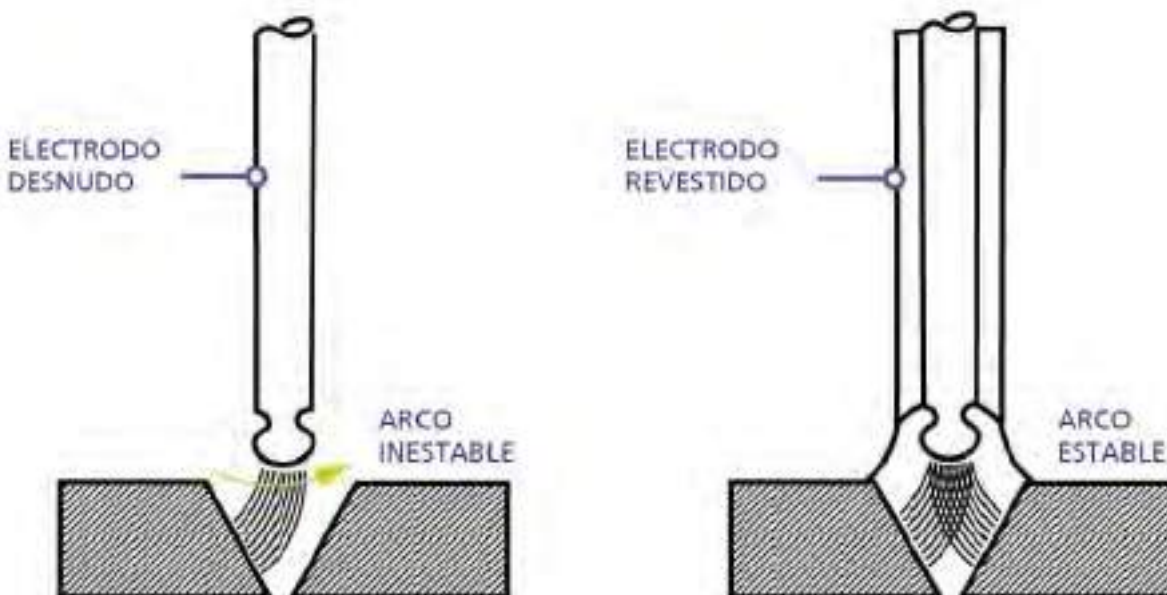
El alambre utilizado para la fabricación de los electrodos proviene de un acero con bajo contenido de carbono. La elección de los alambres para la fabricación de los electrodos se realiza a través de un análisis químico, buscando que la composición corresponda aproximadamente a un acero tipo 1006/1010 de la norma SAE.

Como ya se dijo al principio, el electrodo revestido está compuesto por dos partes: una metálica (el alma) y el revestimiento, que presenta la forma de una pasta. El alma es común a los diferentes tipos de electrodos revestidos, tanto para los de soldadura de aceros al carbono o de baja aleación, como para los inoxidables sintéticos y los de recargue duro.

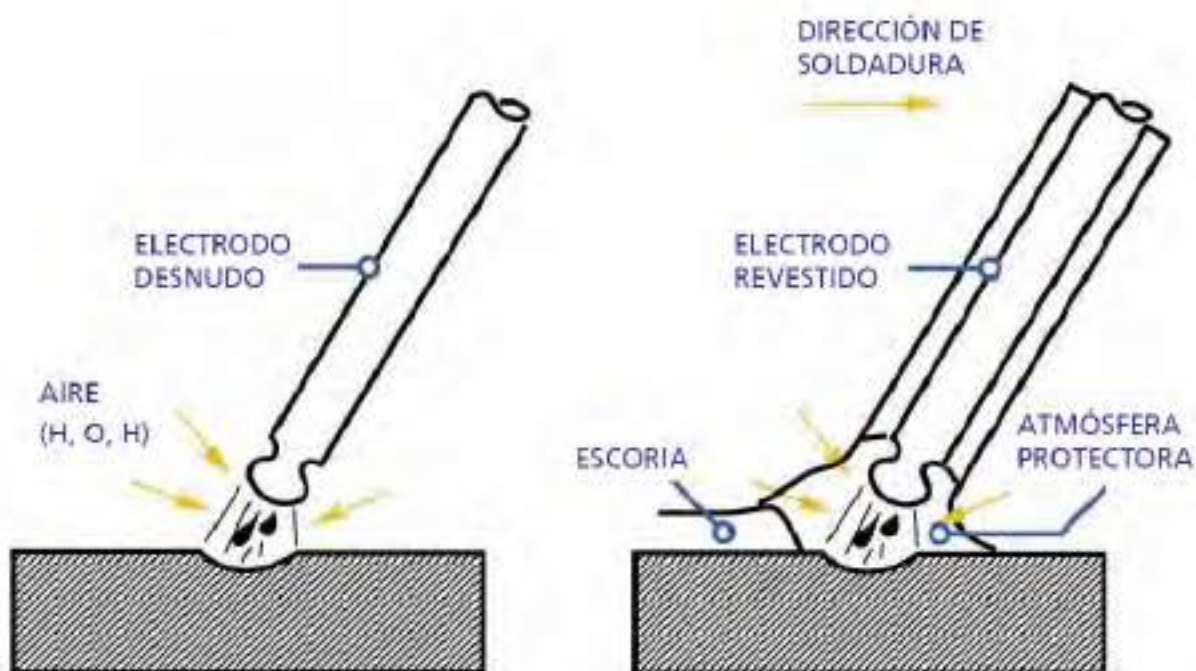
En estos casos los elementos de aleación se acrecientan en el revestimiento. En el caso de electrodos para acero inoxidable natural, por ejemplo, se utilizan alambres aleados. En el revestimiento están contenidos los elementos para la estabilidad del arco, formación de escorias, desoxidantes y de aporte de elementos de aleación.

Para la fabricación de los electrodos, primero se mezclan en seco los diferentes elementos que componen el revestimiento. A continuación se agrega el aglomerante para formar una masa que será remitida a las prensas, donde es prensada en torno de un alambre (enderezado y cortado), constituyéndose así en un electrodo revestido. Posteriormente, se procederá al secado a temperaturas que varían de acuerdo con el tipo de electrodo.

Comparación de la estabilidad del arco eléctrico entre un electrodo desnudo y uno revestido.



Atmósfera protectora del electrodo revestido.



## Funciones del revestimiento.

El revestimiento del electrodo, además de proveer estabilidad en el proceso de soldadura por arco eléctrico, cumple tres funciones básicas:

- a. Función eléctrica
- b. Función física
- c. Función metalúrgica

A continuación se presenta cada una de ellas.

### a. Función eléctrica

Los electrodos de las normas A.W.S. E- 6010 ó I.S.O. / E.N. E 43 5 C 50, de revestimiento "celulósico sódico", tienen un arco de fuerte penetración con transferencia en forma de pequeñísimas gotas ("spray") de metal fundido, realizada a alta velocidad entre la punta del electrodo y el metal a soldar.

Este tipo de transferencia confiere al arco la particularidad de mantener su estabilidad a pesar de las fuertes variaciones de distancia. Se emplean solamente en corriente continua con polaridad invertida, es decir, conectando la pinza porta-electrodos al polo positivo. Su uso en corriente alterna no es posible, pues el arco se extingue con facilidad. Para conseguir estabilizar el arco en la corriente alterna se recurre a los revestimientos aglomerados, por ejemplo los celulósicos potásicos, donde el arco es capaz de establecerse instantáneamente.

### b. Función física

Una de las funciones físicas del revestimiento es la de formar humos más densos que el aire para proteger de la contaminación por los gases atmosféricos al metal en transferencia (gotas) durante la soldadura y la pileta de metal fundido.

Otra de las funciones es la de contribuir en la transferencia de las gotas de metal fundido en determinadas posiciones, contrarias a la ley de gravedad. Por ejemplo, la posición horizontal en pared vertical, la vertical propiamente dicha y la sobre cabeza. La ejecución de la soldadura en cualquiera de esas posiciones no podría ser realizada a no ser que la gota de metal fundido fuese transportada mediante los gases producidos por el revestimiento.

Una función física adicional del revestimiento es la de formar escorias de viscosidad elevada, en las proximidades de la temperatura de fusión, que cubran el material depositado. De esta forma se da protección total al metal recientemente fundido y durante el tiempo de solidificación, además de dar sustentación a los cordones de soldadura depositados en posición vertical o sobre cabeza.

### c. Función metalúrgica

La función metalúrgica del revestimiento consiste en aportar elementos reductores de impurezas y otros elementos útiles, que se agregan al metal fundido a fin de mejorar las características mecánicas y/o químicas del metal depositado.

La escoria formada trabaja protegiendo el metal líquido del contacto del aire desprendiendo gases (por ejemplo hidrógeno), eliminando o reduciendo el contenido de impurezas, o ejerciendo todas estas funciones al mismo tiempo.

## 1.3 El equipo de soldadura

Se presentan los componentes del equipo de soldadura por arco eléctrico, así como el equipo de protección necesario para su utilización.

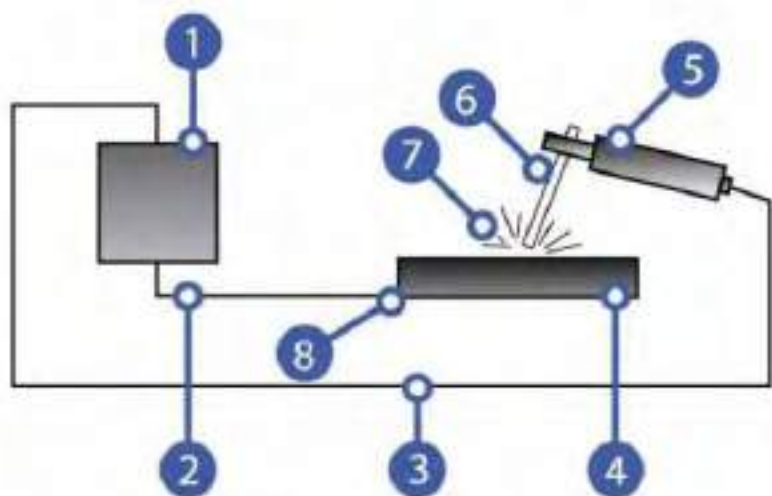
Composición del equipo.

El equipo de soldadura es muy sencillo: está compuesto por una fuente de energía, la pinza porta electrodo, la conexión de masa o tierra y los cables de conexión. Estos componentes se pueden apreciar en la siguiente figura y serán detallados a continuación.

### Componentes del equipo de soldadura

#### Referencias

1. Fuente de energía
2. Cable de tierra o masa
3. Cable del electrodo
4. Pieza soldada
5. Pinza porta-electrodo
6. Electrodo
7. Arco
8. Pinza de masa



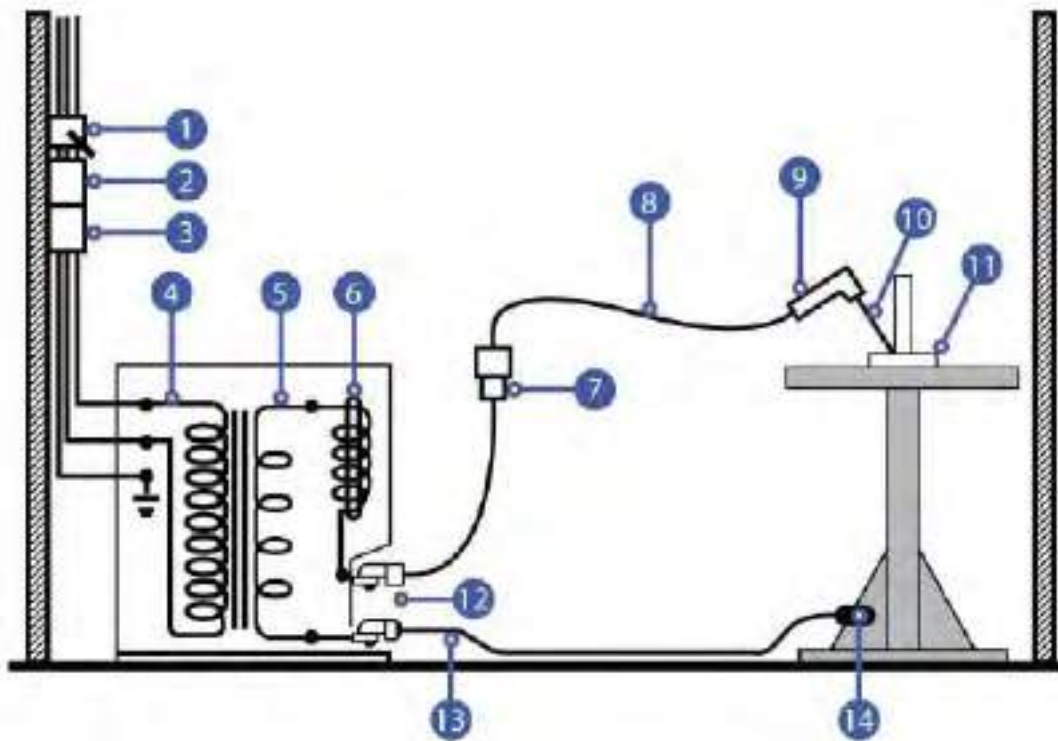
Nos detendremos en el abordaje de:

- I. Fuente de energía.
- II. Pinza porta electrodo.
- III. Pinza de masa.

## I. Fuente de energía.

La fuente de energía, que se muestra en forma esquemática en la siguiente figura, debe ofrecer para su correcto funcionamiento una característica de voltaje variable e intensidad constante, de modo tal que la corriente de soldadura se vea poco afectada por las variaciones en la longitud del arco.

### Fuente de energía



#### Referencias

- |                        |                             |
|------------------------|-----------------------------|
| 1. Interruptor         | 7. Conector aislado         |
| 2. Toma de corriente   | 8. Cable del electrodo      |
| 3. Enchufe             | 9. Pinza porta-electrodo    |
| 4. Bobinado primario   | 10. Electrodo               |
| 5. Bobinado secundario | 11. Pieza                   |
| 6. Bobinado impedancia | 12. Borne de conexión       |
|                        | 13. Cable de toma de tierra |
|                        | 14. Pinza de masa           |

Las líneas de máquinas de corriente alterna, aptas para la soldadura con los clásicos electrodos 6013 (punta azul), poseen un amplio margen de regulación de corriente logrado por un sistema de variación magnética.

Para la soldadura con corriente continua se utilizan fuentes rectificadoras o generadores, mientras que para la soldadura con corriente alterna se utilizan transformadores.

Para la selección de la fuente de energía adecuada se deberá tener en cuenta el electrodo que se va a emplear, de forma que pueda suministrar el tipo de corriente continua (CC) o alterna (CA), rango de intensidades y tensión de vacío que se requiera.

## Fuentes de energía



## Fuentes de energía



Las máquinas de corriente continua son apropiadas para uso industrial por su capacidad de trabajo y por permitir la soldadura con cualquier tipo de electrodo y posición.

Dado su porte, estas máquinas están dotadas de ruedas que facilitan su desplazamiento, de ganchos para eslingado y un eficaz sistema de ventilación forzada para mantener el control de los parámetros térmicos.



## II. Pinza porta electrodo.

La pinza porta electrodo tiene la misión de conducir la corriente al electrodo y sujetarlo para evitar un sobrecalentamiento en las mordazas, que deben mantenerse siempre en perfecto estado. Un sobrecalentamiento se traduciría en una disminución de la calidad de la soldadura y dificultaría su ejecución.

### Pinza porta electrodo



### ATENCIÓN



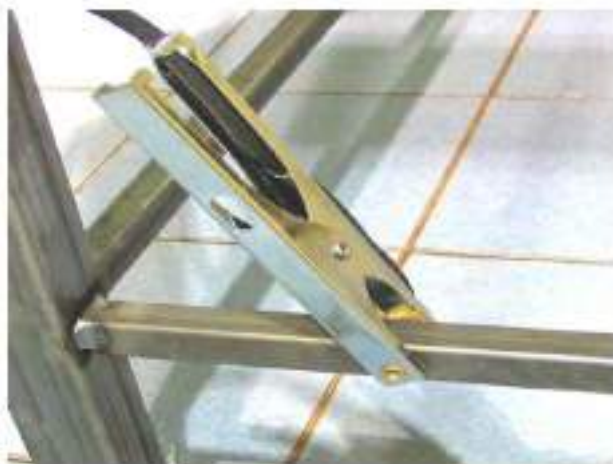
Se debe seleccionar siempre el porta electrodo adecuado para el diámetro del electrodo que se vaya a utilizar.

## III. Pinza de masa.

La conexión correcta del cable y la colocación de la pinza de masa son de mucha importancia en la soldadura con corriente continua. La ubicación incorrecta de la pinza puede provocar dificultad en el control del arco y un cable mal sujetado no proporcionará un contacto eléctrico consistente. La conexión se calentará y ello puede producir una interrupción en el circuito y la extinción del arco.

Un posible forma de colocar la masa es en la mesa de trabajo. Si la mesa no es metálica se deberá colocar directamente en una de las piezas a soldar, asegurándose de que el punto de contacto sea el conveniente.

### Pinza de masa



### El arco eléctrico.

El arco eléctrico se conforma por efecto del pasaje de la corriente eléctrica por una masa gaseosa de volumen reducido. De esta forma, se genera el calor necesario para soldar, además de una elevada intensidad luminosa.

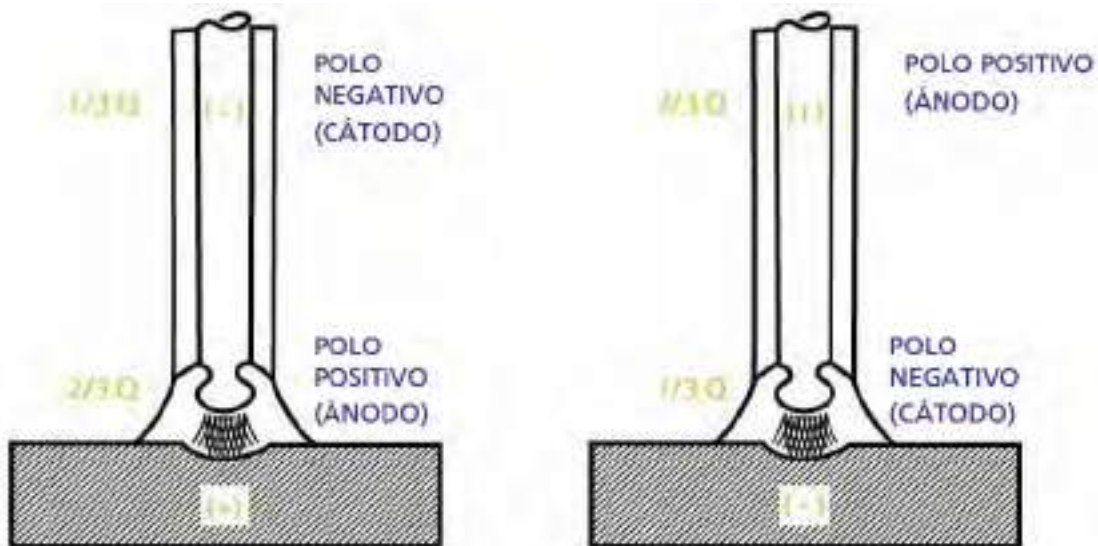
En el arco de corriente continua el flujo de electrones se produce en una dirección: desde el polo negativo (cátodo) hacia el polo positivo (ánodo). No obstante, en la soldadura con corriente continua se puede cambiar la dirección de los electrones simplemente invirtiendo los cables en los terminales situados en la fuente de energía. Las diferentes posiciones de las conexiones a los terminales indican el flujo de los electrones entre el electrodo y la pieza.

### Soldadura con arco eléctrico





## Inversión de cables en terminales de fuente de energía con CC

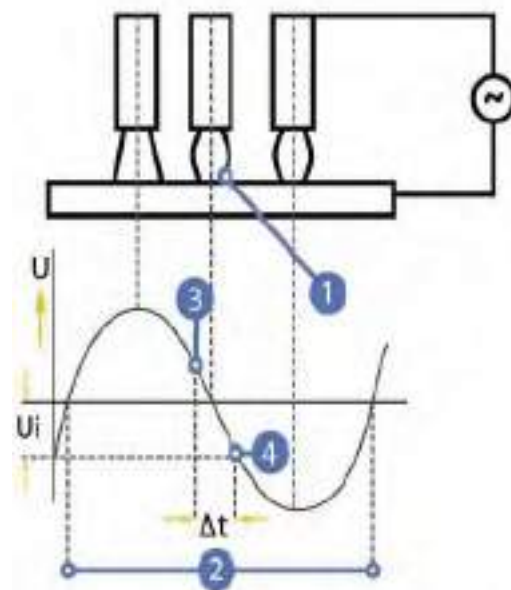


Dos terceras partes del calor se generan en el polo positivo, mientras que la parte restante (1/3) se ubica en el polo negativo. Como resultado, un electrodo que se conecte al polo positivo se quemará aproximadamente 50% más rápido que el conectado con el polo negativo. El conocimiento acerca de este fenómeno puede ser útil para obtener la penetración deseada del cordón de soldadura.

- Si se conecta el electrodo al polo negativo la penetración será mayor debido a que la mayor parte del calor se concentra en la pieza, y el electrodo se quemará más lentamente.
- En caso de que el electrodo fuese conectado al polo positivo ocurrirá todo lo contrario.

En el arco con corriente alterna los fenómenos son mucho más complejos que los de corriente continua, debido a que en la corriente alterna no existe un polo determinado. En este caso el electrodo y la pieza a soldar intercambian su polaridad, es decir, polo (+) alternándose con el polo (-).

## Soldadura con arco eléctrico



## Referencias

1. Gas ionizado
  2. Un ciclo (período)
  3. Punto de extinción del arco
  4. Punto de encendido del arco
- Δt: Tiempo de arco apagado  
Ui: Voltaje encendido

### Selección del tipo de corriente.

La soldadura por arco con electrodos revestidos se puede realizar tanto con corriente alterna como con corriente continua. La elección dependerá del tipo de fuente de energía disponible, del electrodo a utilizar y del material base. En la tabla siguiente se indica la corriente más adecuada en función de una serie de parámetros.

| PARÁMETROS   | CORRIENTE CONTINUA   | CORRIENTE ALTERNA  |
|--|--|--|
| Soldadura a gran distancia de la fuente de energía.  | No muy recomendado.  | Preferible.  |
| Soldadura con electrodo de diámetro pequeño (requiere bajo amperaje).  | Resulta mas fácil.   | Hay que actuar con precaución pues se puede deteriorar el material debido a la dificultad de encendido del arco.   |
| Cebado o encendido del arco.   | Resulta mas fácil.   | Es más difícil sobre todo cuando se emplean electrodos de diámetro más fino.   |
| Mantenimiento del arco.  | Más fácil por su mayor estabilidad.  | Más difícil, salvo cuando se emplean electrodos de gran diámetro.  |
| Soplo magnético.   | Puede resultar en un problema cuando se sueldan materiales ferromagnéticos.                                      | No presenta problemas.   |
| Posición de la soldadura.  | Buen resultado sobre todo en las posiciones vertical y sobre cabeza, porque deben utilizarse bajas intensidades. | Utilizando electrodos adecuados se puede soldar en cualquier posición.   |
| Tipo de electrodo.   | Se puede emplear cualquier tipo de electrodo.  | No es apta para utilizar con todos los tipos de electrodos. El revestimiento debe contener sustancias que reestablezcan el arco.                             |
| Espesor de la pieza.   | Es preferible para espesores finos.  | Se prefiere para espesores gruesos ya que se puede utilizar un electrodo de mayor diámetro y mayor intensidad, con lo que se consiguen mejores rendimientos. |
| Salpicadura.   | Poco frecuentes.   | Más frecuentes.  |
| Soldadura utilizando longitudes de arco pequeñas (importante con algún tipo de electrodos, especialmente los básicos). | La soldadura resulta más fácil.  | No es muy recomendable.  |
| Polaridad.   | Posibilidad de elección de la polaridad en función del material a soldar y el electrodo a emplear.               | No hay polaridad.  |

En el comportamiento de una corriente eléctrica de soldadura se distinguen tres tipos de tensiones:

- Tensión en vacío:** es la tensión antes de iniciar el arco (60 a 70 V aproximadamente).
- Tensión de cebado:** es la tensión en el momento de iniciar el arco (mínima).
- Tensión de trabajo:** es la tensión durante la soldadura (30 V aproximadamente).

En la soldadura con corriente alterna puede regularse solamente la intensidad de corriente (amperaje) requerida, mientras que para la soldadura con corriente continua hay aparatos que permiten regular también la tensión. Por otro lado, con corriente continua es posible cambiar el sentido de circulación de la corriente (polaridad).

Para calcular la intensidad normal de un electrodo se toma como base 35 A por cada milímetro de espesor del núcleo.

#### EJEMPLO



Para un electrodo de 4 mm de diámetro la intensidad normal sería:

$$I = 4 \text{ mm} \times 35 \text{ A/mm} = 140 \text{ A}$$

Los valores más comunes de intensidad y su correspondientes tensión se presentan en la tabla siguiente:

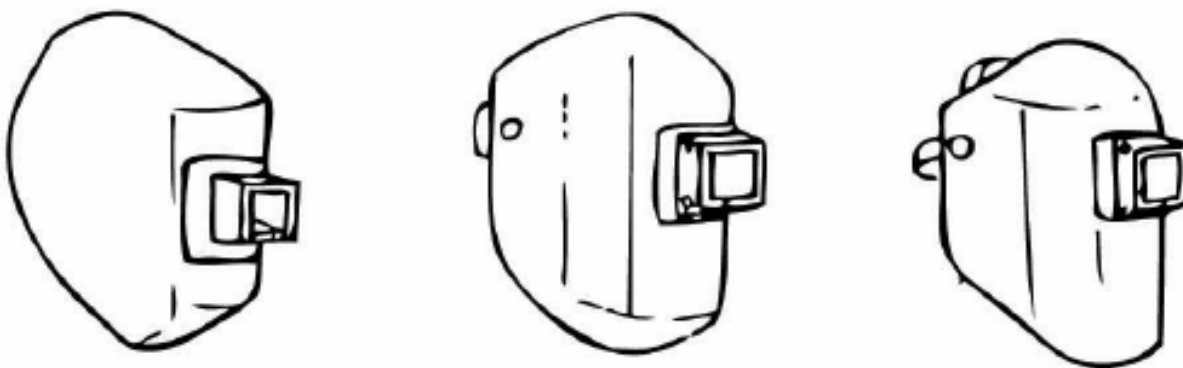
| DIÁMETRO DEL ELECTRODO (mm) | INTENSIDAD APROXIMADA (A) | TENSIÓN APROXIMADA (V) |
|-----------------------------|---------------------------|------------------------|
| 1                           | 35                        | 18                     |
| 2                           | 70                        | 19 a 21                |
| 3                           | 105                       | 22 a 25                |
| 4                           | 140                       | 26 a 28                |
| 5                           | 175                       | 29 a 30                |
| 6                           | 210                       | 31 a 36                |

El equipo de protección.

La máscara de protección.

Esta máscara está hecha de fibra de vidrio o fibra prensada y tiene una mirilla en la cual se coloca un vidrio neutralizador, que a su vez está protegido por vidrios transparentes. Se usa para resguardar los ojos y para evitar quemaduras en la cara.

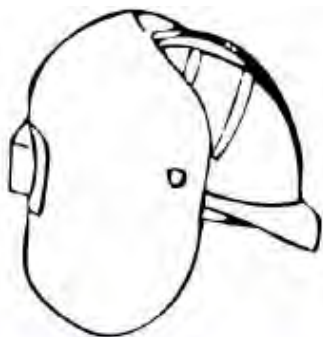
#### Mascara de protección



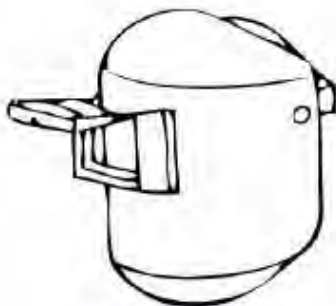
Existen diferentes diseños de máscaras para soldar. Hay máscaras combinadas con un casco de seguridad para realizar trabajos en construcciones y con adaptación para proteger la vista cuando haya que limpiar la escoria.

Las pantallas de mano tienen aplicación en trabajos de armado y punteado por soldadura. Su uso no es conveniente en trabajos de altura o donde el operario requiera la sujeción de piezas o herramientas.

#### Diseños de máscaras para soldar



COMBINADA CON CASCO  
DE SEGURIDAD



CON ADAPTACIÓN PARA  
PROTEGER VISTA



PANTALLA DE MANO

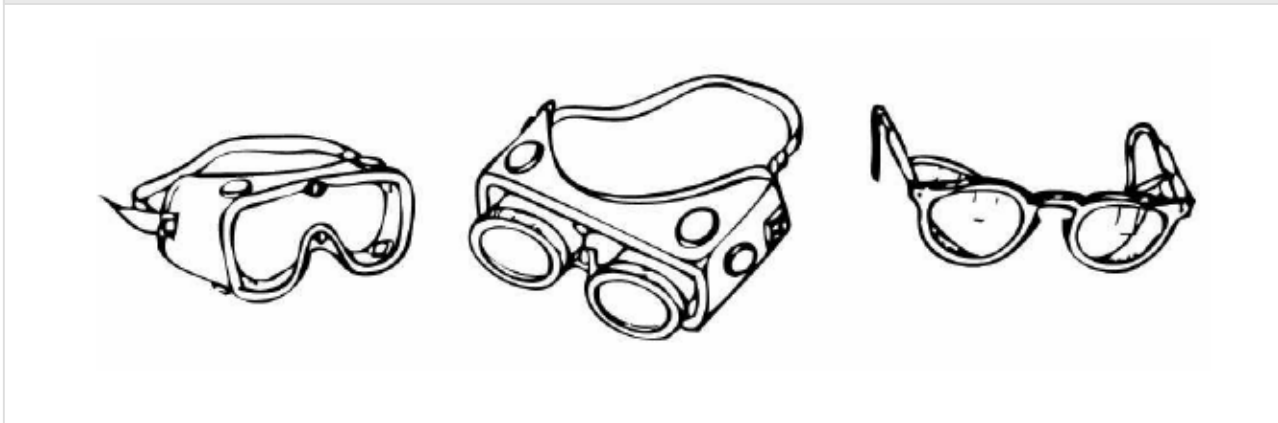
A continuación se lista, a modo de sugerencia, una guía para utilizar cristales oscuros.

| TIPO DE SOLDADURA                    | NÚMERO SOMBRA |
|--------------------------------------|---------------|
| Corte con oxígeno-acetileno          | 6             |
| Soldadura autógena                   | 6             |
| Soldadura eléctrica convencional     | 10-11-12      |
| Soldadura eléctrica TIG (no ferroso) | 11            |
| Soldadura eléctrica TIG (ferroso)    | 12            |
| Soldadura con arco de carbón         | 14            |

Las lentes de seguridad.

Las lentes de seguridad se utilizan para preservar los ojos cuando se realizan labores de limpieza, esmerilado, torneado, rectificado, soldadura u otra operación que requiera la protección de la vista. Existen variados tipos de lentes.

#### Diseños de lentes de seguridad



Generalmente, el cuerpo del lente está constituido por plástico o metal y es posible el cambio del vidrio o plástico transparente cuando se deteriora.

Las lentes de protección deben ser de fácil colocación, resistentes y adaptables a la configuración de la cara.

### Lentes de protección tipo máscara

Existen también lentes de protección en forma de máscara, que además de los ojos también protege la cara.

Esta máscara debe ajustarse a la cabeza con firmeza para evitar su caída.



### Recomendaciones para la utilización de lentes de seguridad.

En primer lugar, siempre limpie las lentes antes de usarlas para obtener mejor visibilidad.

Debe evitar exponerse sin equipo de seguridad a los diferentes tipos de rayos, ya que pueden producir afecciones de distinto grado y en relación con la exposición a:

- Rayos luminosos: encandilamiento.
- Rayos infrarrojos: quemaduras en la piel.
- Rayos ultravioletas: quemaduras de piel y ojos.

A continuación se mencionan algunos ejemplos sobre cómo prevenir situaciones que se pueden presentar al momento de ejecutar este tipo de tareas.

### Radiaciones ultravioleta y luminosas.

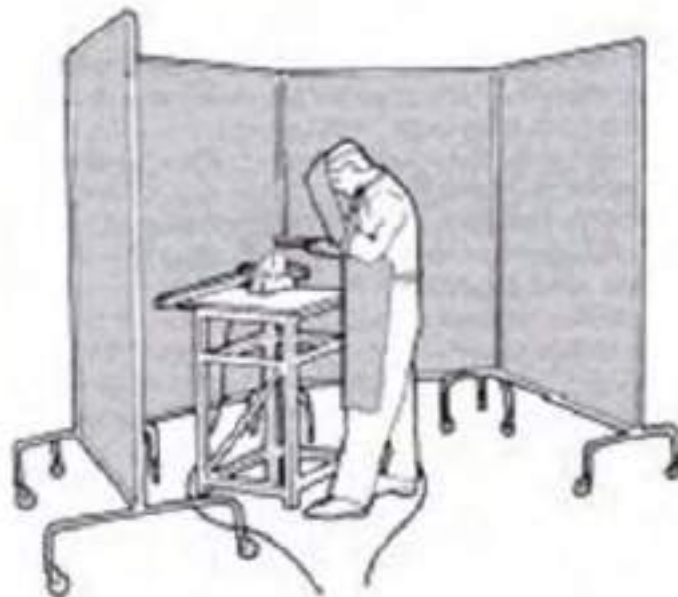
Para proteger a los operarios que se encuentran en las cercanías se deben utilizar mamparas de separación de puestos de trabajo. El material de las mamparas debe ser opaco o translúcido robusto, y la parte inferior debe estar al menos a 50 cm del suelo para facilitar la ventilación.

### ATENCIÓN

Para advertir al resto de los trabajadores se debe señalizar el área con el aviso “zona de soldadura”.



### Mampara de separación



#### Proyecciones y quemaduras.

En estos casos, deben emplearse mamparas metálicas de separación de puestos de trabajo y el soldador debe utilizar máscara de protección. El filtro de cristal inactínico debe ser protegido colocando en su parte anterior un cristal blanco.

#### Exposición a humos y gases.

Como medida de protección contra la exposición a humos y gases se debe instalar un sistema de extracción localizada por aspiración, el cual extrae los vapores en su origen. Al respecto, cabe marcar dos cuestiones:

- En primer lugar, se deben instalar las aberturas de extracción lo más cerca posible del lugar de soldadura.
- En segundo, evacuar el aire contaminado hacia zonas donde no pueda contaminar el aire limpio que entra en la zona de operación.

Aquí se describen dos formas de instalar sistemas de extracción localizada: la campana móvil y la mesa con aspiración descendente.



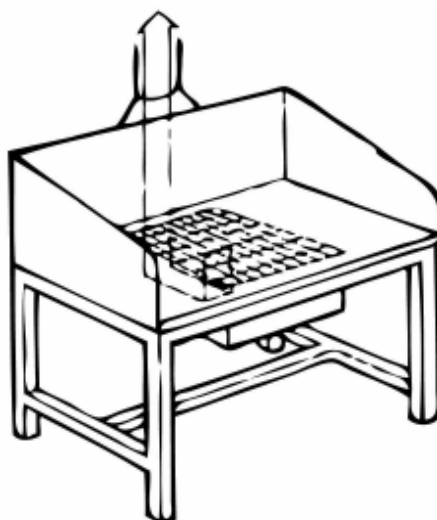
La campana móvil es un sistema de aspiración mediante conductos flexibles, que hace circular el aire sobre la zona de soldadura a una velocidad de al menos 0,5 m/s. Para garantizar un buen resultado es muy importante situar el conducto lo más cerca posible de la zona de trabajo.

#### Sistema de extracción por campana móvil



La mesa con aspiración descendente consiste en una mesa con una parrilla en la parte superior. El aire es aspirado hacia abajo, a través de la parrilla, hacia el conducto de evacuación. La velocidad del aire debe ser suficiente para que los vapores y los gases no contaminen el aire respirado. En este sistema, es clave el tamaño de las piezas, ya que no deben cubrir completamente el conducto puesto que ello impediría el efecto de extracción.

#### Sistema de extracción mediante banco con aspiración descendente



**ACTIVIDAD 1.**

Conocer el funcionamiento de la soldadura por arco eléctrico y el equipo necesario para realizarlas es fundamental para su operación.



Lea cada una de las siguientes afirmaciones e indique si es Verdadera o Falsa.

|  | FALSO                    | VERDADERO                |
|--|--------------------------|--------------------------|
| <b>1</b> Uno de los inconvenientes de los electrodos revestidos es que, dada la dificultad en la alimentación y en la estabilidad del arco eléctrico, se utilizan únicamente con corriente continua. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>2</b> Un electrodo desnudo está compuesto por dos partes: una metálica (el alma) y el revestimiento, que presenta la forma de una pasta.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>3</b> La fuente de energía debe ofrecer para su correcto funcionamiento una característica de voltaje e intensidad constante.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>4</b> La pinza de masa tiene la función de conducir la corriente al electrodo y sujetarlo para evitar un sobrecalentamiento en las mordazas, que deben siempre mantenerse en perfecto estado.     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

**ACTIVIDAD 2.**

Conocer las condiciones de operación del arco eléctrico le servirá para efectuar un mejor manejo del equipo.



Complete las siguientes frases con los términos que correspondan para que expresen un concepto correcto.

1 El arco eléctrico se conforma por un efecto del pasaje de la \_\_\_\_\_ por una \_\_\_\_\_ de volumen reducido.

2 En el arco de corriente continua el flujo de electrones se produce en una dirección, es decir, desde el polo \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) hacia el polo \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_). No obstante, en la soldadura con corriente continua se puede cambiar la dirección de los \_\_\_\_\_, simplemente invirtiendo los \_\_\_\_\_ en los terminales situados en la fuente de energía.

3 El cebado o encendido del arco con corriente alterna es más difícil sobre todo cuando se emplean \_\_\_\_\_ de diámetro más \_\_\_\_\_.

4 En la soldadura con corriente alterna puede regularse solamente la \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) requerida, mientras que para la soldadura con corriente continua hay aparatos que permiten regular también la \_\_\_\_\_.

5 Al soldar con arco eléctrico, para proteger al resto de los operarios de radiaciones ultravioleta y luminosas se deben utilizar \_\_\_\_\_ de puestos de trabajo, cuyo material debe ser \_\_\_\_\_ o translúcido robusto, y la parte inferior debe estar al menos a 50 cm del suelo para facilitar la \_\_\_\_\_.

**¡Felicitaciones!**

Usted ha finalizado el capítulo 1.

A continuación se desarrollará el capítulo Soldar con arco eléctrico.



# Soldar con arco eléctrico

## TEMAS DEL CAPÍTULO 2

---

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| 2.1 Encendido del arco eléctrico | 27 |
| 2.2 Operación del arco eléctrico | 32 |
| 2.3 Recaudos y Técnica           | 49 |

En este capítulo se describen los pasos para el encendido del arco eléctrico, su operación y un manejo seguro del equipo.



## 2.1 Encendido del arco eléctrico

Se explican los pasos para la utilización del arco eléctrico.

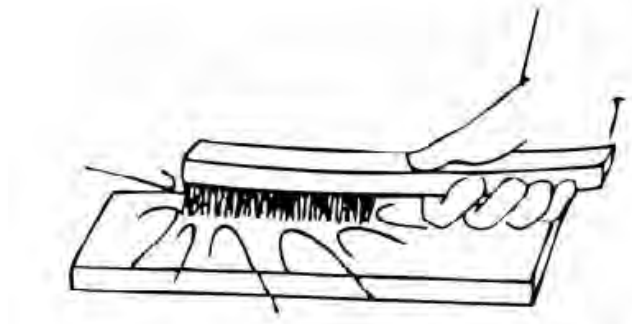
Primeros pasos para la operación del arco eléctrico.

A continuación se presenta la secuencia de pasos que implica la soldadura por arco eléctrico. La técnica de soldado debe ser dominada con la mayor eficiencia posible, logrando el arco eléctrico necesario entre el electrodo y la pieza, y manteniéndolo sin que se apague.

- 1 Limpiar las piezas a soldar.
- 2 Colocar el material sobre la mesa de trabajo.
- 3 Encender la máquina.
- 4 Regular el amperaje de la máquina.
- 5 Fijar la conexión de masa sobre la mesa a soldar.
- 6 Colocar electrodo en la pinza porta-electrodo.
- 7 Encender el arco.
- 8 Mantener el electrodo a distancia constante del núcleo.
- 9 Apagar el arco retirando el electrodo de la pieza.

1

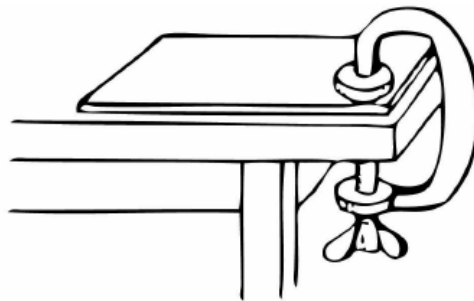
Limpie la pieza con el cepillo de acero



El material debe quedar limpio de grasas, óxidos y pinturas.

2

Coloque el material sobre la mesa



Asegúrese que la pieza quede fija.

3

Encienda la soldadora



Asegúrese que la polaridad de la máquina esté de acuerdo con el electrodo a usar.

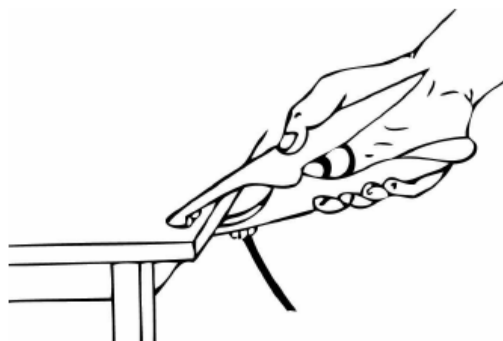
#### 4 Regule el amperaje de la máquina

La regulación se realizará en función del electrodo y de acuerdo a la fuente que se utilice.

#### ATENCIÓN

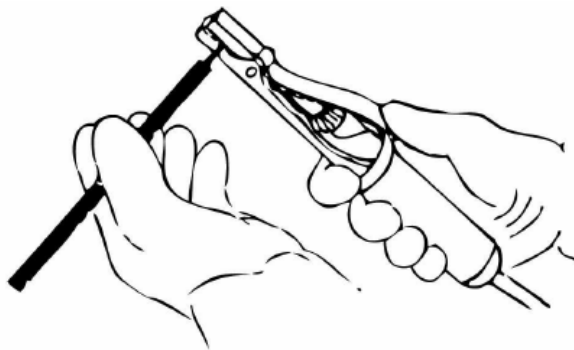
Verifique que los conductores (cables) estén en buen estado y aislados.

#### 5 Fije la conexión de masa sobre la mesa a soldar



Asegure el buen contacto de la conexión a masa.

#### 6 Coloque el electrodo en la pinza porta-electrodo

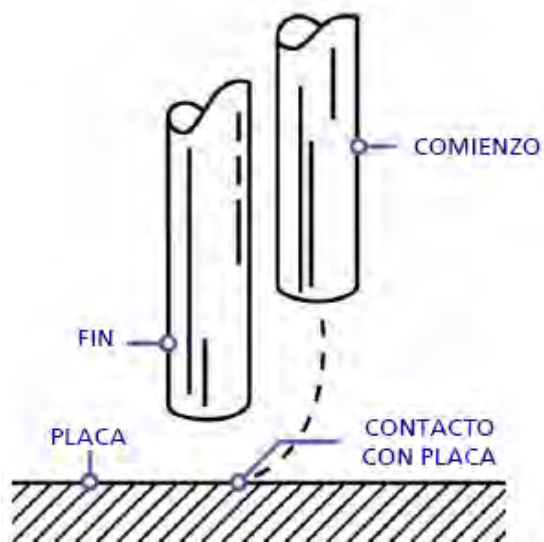


Tome la pinza porta-electrodo con la mano más hábil y asegure el electrodo por la parte desnuda del mismo dentro de la mandíbula del porta-electrodo.

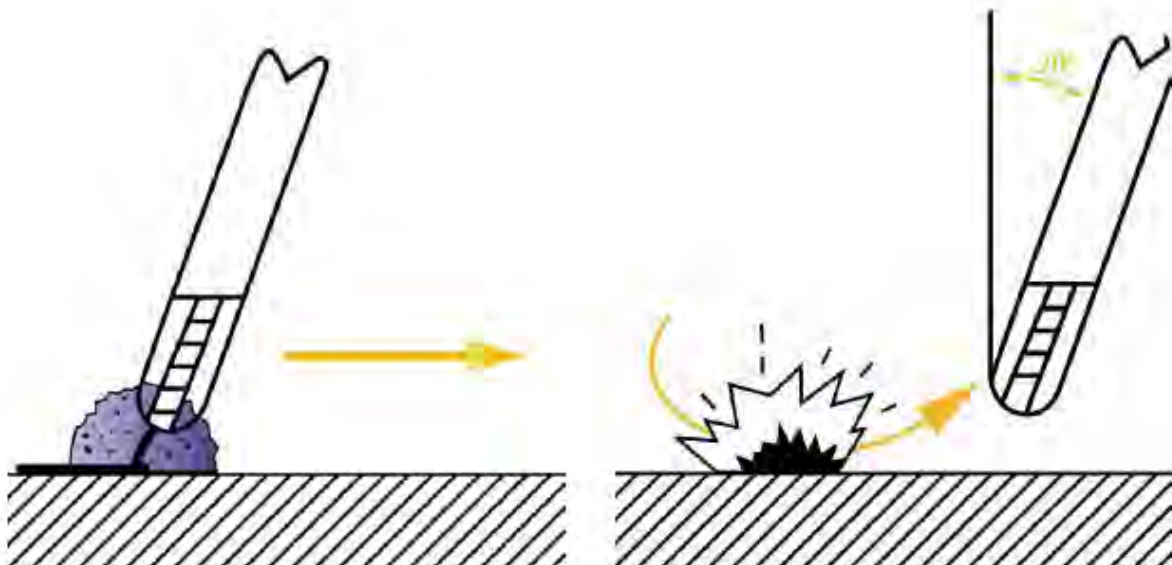


## 7 Encienda el arco

- Colóquese el equipo protector y asegúrese que esté en buen estado.
- Aproxime el extremo del electrodo a la pieza.
- Protéjase con la máscara.
- Toque la pieza con el electrodo y retírelo para formar el arco.

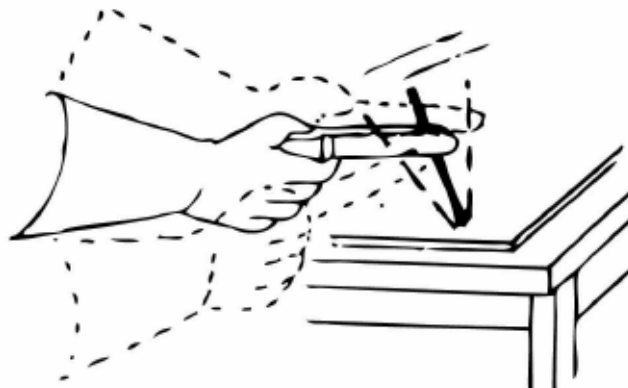


El encendido puede efectuarse también por raspado, como se muestra en las siguientes figuras.



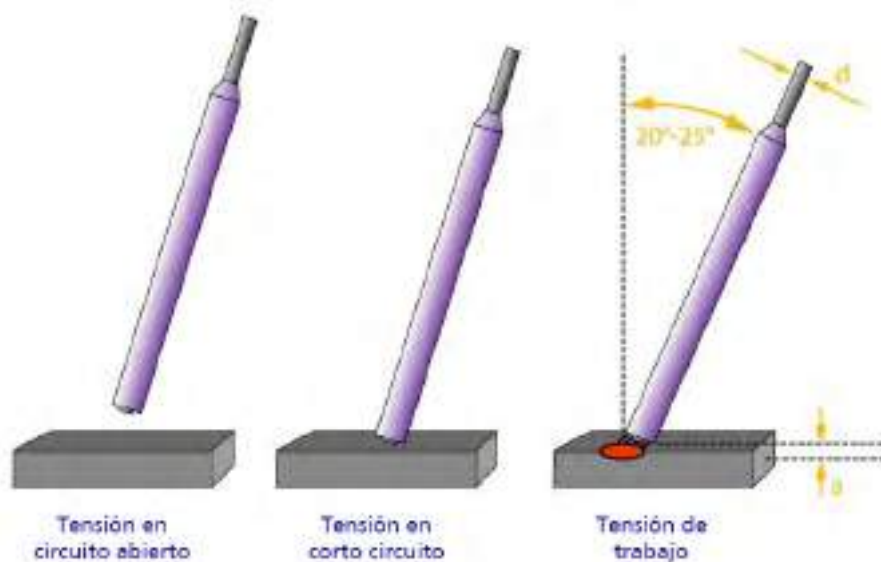
### 8 Mantenga el electrodo a una distancia constante del núcleo

En caso de pegarse el electrodo, muévelo rápidamente.



La longitud o largo del arco eléctrico, es decir, la distancia (a) entre el electrodo y la pieza a soldar debe ser:

- Con electrodos de **revestimiento celulósico o rutílico** igual al diámetro (d).
- Con electrodos de **revestimiento básico**  $\frac{1}{2}$ diámetro (d).



### 9 Apagar el arco retirando el electrodo de la pieza.

En caso de necesidad repita los pasos 7, 8 y 9.

## 2.2 Operación del arco eléctrico

Se explican los aspectos más relevantes de la operación del arco eléctrico, posición y diseño de la soldadura.

Antes de comenzar se deben realizar ciertos controles y conocer los procedimientos de soldado, así como tener presente la posición de la soldadura con la cual se trabajará.

Preparación e inspección previa a la soldadura.

Lo primero que debe realizarse es una inspección ocular, comprobando que:

- Los chaflanes estén perfectamente limpios de óxidos, grasas, aceites, agua, y se haya efectuado la limpieza especificada en función del material base.
- Los elementos a unir (chapas o perfiles) estén alineados y nivelados.
- Los puntos previos estén bien realizados, libres de poros, grietas y abultamientos. De existir alguna de estas anomalías se eliminarán empleando una amoladora.

Movimientos del electrodo durante la operación.

Durante la operación de soldadura un electrodo está sometido a tres movimientos: avance, descenso y oscilación. Es necesario que dichos movimientos sean regulares y uniformes a efecto de obtener un cordón de soldadura de buena calidad.

El movimiento a lo largo del cordón de soldadura es tan importante como saber mantener correctamente la posición del electrodo.

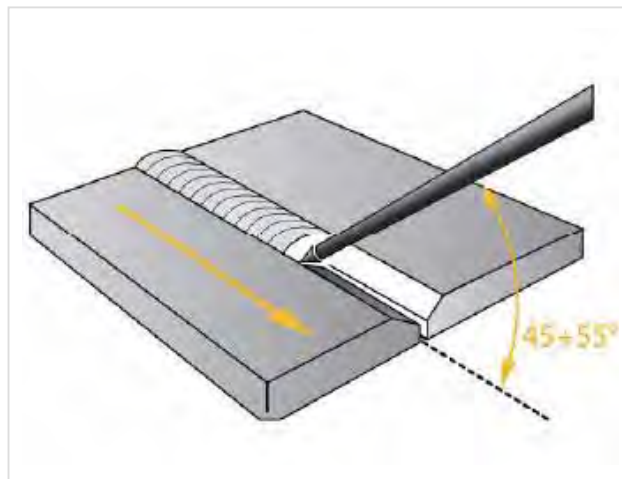
## Posiciones de la soldadura.

Aquí se presentan siete posiciones de soldadura: plana, sobre cabeza, horizontal, vertical, en ángulo T, de empalme plano horizontal y de empalme plano vertical.

### a. Posición plana

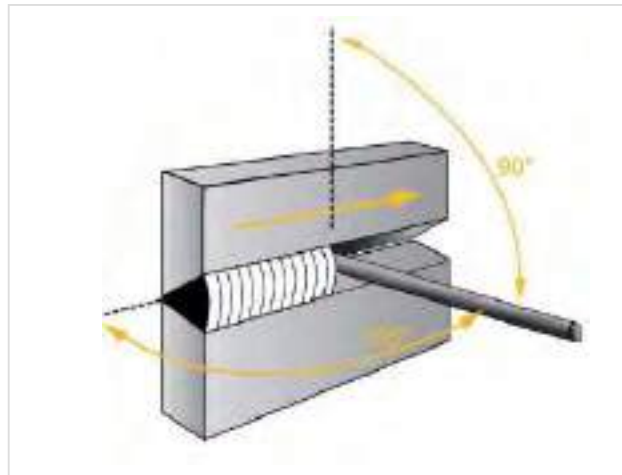
Para soldar en posición plana se debe tener el electrodo inclinado a  $45/55^\circ$  respecto al plano horizontal, sobre un plano vertical que pase por el eje de la soldadura.

El aumento de inclinación del electrodo determina una mayor penetración, y viceversa.



### b. Posición horizontal

El material a ser soldado debe estar en posición vertical, siendo que el aporte sobre la junta será hecho en sentido horizontal.



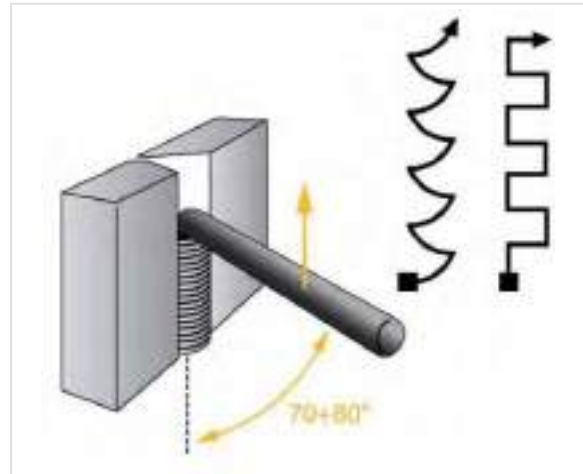
## ATENCIÓN

Siempre debe procurarse realizar una soldadura sin roturas y de suficiente penetración. Los factores que influyen en la ejecución son: la corriente, la distancia entre los bordes, la inclinación y el diámetro del electrodo.



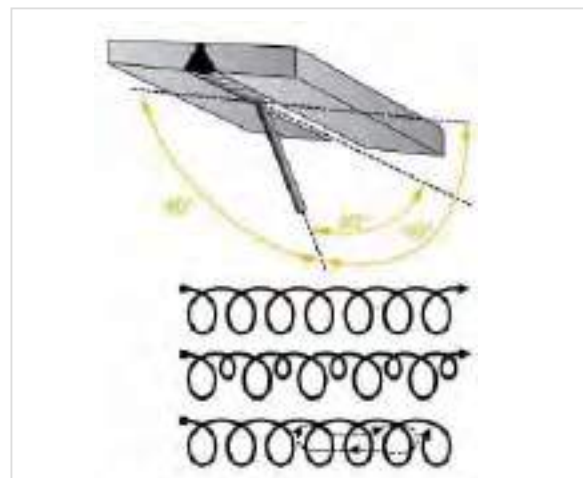
### c. Posición vertical

En este caso tanto el material a ser soldado como la junta deben estar en posición vertical, mientras que el aporte puede hacerse con progresión ascendente o descendente.



### d. Posición sobre cabeza

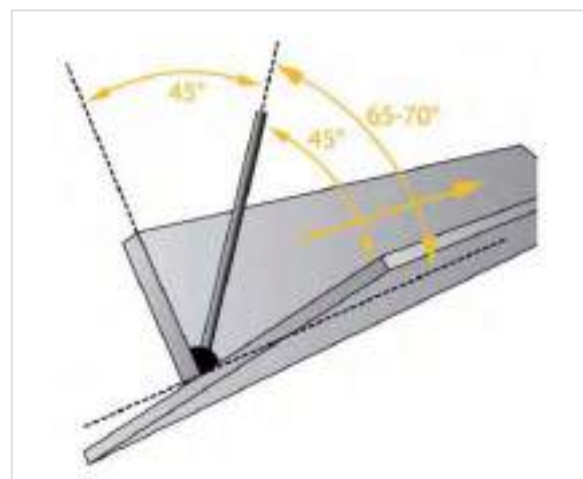
La junta debe ser soldada estando el soldador abajo de la misma. Por lo tanto, el aporte es hecho sobre la cabeza del soldador.



### e. Posición en ángulo T

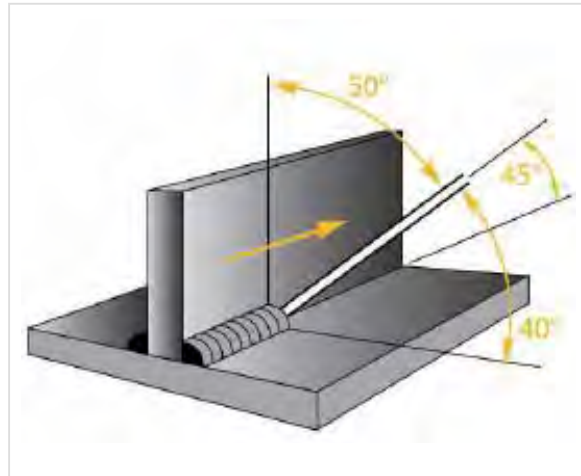
Si la pieza a soldar se puede manejar es mejor disponerla como se indica en la figura. De lo contrario, es recomendable disponerla para un empalme en plano.

Es aconsejable soldar las uniones en T en forma alternada, para evitar deformaciones.



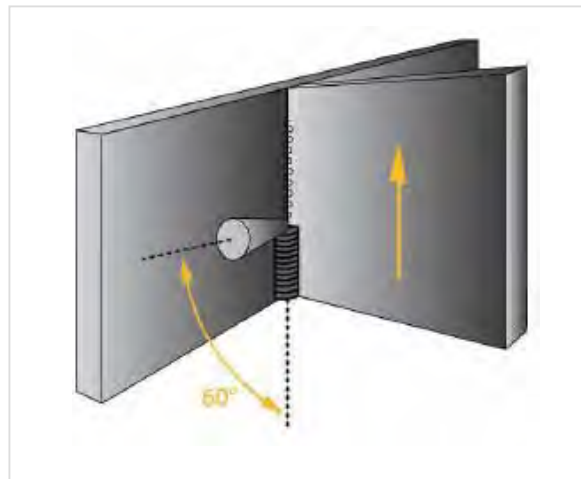
### f. Empalme en plano horizontal

En este caso, si la pieza no puede ser girada, la soldadura debe ser efectuada eliminando el movimiento transversal, con el electrodo inclinado de  $50^\circ$  en el sentido de avance y de  $40^\circ$  respecto al plano horizontal.



### g. Empalme en plano vertical

Para los empalmes de ángulo en posición vertical son válidas las reglas descritas para la soldadura vertical de los empalmes de cabeza. La corriente de soldadura tiene que ser aumentada aproximadamente el 10% respecto al valor correspondiente de los empalmes de cabeza.



## Tipos de juntas

Juntas a tope

- Bordes rectos – espesores hasta 6mm.
- Bordes biselados en V, espesores entre 6 y 12 mm.
- Bordes biselados en X, espesores mayores de 12 mm.

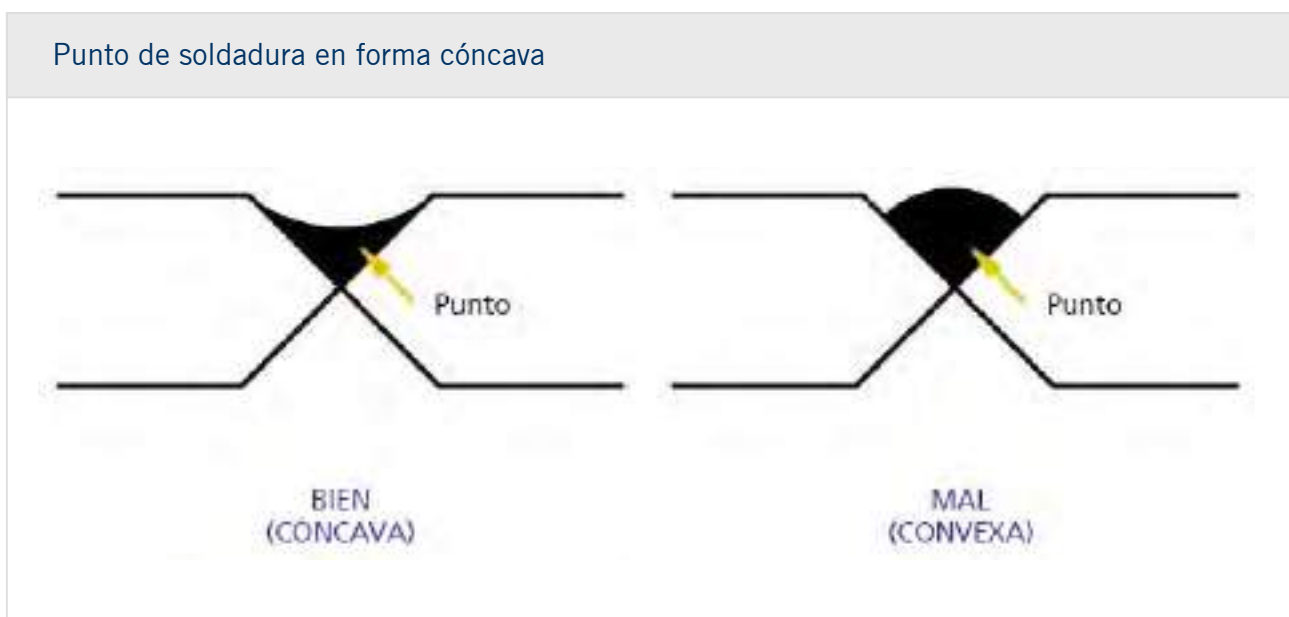
Juntas de solape,  
en ángulo y en T.

- Para chapas de 10 mm, solapa de 40 a 50 mm.
- Para espesores de 11 a 20 mm, solapa de 60 a 70 mm.

## Punteado.

El punteado que vaya a ser incorporado debe realizarse con el mismo tipo de electrodo que se utilice en la soldadura. Una vez realizado el punteado y eliminada la capa de escoria, debe inspeccionarse cuidadosamente cada punto buscando posibles grietas o cráteres. En caso de que se detecte alguno estos defectos, hay que eliminarlos completamente.

El punto de soldadura debe tener siempre una forma cóncava (nunca convexa). En caso de que se produjese un abombamiento se debe repasar con un disco de amolar hasta dejarlo con forma cóncava, de lo contrario podrían formarse grietas.



Si se debe realizar una soldadura de longitud larga el punteado debe iniciarse en el centro de la pieza, en los cruces y esquinas.

Una longitud de arco demasiado grande puede provocar poros en el cordón de soldadura, principalmente soldando con electrodos básicos, ya que aumenta el efecto del soplo magnético y reduce la penetración.

El lugar de encendido del arco debe ser fundido y rellenado por el propio cordón de soldadura con el objetivo de evitar la posibilidad de la formación de fisuras o grietas

Parámetros de soldadura.

Diámetro del electrodo.

En líneas generales, se deberá seleccionar el mayor diámetro acorde a estos parámetros:

- Su aporte térmico.
- Su fácil utilización.
- La posición.
- El espesor del material.
- El tipo de unión.

Para la soldadura de materiales de gran espesor y en posición plana, por lo general, se seleccionan los electrodos de mayor diámetro.

En la soldadura en posición horizontal, vertical y sobre cabeza, el baño de fusión tiende a caer por efecto de la ley de la gravedad. Este efecto es tanto más evidente, así como es más difícil de mantener el baño de metal fundido en su sitio, cuanto mayor es el volumen del baño de fusión, es decir, cuanto mayor es el diámetro del electrodo. Por eso en estas posiciones es conveniente aplicar electrodos de diámetros pequeños.

En el caso de soldadura con pasadas múltiples, el cordón de raíz conviene efectuarlo con un electrodo de menor diámetro para conseguir el mayor acercamiento posible del arco al fondo de la unión y asegurar una buena penetración. Se deben utilizar electrodos de mayor diámetro para completar la soldadura.

El aporte depende directamente de la intensidad, tensión del arco y velocidad del desplazamiento, parámetros que a su vez dependen del diámetro del electrodo. En las aplicaciones o materiales donde se requiera que el aporte sea bajo se deberán utilizar electrodos de pequeño diámetro.

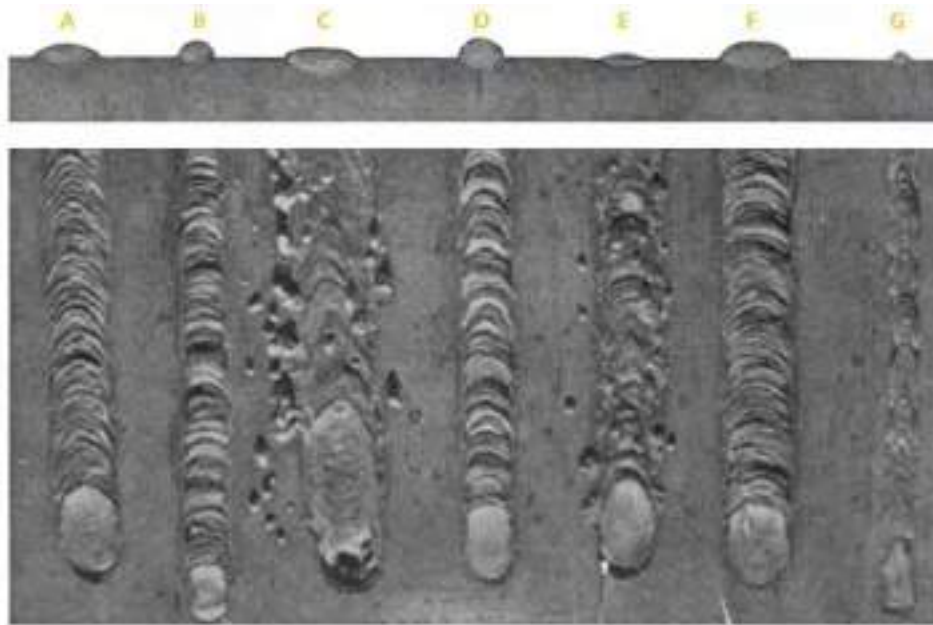
Los electrodos de poco diámetro (2,0, 2,5, o 3,25 mm) deben ser empleados para el punteado, uniones de piezas de poco espesor, primeras pasadas, soldaduras en posición horizontal, vertical y sobre cabeza, y cuando se requiera bajo aporte.



### Intensidad de la soldadura.

La intensidad a utilizar depende de la posición de soldadura y del tipo de unión. Como regla práctica y general se deberá ajustar la intensidad a un nivel en el que la cavidad del baño de fusión sea visible. Si esta cavidad -conocida por su forma como ojo de cerradura se cierra, significa que la intensidad de soldadura es demasiado baja. Si se hace muy grande indica que la intensidad es excesiva.

#### Características del arco y de la soldadura bajo condiciones correctas e incorrectas



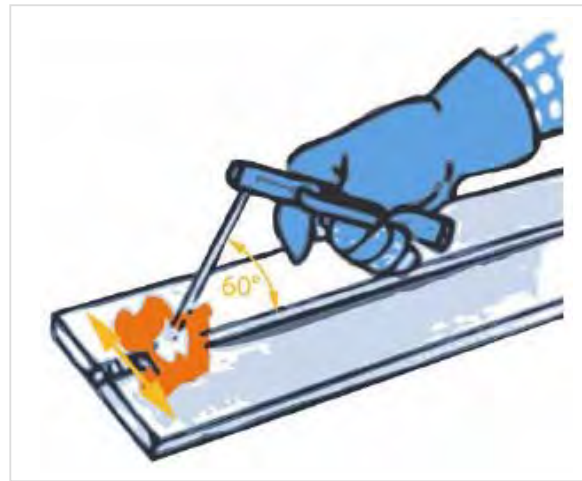
|                      | A      | B      | C        | D      | E           | F      | G      |
|----------------------|--------|--------|----------|--------|-------------|--------|--------|
| Amperaje             | Normal | Bajo   | Alto     | Normal | Normal      | Normal | Normal |
| Voltaje              | Normal | Normal | Normal   | Bajo   | Alto        | Normal | Normal |
| Velocidad            | Normal | Normal | Normal   | Normal | Normal      | Baja   | Baja   |
| Fusión del electrodo | Buena  | Buena  | Profunda | Pobre  | Poca fusión | Normal | Normal |

#### ATENCIÓN

Cada electrodo, en función de su diámetro, posee un rango de intensidades en el que puede utilizarse. En ningún caso se deben utilizar intensidades por encima de ese rango ya que se producirían mordeduras, proyecciones (salpicaduras), intensificación de los efectos del soplo magnético y otros tipos de defectos.

### Velocidad de desplazamiento.

La velocidad de desplazamiento durante la soldadura debe ajustarse de tal forma que el arco adelante ligeramente al baño de fusión. Cuanto mayor sea la velocidad de desplazamiento, menor será el ancho del cordón y el aporte térmico, y más rápidamente se enfriará la soldadura. Si la velocidad es excesiva se producen mordeduras, se dificulta el retiro de la escoria y se favorece que los gases producidos por las reacciones químicas queden atrapados, originando poros.



### Tipos de juntas de soldaduras.

Una junta soldada es la unión de dos o más piezas mediante un proceso de soldadura. Los cinco tipos básicos de juntas soldadas son:

- Tope.
- Angular.
- En T.
- Esquinadas.
- Traslape.

A continuación se presentan y describen estas juntas, las cuales a su vez puede tener muchas variaciones.

#### Juntas a tope

Unen los bordes de dos metales que están a "tope", es decir, colocados planos uno contra el otro. Estas juntas se utilizan frecuentemente para planchas, chapas metálicas y tuberías.



### Juntas angulares

Se utilizan cuando se debe conectar a los metales a un faldón o brida. Los metales pueden unirse colocados encima o a lo largo de cada uno, siempre que sus superficies planas queden en contacto.

Las juntas angulares algunas veces se utilizan en trabajos de laminación de planchas, y con más frecuencia con chapas metálicas. También sujetan las planchas de refuerzo a estructuras.



### Juntas en T y esquinadas

Conectan dos metales que están colocados en ángulo recto. La junta esquinada tiene forma de L y la otra, forma de T. Los tanques de baja presión, cajas, bandejas y piezas similares se hacen con juntas esquinadas.



### Juntas de traslape

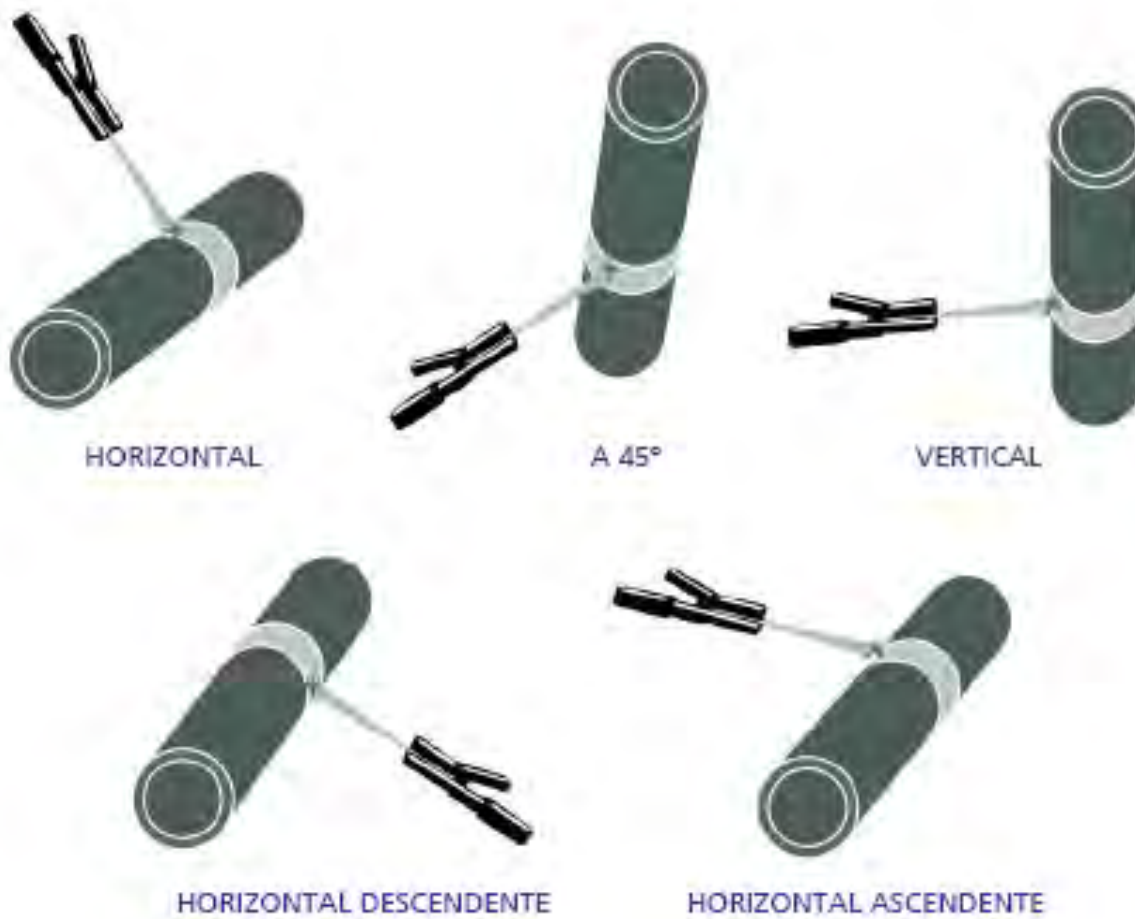
Conectan piezas traslapadas metálicas que a menudo forman parte de una estructura o conjunto. La junta de traslape es muy utilizada porque es fuerte, fácil de soldar y rara vez se necesitan preparaciones especiales de biselado o bordes.

Las juntas de traslape se utilizan con frecuencia en los procesos de soldadura de cobre con soplete, donde se introduce metal de aporte en la zona de la junta mediante acción capilar. También son comunes en las estructuras de chapa metálica fabricadas con el proceso de soldadura por puntas.



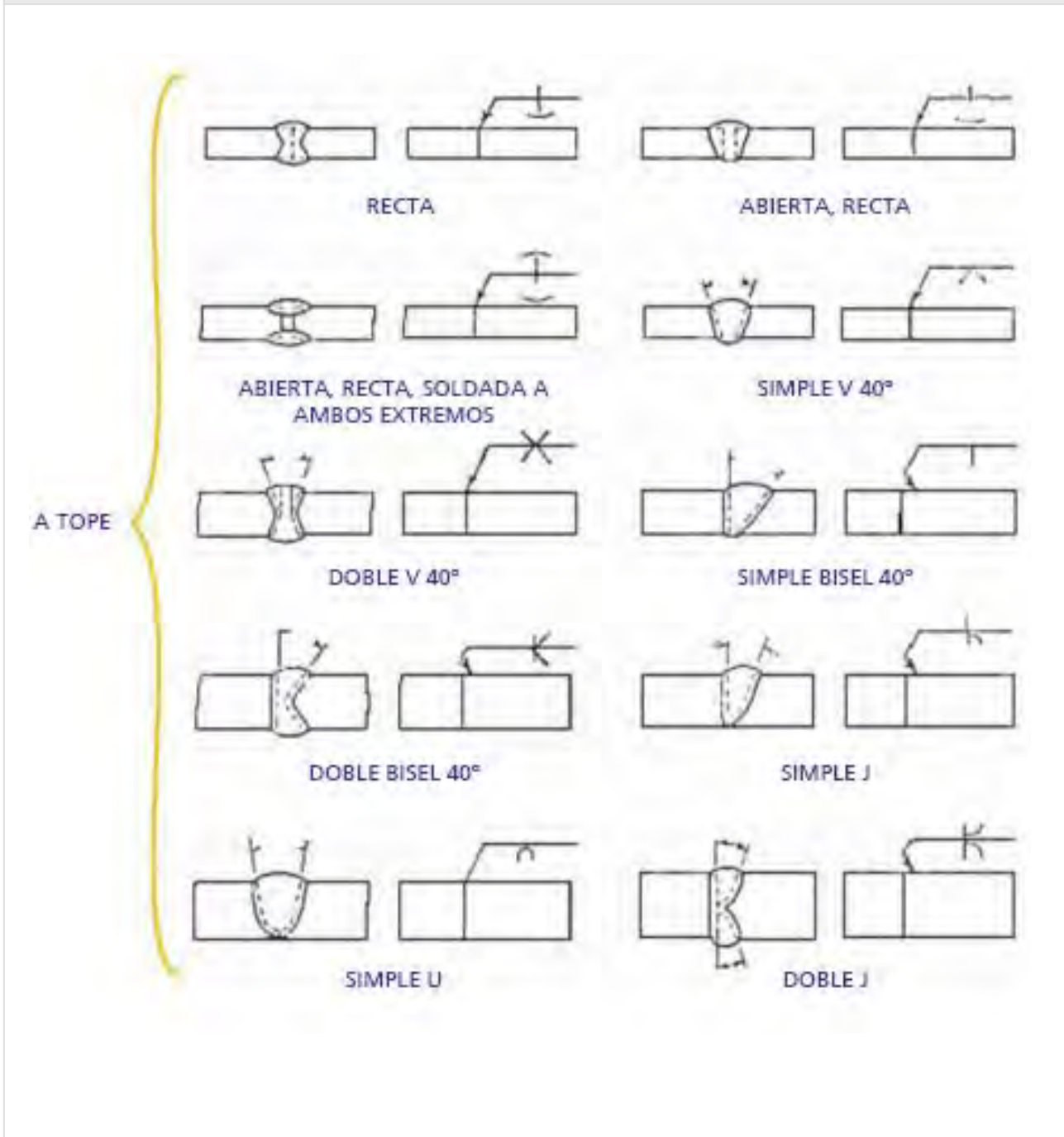
En la siguiente ilustración se presentan las posiciones a tope que se utilizan para la soldadura de tuberías con bisel en la planta.

#### Posiciones a tope de soldaduras de tuberías con bisel

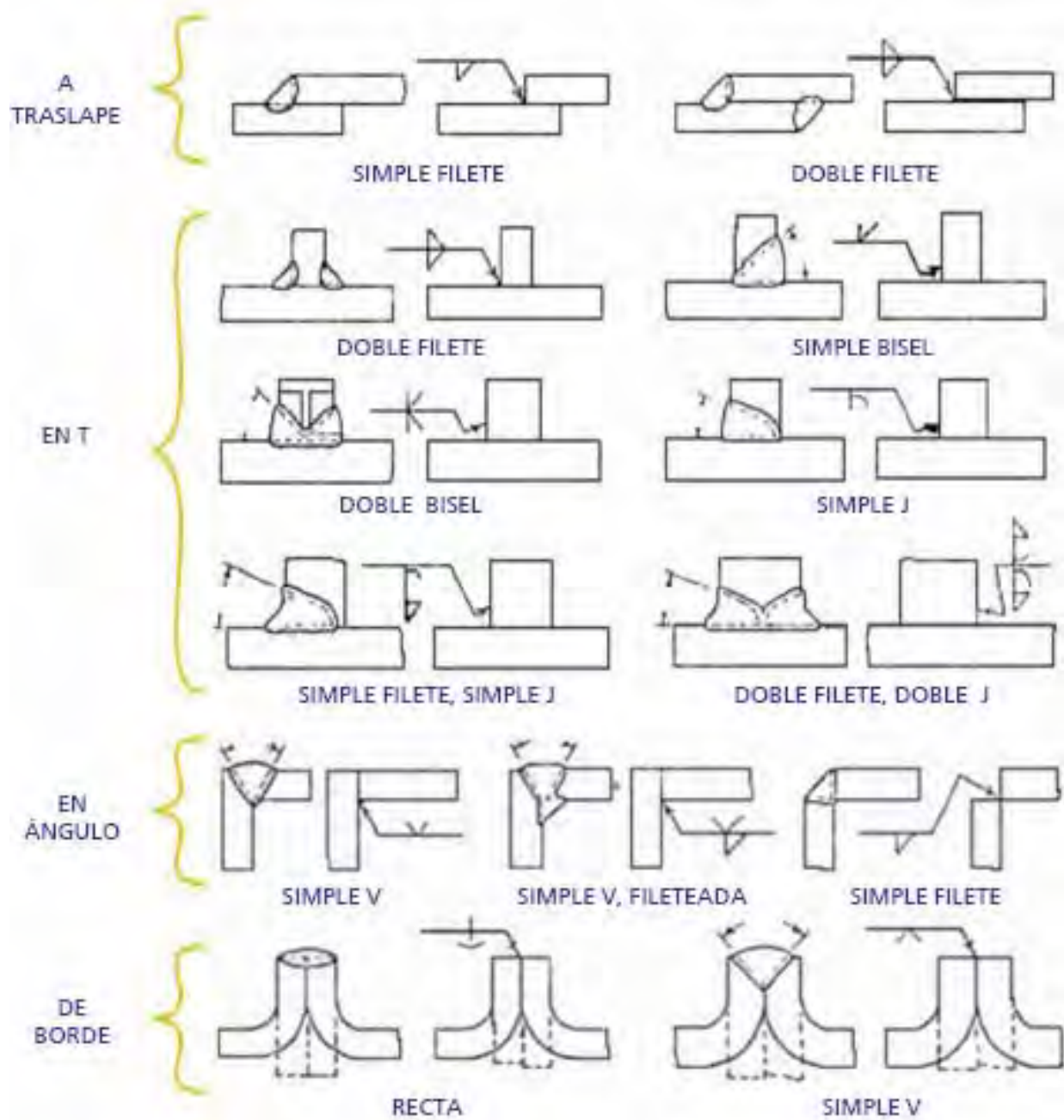


Las siguientes representaciones corresponden a las juntas soldadas típicas.

Juntas soldadas típicas, secciones y símbolos que las representan.



Juntas soldadas típicas, secciones y símbolos que las representan.



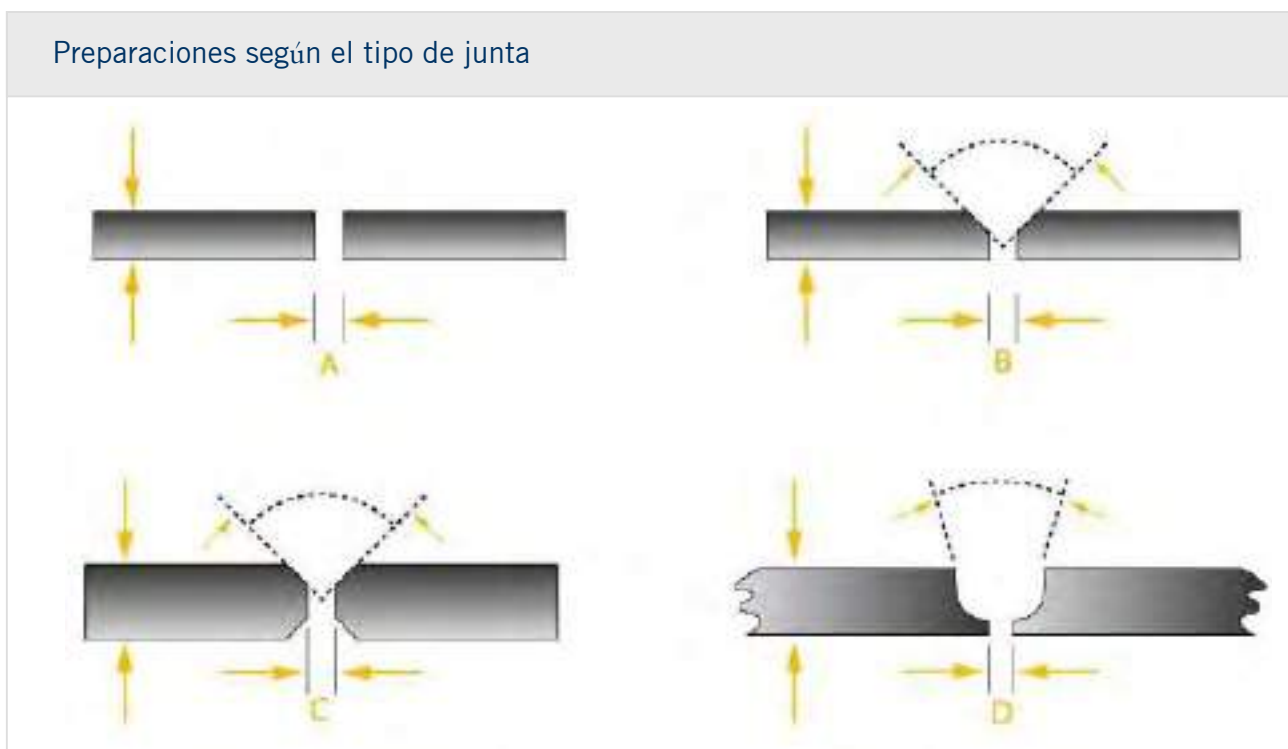


Diseño de uniones con soldadura.

Preparación de caras según el tipo de juntas.

En la siguiente figura se muestran algunos ejemplos de preparaciones:

- Para espesores inferiores a 4 ó 5 mm las caras son simplemente acercadas.
- Para espesores hasta 15 mm se preparan en forma de V.
- Para espesores hasta 20 mm con posibilidad de soldar las dos partes, es aconsejable la preparación en "doble V".
- Para espesores de más de 20 mm con posibilidad de soldar, por una parte es aconsejable la preparación en "U", que aun siendo más laborioso tiene la ventaja de efectuar un buen depósito del metal de aportación que la preparación en "V".



Las caras deben estar exentas de grasa y óxido, para lo cual se recurrirá a procedimientos químicos o mecánicos.

Los principales factores a considerar para escoger el tipo de electrodo más adecuado a la soldadura que se va a realizar son:

- Las características del metal base.
- El espesor de las piezas a unir.
- La posición de la soldadura.
- La posición del cordón que se quiere realizar.
- El tipo de escoria.
- La resistencia de la junta soldada.

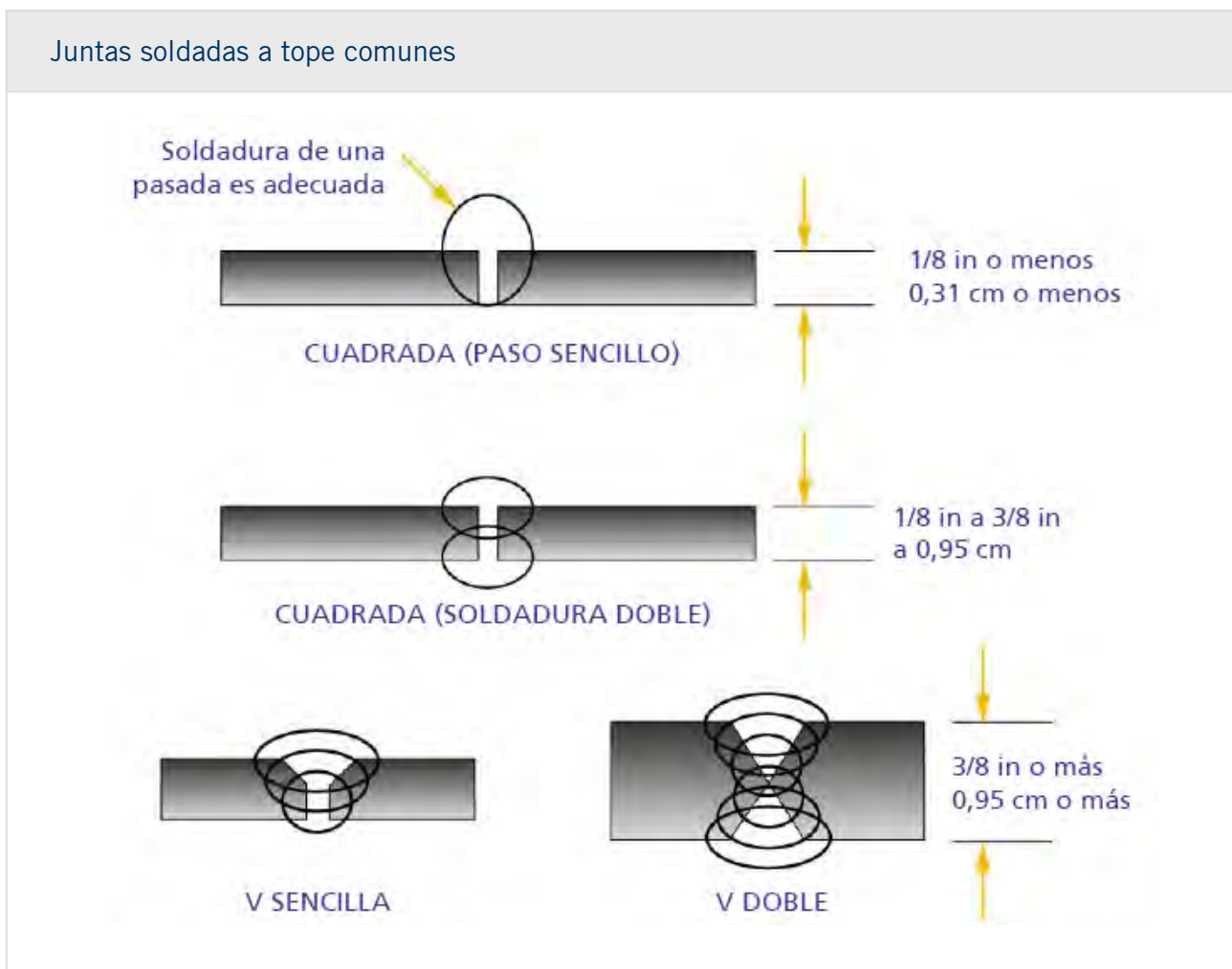
### Diseño y disposición de la junta.

El diseño de la junta consiste en la configuración (arreglo) y preparación de los ángulos o superficies concordantes de una junta a soldarse. Cada una de las cinco juntas básicas (tope, traslape, te, esquinada y angular) puede presentarse en numerosas variantes para adaptarse a los requisitos de servicio de las soldaduras terminadas.

El tipo de junta a realizar depende de las cargas o fuerzas (tensión, compresión, corte, torsión o dobléz) que deberá soportar la pieza. Por ejemplo, las juntas a tope pueden soportar mejor la tensión que los esfuerzos generados por un dobléz, los cuales se concentran en la raíz de la soldadura.

Para metales de un espesor de 3 mm o menos, la soldadura sencilla generalmente brinda la penetración y resistencia máximas suficientes.

A continuación se verán los diferentes diseños de las juntas básicas.



La junta a tope cuadrada se utiliza principalmente para metales de un espesor inferior a 10 mm. La disposición para la junta a tope cuadrada consiste del alineamiento y espaciado de los bordes cuadrados.



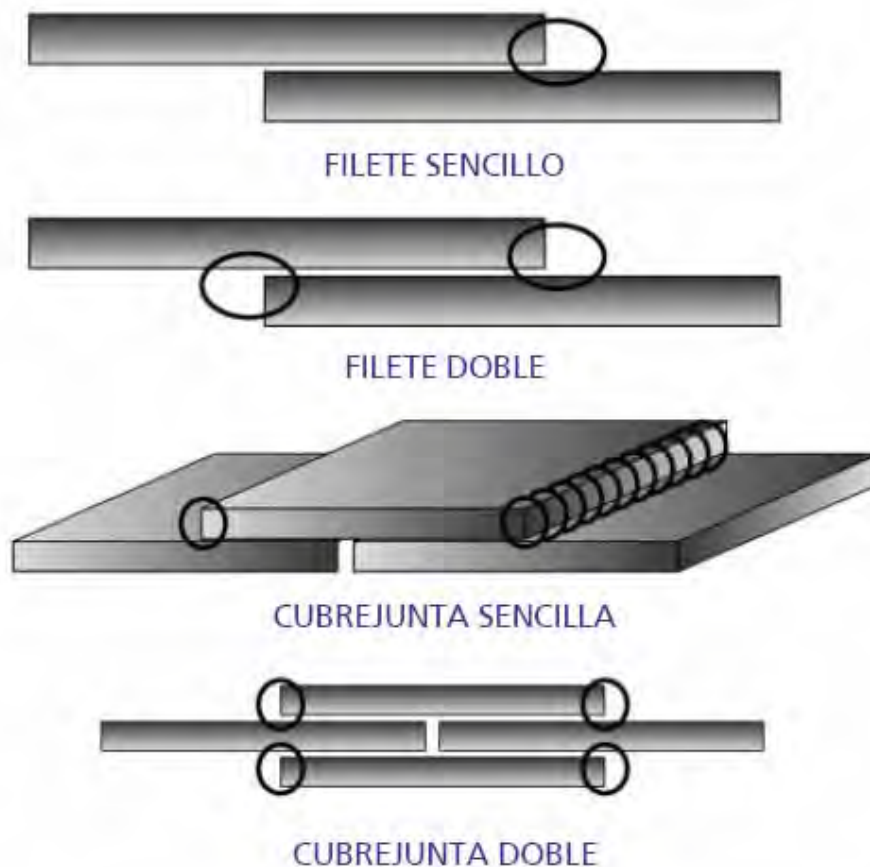
Para las juntas a tope cuadradas de metales de 3 a 10 mm de espesor se recomienda soldar a ambos lados (soldadura doble). Cuando el espesor del metal excede los 10 mm, como se observa en la figura anterior, los bordes de la junta deben biselarse o ranurarse antes de soldar la junta. Esta preparación del ejemplo deja expuestas más superficies internas de la junta para penetrar mejor en metales más gruesos.

Las juntas a tope ranuradas en V generalmente requieren más metal de aportación para soldar que las variaciones de ranura en V o en J. La junta a tope en V doble generalmente es mejor para condiciones normales de carga y esfuerzo.

Ninguna de las variantes de juntas a tope son adecuadas para condiciones anormales de carga, a menos que se les refuerce para más resistencia. La decisión de utilizar soldaduras de una o múltiples pasadas depende del espesor del metal y de la anchura de la junta.

La junta de traslape de filete doble es una de las formas más utilizadas de juntas de traslape. Puede soportar condiciones de carga y esfuerzo más severas que las otras juntas y se requiere muy poca o ninguna preparación del borde.

#### Tipo de diseños de juntas de traslape

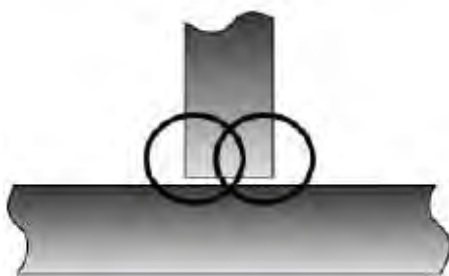


La junta de traslape de filete sencillo se utiliza cuando solamente se tiene acceso a un lado de la junta de traslape. No es tan fuerte como la junta de filete doble, de modo que no debe utilizarse donde se encuentren cargas o esfuerzos muy severos.

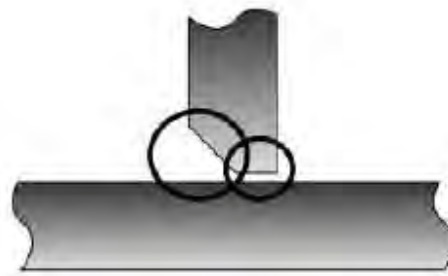
La junta con cubrejunta es una combinación de junta de tapón y traslape. Una tira de metal se suelda fileteada a lo largo de ambos bordes para unir las partes de metal a tope. Una junta de cubrejunta doble (tiras a ambos lados de los partes de metal a tope) refuerza la cubrejunta.

La T cuadrada de filete doble es la junta en T más utilizada. Algunas veces es necesario biselar uno o ambos lados de la T para proveer una mejor distribución de las fuerzas.

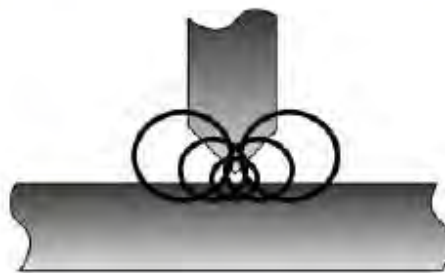
#### Variantes comunes de la junta T



CUADRADA DOBLE



BISELADA SIMPLE



BISELADA DOBLE

Las juntas en T sencillas generalmente se hacen en metales de hasta 12,5 mm de espesor, donde la soldadura puede hacerse desde un solo lado.

Las juntas en T biseladas dobles se hacen en metales más gruesos, donde la soldadura debe soportar fuerzas muy pesadas y la junta se puede soldar desde ambos lados. Otras variantes de la junta en T incluyen las ranuras en J sencillas y dobles.

Las variantes básicas de la junta esquinada se muestran en la siguiente figura. La junta esquinada al ras generalmente está limitada a metales más delgados que 31 mm. La junta esquinada media abierta se utiliza generalmente en metales más gruesos porque permite mejor fusión y penetración.



Las juntas esquinadas completamente abiertas normalmente se hacen en conjuntos donde tanto el interior como el exterior de la esquina pueden alcanzarse para soldar. Rara vez se necesita preparar el borde (biselar) para las juntas esquinadas excepto cuando el diseño del conjunto soldado exige juntas esquinadas al ras en metales más gruesos que 30 mm.

Acorde a la disposición que se utilice, la junta angular debe realizarse solamente donde no está sujeta a cargas o fuerzas excesivas. Se utiliza principalmente para sellar juntas en estructuras en chapa metálica de servicio liviano (menos de 63 mm de espesor), tales como conductos de aire, forros de chimeneas o tubos de vapores.

Si se necesita una junta angular en metales más gruesos que 63 mm de espesor, pueden biselarse uno o dos bordes para proveer la ranura para la penetración adecuada y resistencia de la soldadura.

#### ATENCIÓN

Antes de hacer una junta se debe determinar siempre la clase de servicio que se espera de una soldadura. Después se debe elegir el diseño de junta más adecuado y la disposición para las condiciones de servicio.



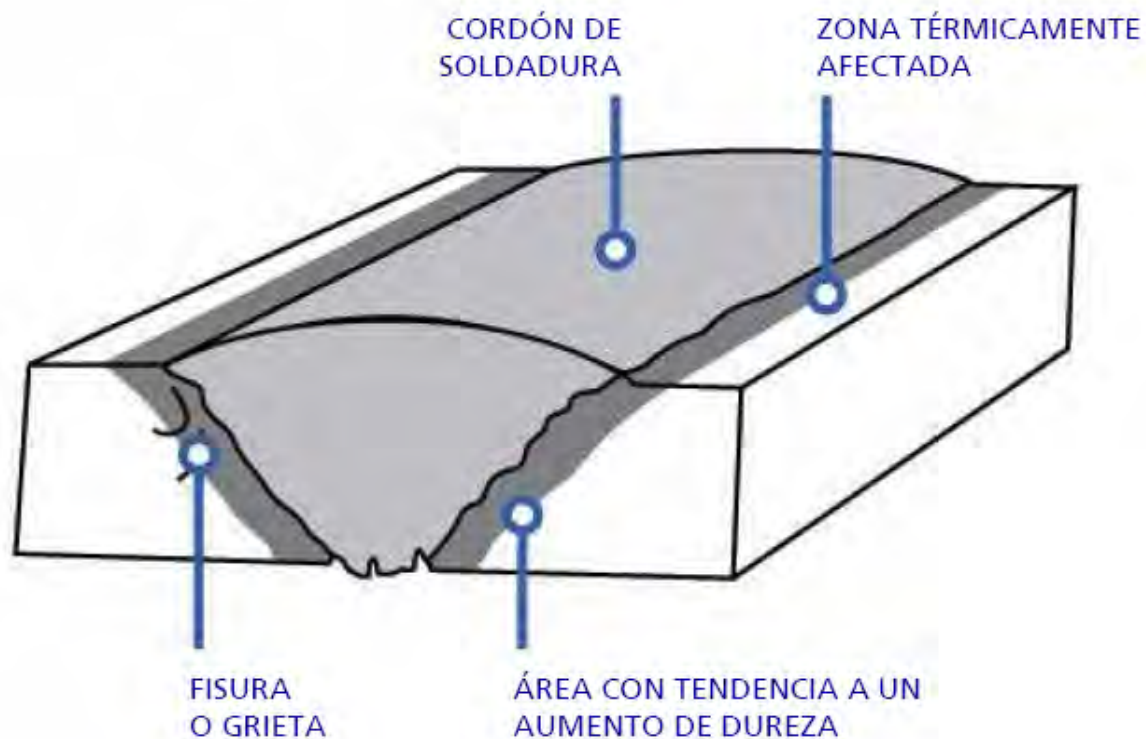
## 2.3 Recaudos y técnica

Se presentan observaciones relativas a la técnica y calidad del soldado para realizar un mejor trabajo, identificar los errores más frecuentes y evitarlos.

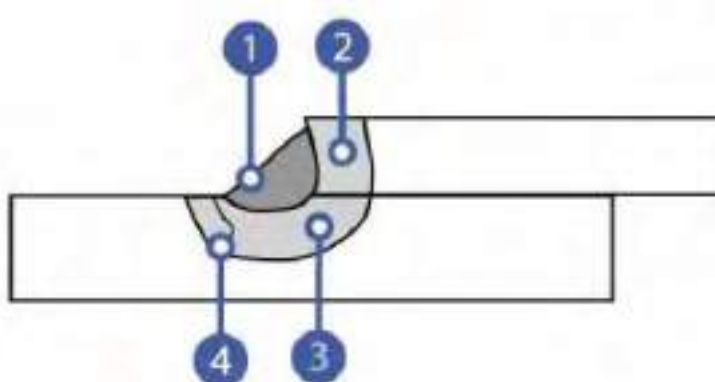
Efectos de la soldadura en los materiales de base.

El principal efecto ejercido por la soldadura en los materiales de base es un cambio en su dureza. Como consecuencia de calentar un acero por encima de los 850°C, seguido de un enfriamiento relativamente rápido, se logra el aumento de su dureza, que puede ser influenciado tanto por el porcentaje de carbono como por la presencia de diferentes elementos de aleación en el material de base.

### Soldadura a tope



## Soldadura en ángulo o en solape

**Referencias**

1. Cordón de soldadura
2. Zona térmicamente afectada
3. Área con tendencia a un aumento de dureza
4. Fisura o grieta

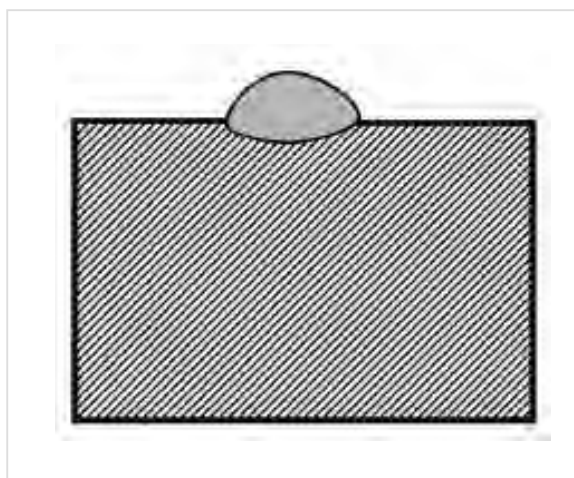
Materiales de aporte y habilidad del soldador.

Entre las aptitudes que debe presentar un buen soldador se encuentra la capacidad de determinar la longitud de arco, la velocidad de avance y la intensidad de corriente necesarias para lograr una soldadura de óptima calidad, como se verá a continuación.

Aspecto en función de la longitud del arco.

a. Arco demasiado corto

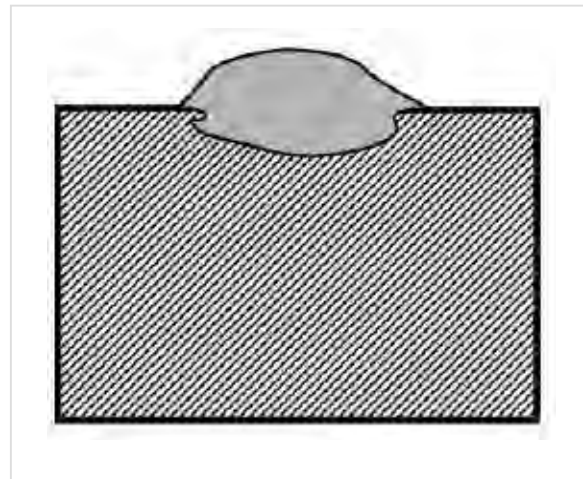
Provoca montones irregulares del metal soldado con fáciles inclusiones de escoria.



### b. Arco demasiado largo

Causa poca penetración, fáciles encoladuras, burbujas y abundantes salpicaduras. Además la soldadura será fácilmente sujeta a defectos.

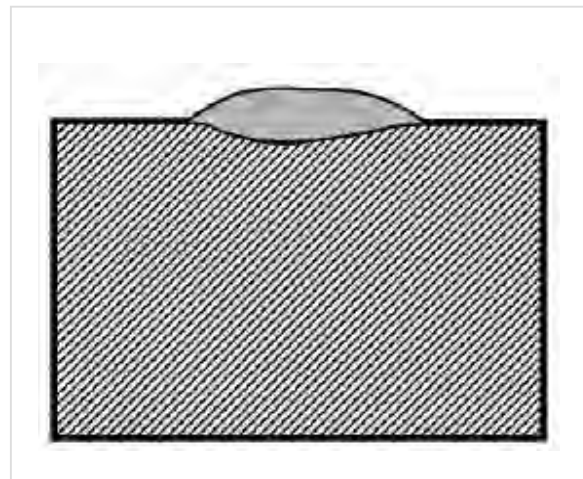
El largo óptimo es aproximadamente igual al diámetro del electrodo.



Aspecto en función de la velocidad de avance.

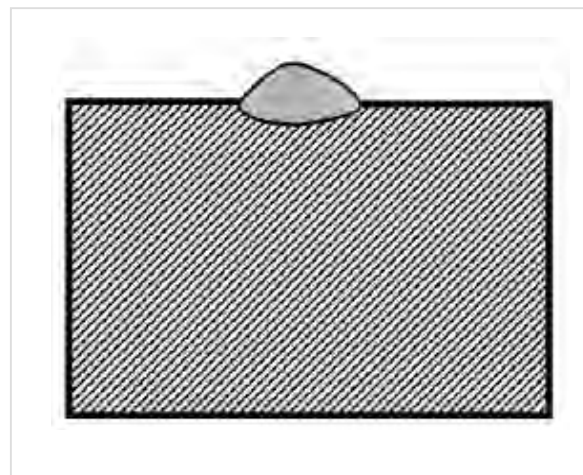
### a. Velocidad demasiado lenta

Provoca un depósito ancho, espeso y de longitud inferior a la normal, lo cual es causa de pérdida de electrodos y de tiempo.



### b. Velocidad demasiado rápida

Produce un cordón estrecho y alto, y una insuficiente penetración del material base que, por otro lado, dificulta quitar la escoria.

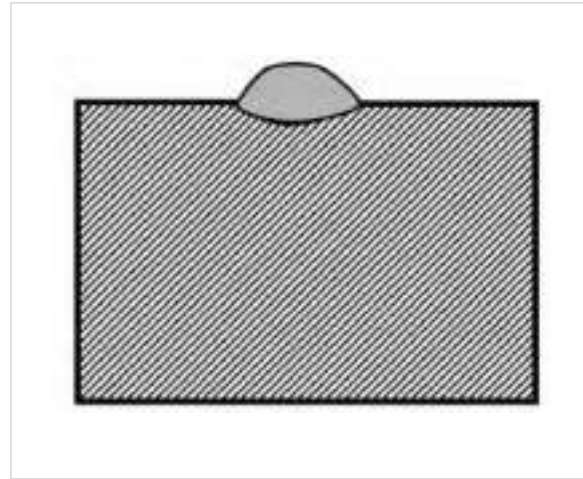




Aspecto en función de la intensidad de corriente.

a. Corriente demasiado baja

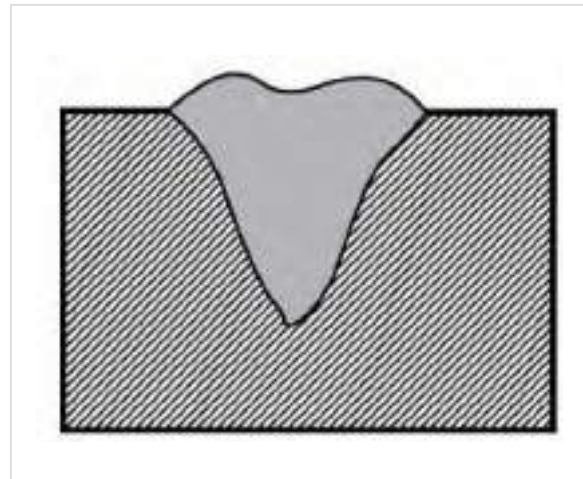
Poca penetración, fáciles encoladuras, un cordón muy irregular (alto y estrecho) y se encuentran notables dificultades para quitar la escoria.



b. Corriente demasiado alta

Se obtiene un cordón muy ancho, con excesiva penetración del material base, notables salpicaduras del metal fundido y un cráter profundo.

Puede también provocar pequeñas roturas en el material.



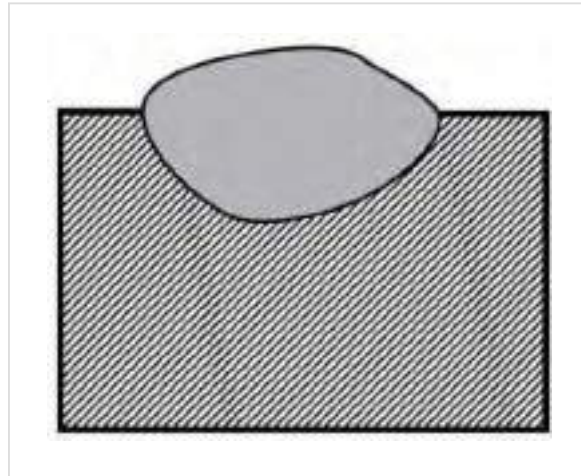
### Soldadura de óptima calidad.

Con una correcta longitud de arco, velocidad de avance, regulación de la corriente e inclinación del electrodo, el cordón tiene un aspecto regular, la malla es muy fina, la soldadura carece de porosidad e inclusiones de escoria.

Las características y/o composición química del material de aporte influyen tanto en la ejecución como en el resultado final de una soldadura. La diversidad y cantidad de elementos que integran el revestimiento de los electrodos influyen sobre:

- Mayor o menor agresividad del arco eléctrico.
- Mayor o menor velocidad de desplazamiento.
- Forma y cantidad del depósito.
- Facilidad para trabajar en diferentes posiciones.
- Tendencia a contaminación con los gases atmosféricos.
- Mayor o menor dificultad de operación.

Por estos motivos es muy importante que el soldador alcance una habilidad o dominio de la técnica empleada para soldar, tanto en las diferentes posiciones como con los diversos tipos de electrodos. Esta habilidad sólo se consigue a través de la práctica.





### Accesorios para limpieza

Son herramientas adecuadas para la limpieza de las piezas antes y después de soldar. Se analizan en conjunto a pesar de tener características diferentes.

#### a. El cepillo de acero

Está formado por un conjunto de alambres de acero y un mango de madera por donde se sujeta.

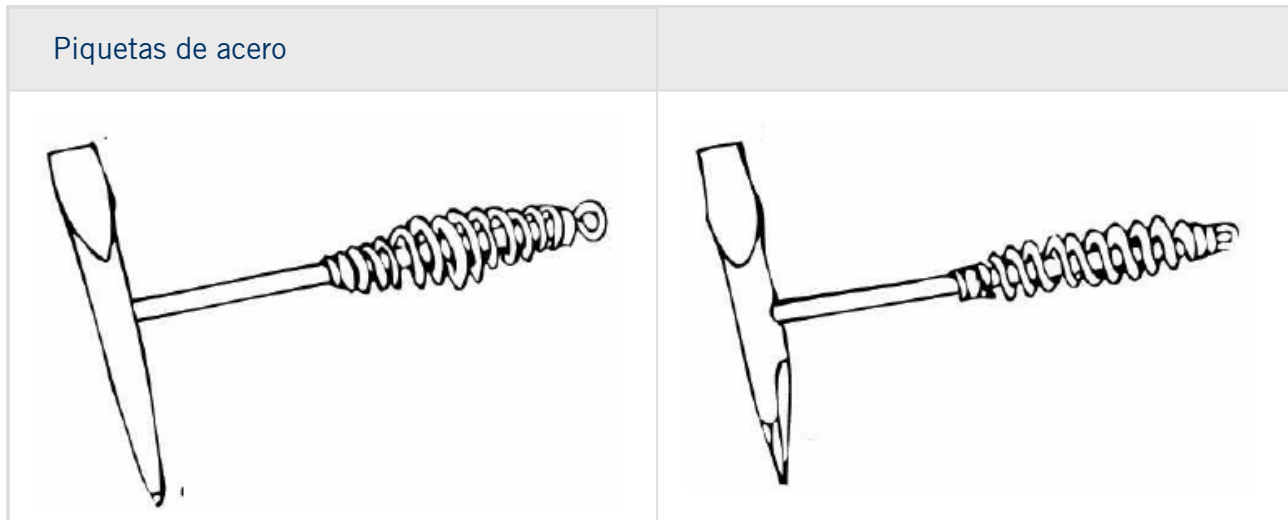


#### b. La piqueta

Está constituida por un cabo que puede ser de madera o de acero.



El cuerpo de las piquetas es alargado, uno de sus extremos termina en punta y el otro en forma de cincel, y tiene sus puntas endurecidas y agudas. En las siguientes ilustraciones se pueden apreciar dos piquetas de acero con terminaciones con diferentes formas de cincel.



Soplo magnético.

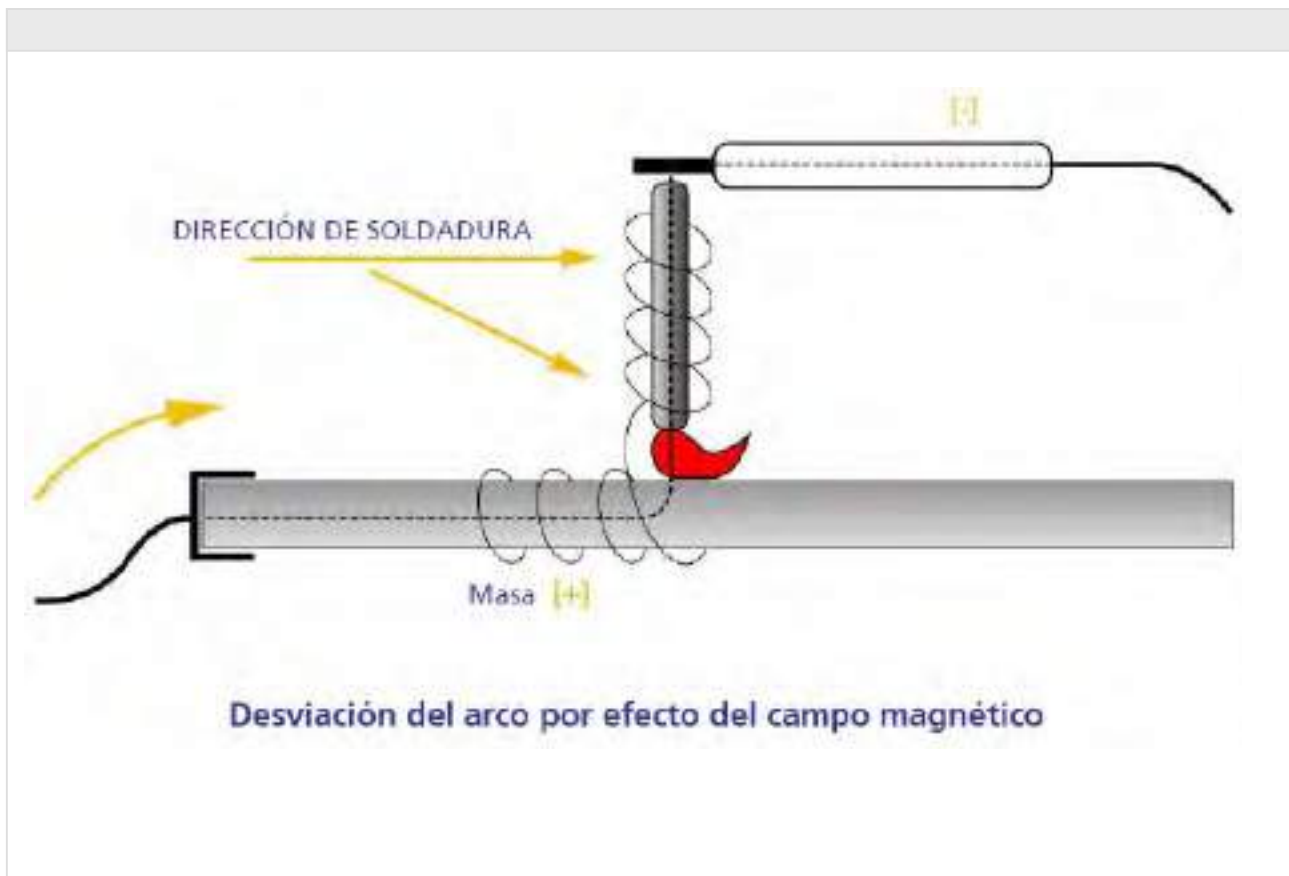
Efecto del soplo magnético.

Como cualquier conductor que transporte corriente eléctrica, el arco eléctrico está sometido a un campo magnético. En caso de impedir la distribución simétrica de este campo magnético en el arco se provocará un soplo magnético.

Causas más frecuentes del soplo magnético.

Se presentan algunas de las causas del soplo magnético, fundamentalmente con el uso de la corriente continua.





Medidas para eliminar o disminuir el efecto del soplo magnético.

- Cambiar de posición la conexión del cable de tierra.
- Puntear en varios sectores de la junta a ser soldada.
- Variar la inclinación del electrodo.
- Calentar la pieza, cuando uno de los elementos a ser soldados es de mayor espesor que el otro.
- Si es posible, utilizar corriente alternada en lugar de corriente continua.

**ACTIVIDAD 3.**

Conocer los pasos en la operación del arco eléctrico es indispensable para utilizar el equipo.



Ordene los pasos en forma correcta, completando el número según corresponda.

- Colocar el electrodo en la pinza porta-electrodo.
- Encender el arco.
- Limpiar la pieza a soldar.
- Mantener el electrodo a distancia constante del núcleo.
- Encender la máquina.
- Regular el amperaje de la máquina
- Colocar el material sobre la mesa de trabajo.
- Fijar la conexión de masa sobre la mesa de soldar.
- Apagar el arco retirando el electrodo de la pieza.

**ACTIVIDAD 4.**

Identificar las posiciones de soldadura le facilitará su desempeño a la hora de trabajar con el equipo de arco eléctrico.

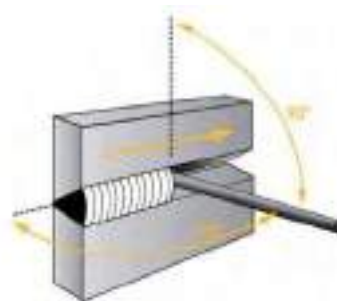


Una con flechas la posición de soldadura con la representación correspondiente.

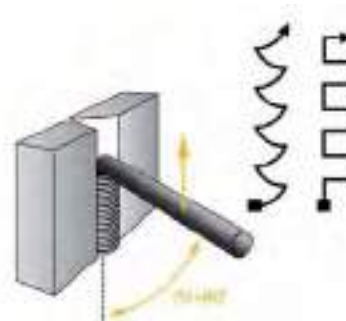
Posición horizontal



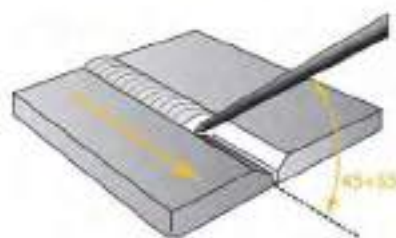
Empalme en plano vertical



Posición plana



Posición vertical



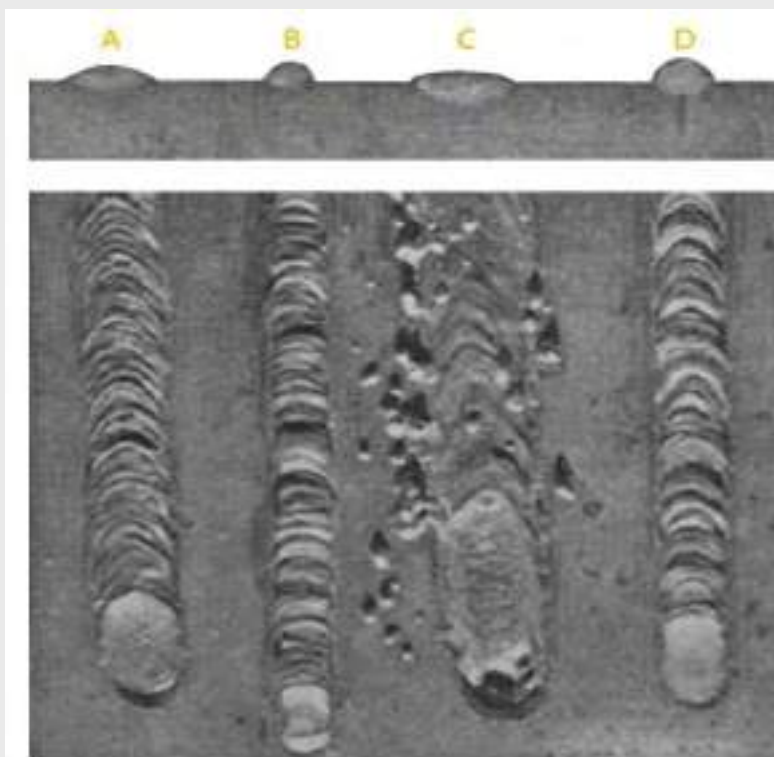
**ACTIVIDAD 5.**

Poder identificar las características del arco y de la soldadura bajo condiciones correctas e incorrectas le permitirá mejorar el proceso de soldadura.



Complete la siguiente tabla identificando las características que presenta cada soldadura de la figura.

|                      | A      | B      | C        | D      |
|----------------------|--------|--------|----------|--------|
| Amperaje             | Normal | Bajo   |          | Normal |
| Voltaje              | Normal |        | Normal   |        |
| Velocidad            | Normal | Normal |          | Normal |
| Fusión del electrodo |        | Buena  | Profunda |        |

**¡Felicitaciones!**

Usted ha finalizado el capítulo 2.

A continuación se desarrollará el capítulo Inspección y control de soldaduras.



# Inspección y control de soldaduras

## TEMAS DEL CAPÍTULO 3

---

### 3.1 Tipos de control

61

Se presentan los métodos de inspección y control de la soldadura por arco eléctrico que se aplican en el trabajo de la planta.

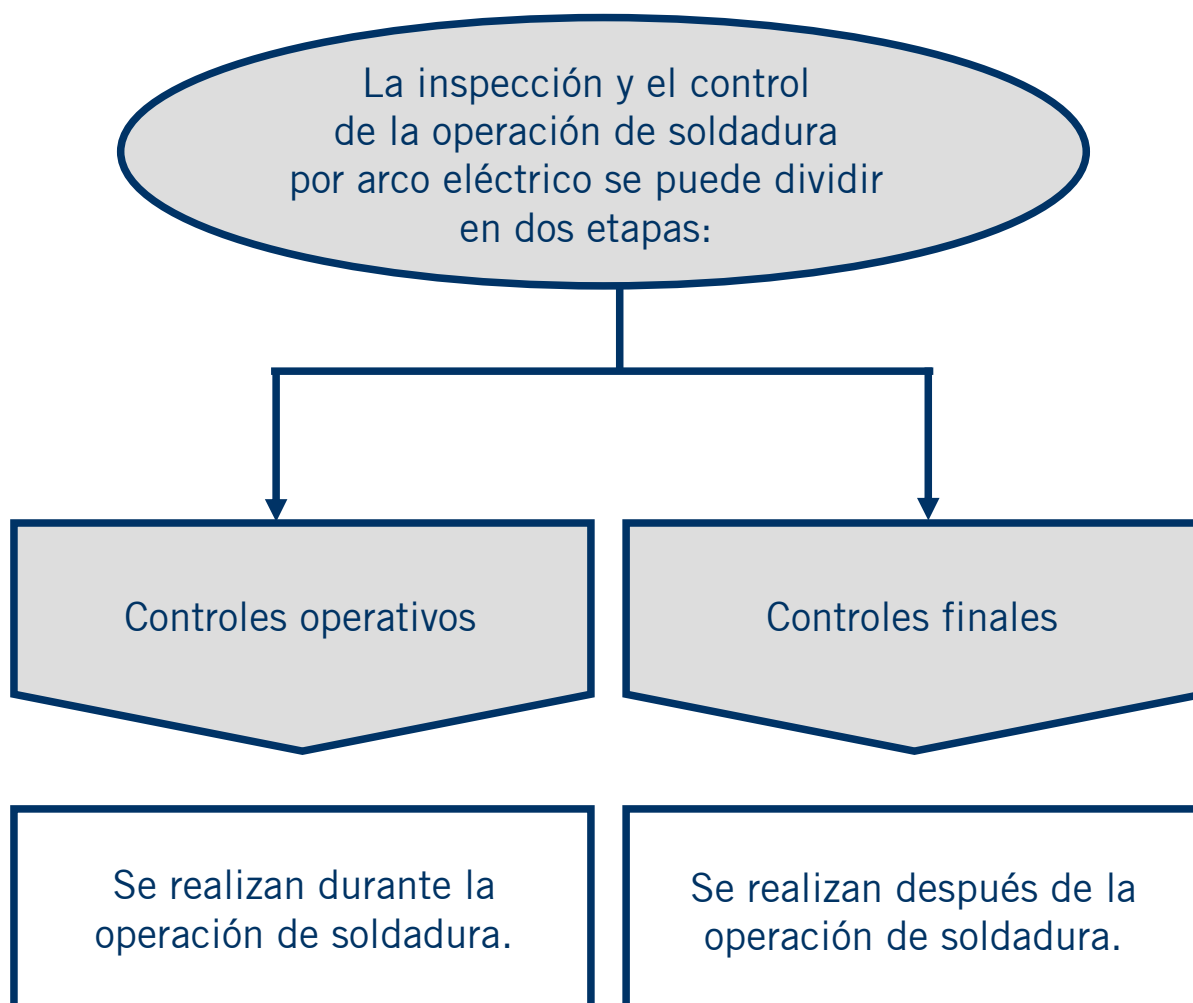




## 3.1 Tipos de control

Se presentan distintos métodos de control que se deben aplicar a lo largo del proceso de soldadura con arco eléctrico.

Inspección y control de las juntas soldadas.



### Controles operativos.

A lo largo del proceso de soldadura se deben efectuar distintos controles para asegurarse que la operación se esté llevando a cabo correctamente:

- Control de la temperatura de precalentamiento: se realiza con lápices especiales para medir temperaturas hasta 600 °C (1112 °F), o con termómetros de contacto para medir temperaturas hasta 1250 °C (2282 °F).
- Control del diámetro de los electrodos o alambre por pasada.
- Control de cumplimiento de los parámetros de soldadura: se verifica la intensidad y tensión de la corriente de soldadura en cada pasada, y la velocidad de avance y del alambre en caso de soldadura automática.
- Control de la temperatura entre las pasadas: se recomienda efectuarlo especialmente para los aceros susceptibles al sobrecalentamiento o a la aparición de estructuras de temple.
- Control del cumplimiento del número y orden de aplicación de las pasadas.
- Inspección visual del aspecto de cada pasada después de la aplicación y eliminación de toda la escoria.
- Control con líquidos penetrantes en el cordón de raíz.

### Controles finales.

Estos controles se efectúan después de la operación de soldadura y pueden ser de dos tipos:

- a. Controles finales no destructivos.
- b. Controles finales destructivos.

#### a. Controles finales no destructivos

Se denominan no destructivos ya que la inspección con estos métodos no afecta la integridad de la junta soldada, ni el comportamiento durante el servicio de las piezas o estructuras soldadas. Entre estos métodos se encuentran:

- Control visual: se efectúa a simple vista, con la ayuda de lupas, con vernieres u otros instrumentos de medida.
- Control por radiaciones penetrantes (Rayos X o Gamma).
- Control por ultrasonido.
- Control por métodos magnéticos.
- Control por líquidos penetrantes.
- Control de la estructura soldada con bancos de pruebas para la sollicitación dinámica o estática.
- Pruebas hidráulicas.
- Pruebas neumáticas.
- Pruebas con petróleo.
- Pruebas con amoníaco.

#### b. Controles finales destructivos

Estos controles se efectúan en una muestra o modelo de la soldadura, soldando el mismo material base (misma calidad y tamaño) con los mismos parámetros de soldadura. Generalmente, los modelos se sueldan como una prolongación de la soldadura misma. Después, con los modelos se fabrican las probetas sobre las cuales se van a aplicar los ensayos destructivos. Las piezas o zonas que son evaluadas con estos métodos de control no pueden ser utilizadas ya que se afecta la integridad de dichas piezas.

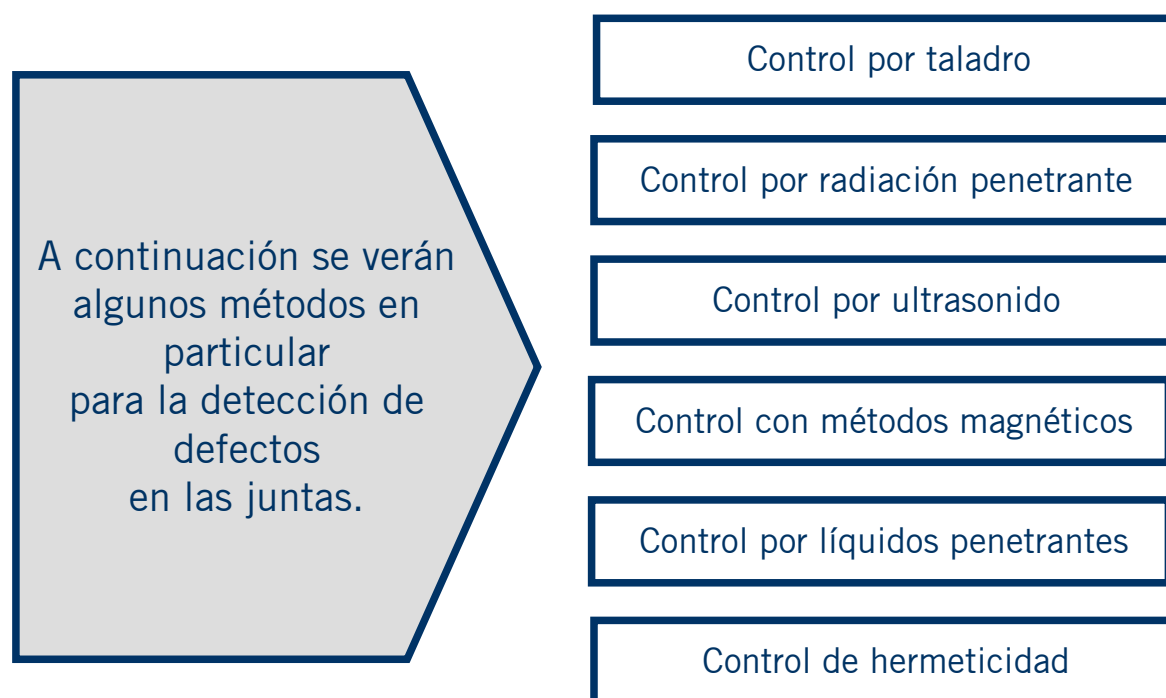
### Análisis metalográficos.

Los análisis metalográficos tienen por objeto poner a prueba la macro y microestructura del metal soldado.

En el análisis de la macroestructura se pueden identificar defectos como poros, fisuras e inclusiones, examinando la configuración en la sección del cordón de soldadura y en la zona afectada por el calor.

El análisis de la microestructura pone en evidencia las fisuras, poros e inclusiones a nivel micro, en cada una de las diferentes zonas de la soldadura. A través de este método se puede determinar el contenido aproximado de carbono del material base y la precipitación de carburos en los aceros inoxidables.

Métodos para la identificación de los defectos en las juntas soldadas.



### Control por taladro.

Se recomienda utilizarlo especialmente para la identificación de las causas de daño parcial en las construcciones soldadas en servicio. No es recomendable en estructuras soldadas que se encuentren bajo sollicitación dinámica.

Se ejecuta con brocas con ángulo de 90° y con un diámetro que permita exponer toda la sección de la junta. El taladrado se debe efectuar por pasos para poder observar el estado del cordón a medida que se va penetrando en él.

### Control con radiación penetrante.

#### a. Generalidades

Es uno de los controles más comúnmente aplicados. Provee datos sobre la medida, la forma, la posición en plano y la frecuencia de los defectos. Las normas de trabajo ofrecen patrones de comparación para evaluar la calidad de la soldadura.

#### b. Principios del método

Las radiaciones penetran la junta soldada, siendo parcialmente absorbidas y dispersadas, y los rayos impresionan una placa fotográfica colocada en la parte opuesta a la fuente radiactiva.

Al penetrar la soldadura, los rayos son absorbidos en función del espesor del material. Si en la soldadura existe un defecto (poros, inclusiones, fisuras, etc.), en estas zonas la radiación absorbida es menor que en las zonas donde no hay defectos, produciéndose en la placa fotográfica una mancha más oscura con la forma de la proyección del defecto sobre el plano de la placa.

Las piezas examinadas no deben tener variaciones bruscas del espesor, ya que espesores mayores oscurecen la imagen y el producto no queda controlado en dichas zonas.

El método de control por radiaciones penetrantes es de muy difícil aplicación en las soldaduras a filete. Esto se debe a que no asegura el descubrimiento de todos los defectos.

Antes de efectuar la radiografía, los cordones de soldadura se deben limpiar cuidadosamente, eliminando la escoria y las salpicaduras de metal u otras impurezas, y después examinar y controlar el aspecto exterior.

Los cordones con defectos superficiales deben ser reparados antes de aplicar el control por radiación penetrante. Luego, las zonas donde se efectúan las reparaciones deben ser controladas al 100% mediante las radiaciones penetrantes, debido a que pueden tener defectos o estar mal ejecutadas.

## Control por ultrasonido.

### a. Generalidades

Las vibraciones ultrasónicas son vibraciones elásticas de las partículas de un material con una frecuencia mayor que el límite superior de frecuencias acústicas (por encima de 20 MHz).

Para el control por ultrasonido se utilizan vibraciones con frecuencias de 2 a 5 MHz. que penetran en el material metálico a analizar. Cuando se encuentra un defecto (una discontinuidad), las ondas ultrasónicas se reflejan en los defectos y regresan a la superficie de la pieza mediante impulsos que se visualizan en la pantalla del osciloscopio.

### b. Ventajas y límites del Procedimiento

Es recomendable utilizar este método de control para inspeccionar material base y cordones de soldadura con espesores entre 8 y 500 mm (0.31 y 19.68 in), ya que permite detectar defectos ubicados a profundidades mayores a 3 mm de la superficie del material a analizar. Para espesores menores de 10 mm se presentan dificultades para distinguir entre las irregularidades superficiales y los defectos internos del material.

Es un procedimiento barato y productivo: para inspeccionar 1 metro (39.37 in) de soldadura se necesita de 10 a 15 minutos.

Sin embargo, para inspeccionar la soldadura con este método se requiere tener una preparación específica.

El control por ultrasonido aplicado a soldaduras de planchas gruesas permite la identificación de defectos pequeños, que en cambio son difícilmente detectables radiográficamente. De la misma forma, se puede determinar la profundidad a la que se encuentra el defecto, cosa que no se puede conseguir radiográficamente.

Cuando las condiciones de trabajo lo requieren, el material base debe ser inspeccionado por ultrasonido antes de ejecutarse la soldadura. De lo contrario, si hay defectos en la zona adyacente al cordón de soldadura se pueden producir interpretaciones erróneas en cuanto a la ubicación exacta del defecto.

Para la aplicación de este método es necesario lograr un buen contacto acústico entre el palpador y la superficie de la pieza a analizar. Para ello la superficie de la pieza debe cumplir con algunos requisitos de calidad: debe ser limpiada cuidadosamente de 100 a 150 mm a cada lado del cordón de soldadura, eliminando salpicaduras, escorias, irregularidades, basura, etc. El ancho de la superficie de análisis será en función del espesor de la plancha.

Las soldaduras a filete son de difícil control y se presentan casos en los cuales es prácticamente imposible la aplicación de este método. Antes de la utilización de los equipos de ultrasonido debe efectuarse la calibración usando patrones especiales.

En vista de las ventajas y limitaciones del método de inspección por ultrasonido, se recomienda usarlo asociado con otros métodos de análisis.

## Control con métodos magnéticos.

### a. Generalidades

El principio de este método está basado en el fenómeno de magnetización de la pieza metálica que se analiza. Las piezas de material ferromagnético tienen una permeabilidad magnética grande. El flujo magnético penetra en el interior de la pieza sin salir a su superficie.

Si en el interior de la pieza existe un defecto, por ejemplo una fisura, el flujo electromagnético envuelve al defecto por que el aire o la escoria que lo llena tiene una permeabilidad magnética mucho menor (aproximadamente 1000 veces menor) que el metal, por lo que ofrece una gran resistencia al flujo magnético. Cuando el defecto está ubicado cerca de la superficie de la pieza, el flujo magnético sale parcialmente a la superficie, bordeando el defecto y produciendo una distorsión local del campo magnético. Estas perturbaciones se evidencian por medio de polvos magnéticos.

### b. Ventajas y límites del procedimiento

El procedimiento de control con el uso de los polvos magnéticos es muy eficiente para descubrir fisuras finas u otros defectos alargados ubicados cerca de la superficie de la soldadura.

Para obtener buenos resultados con este método de control se recomienda la preparación de la junta soldada a nivel del material base, con una rugosidad superficial menor de  $10\ \mu\text{m}$ , y las salpicaduras, óxidos, escoria e irregularidades, deben ser eliminados por esmerilado.

Generalmente, la inspección para la detección de irregularidades se hace con luz ultravioleta debido a que el polvo magnético contiene un revelador fluorescente.

Por este método no pueden ser detectados defectos redondos o esféricos, como poros, u otros defectos ubicados a gran profundidad. Por otro lado, este método no puede ser utilizado en aceros inoxidables, ya que los mismos no son magnéticos.

El control por polvo magnético se recomienda como un método práctico y productivo para identificar defectos ubicados cerca de la superficie de la pieza, y es muy útil como complemento al ultrasonido.

## Control por líquidos penetrantes.

### a. Generalidades

El control por líquidos penetrantes se utiliza para evidenciar defectos abiertos a la superficie del cordón de soldadura (como por ejemplo fisuras, poros o inclusiones). Este tipo de control se ejecuta solamente sobre las superficies lisas, sin rayas o irregularidades, donde es posible que se retenga el líquido penetrante sin posibilidad de removerlo completamente.

### b. Forma de aplicación

La superficie de la pieza que se controla por líquidos penetrantes se limpia cuidadosamente, de cualquier tipo de impurezas, utilizando desengrasantes y un trapo, seco y limpio, para hacer una limpieza profunda. Después que se seque completamente la superficie se aplica el líquido penetrante.

El líquido penetrante, comúnmente de color rojo, se rocía sobre la superficie de la pieza. Se debe esperar de 10 a 15 minutos para que el líquido pueda penetrar en las fisuras finas. Después de cumplido el tiempo de espera, se debe remover el líquido cuidadosamente utilizando trapos limpios y secos. La remoción cuidadosa del líquido penetrante es fundamental, ya que este sólo debe estar dentro de las fisuras o defectos superficiales. Luego se rocía el revelador, generalmente de color blanco, en forma uniforme. Si existiesen defectos superficiales, aparecerán señales de color rojo sobre el revelador. Cuando los defectos son grandes y profundos, las señales se manifiestan rápidamente. Para evidenciar defectos pequeños se necesitan tiempos de espera de aproximadamente 10 min.

Este método no se debe aplicar sobre piezas con temperatura superior a los 70 °C. Si quedan dudas con respecto a la existencia de algún defecto, después de la remoción del revelador se vuelve a aplicar la técnica. Si aparecen manchas rojas nuevamente, esto significa que existen los defectos. Después de efectuada la reparación se repite el método de control para verificar la eliminación completa de dichos defectos.

Se aplica extensamente en las soldaduras de aceros sensibles a la fisuración. La pasada de raíz se controla después del esmerilado y antes de la aplicación de la siguiente pasada.

### c. Ventajas del método

- Simplicidad.
- La posibilidad de inspeccionar materiales paramagnéticos (aceros austeníticos, aluminio, cobre, bronce, etc.).
- Bajo costo.
- Operatividad.

## Control de hermeticidad.

### a. Generalidades

Esta propiedad indica que la soldadura no permite el paso de un fluido de un lado a otro. En función de los requisitos del proyecto, la hermeticidad del equipo se evalúa por las siguientes pruebas.

#### I. Prueba hidráulica en frío

La prueba consiste en llenar parcial o totalmente con agua el recipiente soldado, produciendo una sobre presión en el interior y manteniéndola por un período de tiempo durante el cual se monitorea la variación de está y se inspeccionan los cordones de soldadura. Después se baja la sobre presión a cero y se elimina el agua del recipiente.

Las pruebas hidráulicas se efectúan después que todos los defectos de soldadura, evidenciados por otros métodos de control, hayan sido reparados. Se efectúa en la planta de la fabricación de los recipientes, con amoníaco u otras pruebas, antes de pintar el recipiente.

#### II. Prueba neumática

Un tipo de prueba neumática consiste en introducir aire comprimido en el recipiente que será inspeccionado. Los cordones de soldadura se untan con emulsión de agua y jabón, y se detectan fugas por medio de las burbujas de aire que se producen. Otro tipo de prueba neumática consiste en sumergir el recipiente en agua y llenarlo con aire comprimido.

Todos los defectos detectados en los cordones de soldadura se reparan y se repite la prueba. Los valores de presión de aire y el tiempo de mantenimiento de la presión se indican en las normas de fabricación.

### III. Otras pruebas de hermeticidad

- Pruebas con petróleo.
- Pruebas con amoníaco.
- Pruebas con gases inertes: Helio, Freón, Argón (método por espectrómetro de masas).

#### ACTIVIDAD 6.

La siguiente actividad le permitirá verificar si ha comprendido qué controles efectuar en determinadas situaciones en el proceso de soldadura.



Sin recurrir al manual, indique qué control aplicaría en las situaciones que se presentan a continuación.

**1**

Si desea identificar causas de daño parcial en las construcciones soldadas en servicio \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**2**

Para obtener datos sobre la medida, la forma, la posición en plano y la frecuencia de los defectos \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**3**

Para inspeccionar material base y cordones de soldadura con espesores entre 8 y 500 mm (0.31 y 19.68 in) \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



**ACTIVIDAD 7.**

La siguiente actividad le permitirá verificar si ha comprendido las ventajas de los métodos de control vistos.



Una el tipo de control con sus correspondientes ventajas.

Control con  
métodos  
magnéticos

- Permite detectar defectos ubicados a profundidades mayores a 3 mm de la superficie del material a analizar.
- Es un procedimiento barato y productivo.

Control por  
ultrasonido

- Es muy eficiente para descubrir fisuras finas u otros defectos alargados ubicados cerca de la superficie de la soldadura.

Control por  
líquidos  
penetrantes

- Simplicidad, bajo costo y operatividad.
- La posibilidad de inspeccionar materiales paramagnéticos (aceros austeníticos, aluminio, cobre, bronce, etc.).

**¡Felicitaciones!**

Usted ha finalizado el capítulo 3.

Ha finalizado el curso Soldadura por arco eléctrico e inspección.



Manual de Contenido  
del Participante

# Oxicorte



TX-TSP-0002

ESPAÑOL

## Propósito y Objetivos de este Manual

Este manual tiene como propósito capacitarlo en el Proceso de Oxicrote manual.

Los objetivos de este manual se orientan al cumplimiento de los siguientes puntos:



Aplicar el procedimiento de Oxicrote Manual.



Usar adecuadamente el Equipo Oxiacetilénico.



Distinguir los diferentes Defectos de corte.



Utilizar correctamente el Equipo de Protección Personal.

Es importante comprender las consecuencias que el desconocimiento de los conceptos y principios explicados en este manual puede ocasionar en la salud, seguridad y medio ambiente y en la calidad del producto final.

# Cómo Utilizar este Manual

Este manual muestra cuáles son las consideraciones específicas a tener en cuenta en el proceso de Oxicorte manual.

En el manual usted puede encontrar información acerca de cómo llevar a cabo el proceso de Oxicorte. Asimismo, se detallarán las precauciones necesarias para la ejecución del corte. Por último, encontrará actividades sugeridas para realizar, con el fin de profundizar y aplicar sus conocimientos en Oxicorte.



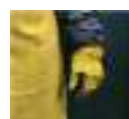
**CAPÍTULO 1** 5  
Introducción al Oxicorte



**CAPÍTULO 2** 9  
Gases Utilizados en Oxicorte



**CAPÍTULO 3** 13  
Equipo Oxiacetilénico:  
Componentes y Características



**CAPÍTULO 4** 28  
Equipo Oxiacetilénico: Equipo  
de Protección Personal



**CAPÍTULO 5** 34  
Equipo Oxiacetilénico:  
Preparación



**CAPÍTULO 6** 43  
Oxicorte Manual: Procedimiento



**CAPÍTULO 7** 52  
Defectos: Clasificación



**CAPÍTULO 8** 65  
Reglas para el manejo de  
cilindros

El manual contiene pequeñas figuras que se repiten en todos los capítulos y que son una forma de organización de la información para hacer más fácil y dinámica la lectura. Estas figuras se denominan íconos.

A continuación hay una descripción de la utilización de cada ícono, es decir en qué oportunidad aparecen:



### GLOSARIO

Explica términos y siglas.



### RECUERDE

Refuerza un concepto ya mencionado en el texto del manual.



### ANEXO

Profundiza conceptos.



### MANTENIMIENTO

Resalta procedimientos necesarios de mantenimiento.



### PREGUNTAS

Presenta preguntas disparadoras.



### ATENCIÓN

Destaca conceptos importantes.



### EJEMPLO

Ilustra con situaciones reales los temas tratados.



### ACTIVIDAD

Señala el comienzo de un ejercicio que le permitirá reforzar lo aprendido.



### EXAMEN FINAL

Señala el comienzo de la evaluación final.



### FIN DE CAPÍTULO

Señala la finalización del capítulo.



### FIN DE MANUAL

Señala la finalización del manual.

# Introducción al Oxicorte

## TEMAS DEL CAPÍTULO 1

---

|   |   |
|---|---|
| 1.1 Conocimientos Previos de Oxicorte   | 6 |
| 1.2 Descripción del Proceso de Oxicorte | 7 |

Este capítulo brinda una explicación introductoria al proceso de Oxicorte y a los elementos que intervienen en este mismo procedimiento.



## 1.1 Conocimientos Previos de Oxicorte

Indagar los conocimientos previos en relación al Oxicorte posibilitará explayarnos con mayor profundidad en este proceso.



### ACTIVIDAD 1.

Basándose en los conocimientos previos que posee acerca del proceso de Oxicorte, complete el siguiente ejercicio.



Marque verdadero o falso las siguientes afirmaciones.

|   | FALSO                    | VERDADERO                |
|---|--------------------------|--------------------------|
| 1 El proceso de Oxicorte se produce por la fusión del metal.              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2 La presencia de aleantes favorece el proceso de Oxicorte.               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3 El Oxicorte manual permite seccionar acero de distinto espesor y forma. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

## 1.2 Descripción del Proceso de Oxicorte

Conocer el proceso mediante el cual se lleva a cabo el Oxicorte ayudará a tomar las precauciones necesarias para su desarrollo eficaz.



El proceso de Oxicorte se produce por la combustión del metal y no por la fusión del metal, como podría parecer. En otras palabras al cortar quemamos el metal a medida que avanzamos con el soplete. Por esta razón, la presencia de aleantes se hace crítica, ya que merman la capacidad del acero a ser quemado.

¿Qué se necesita para que se produzca una reacción de combustión?

- Presencia de combustible (a su temperatura de ignición).
- Presencia de comburente (en una mínima proporción).
- Un agente iniciador.

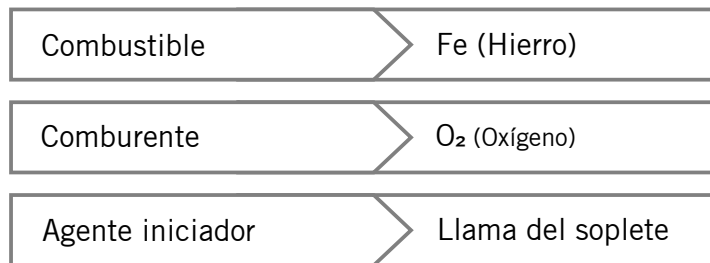
### GLOSARIO



- **Combustible:** cualquier material capaz de liberar energía cuando se cambia o transforma su estructura química. Supone la liberación de una energía de su forma potencial a una forma utilizable.
- **Comburente:** toda mezcla de gases en la cual el Oxígeno está en proporción suficiente para que se produzca la combustión.
- **Agente Iniciador:** sustancia o elemento que dispara la reacción.



En el proceso de Oxicorte:



### ATENCIÓN



En condiciones normales, aunque apliquemos un agente iniciador a una pieza de acero, ésta no arde espontáneamente por dos motivos:

1. El Hierro contenido no está a su temperatura de ignición (aproximadamente 870°C).
2. El Oxígeno atmosférico no es lo suficientemente puro (el Oxígeno atmosférico se encuentra en una proporción del 20% y la proporción mínima necesaria para quemar el Hierro es un 87%).

Se conoce como Oxicorte manual al procedimiento utilizado industrialmente para seccionar el acero de diferente espesor y forma.



Está basado en el principio de oxidación ferrosa. Tiene gran aplicación en el corte de probetas, la preparación de lingotes, etc. así como en la fabricación y montaje de estructuras soldadas.

### ¡Felicitaciones!

Usted ha finalizado el capítulo 1.

A continuación se desarrollará el capítulo Gases Utilizados en Oxicorte.



# Gases utilizados en Oxicorte

## TEMAS DEL CAPÍTULO 2

---

### 2.1 Elementos de la Combustión

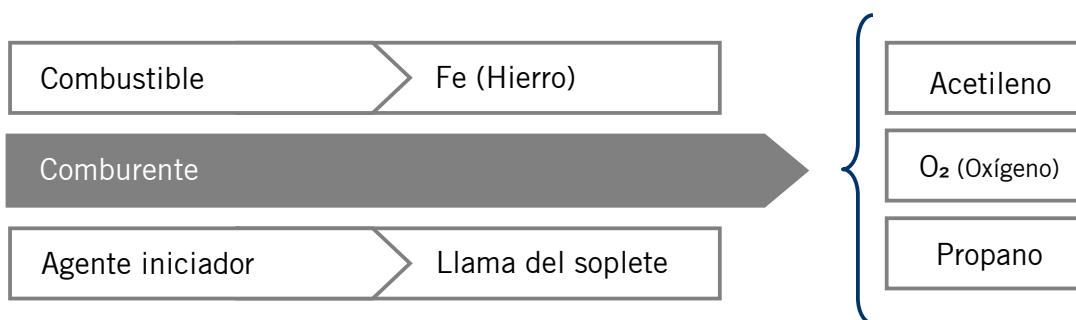
10

Este capítulo especifica los elementos químicos que producen la combustión en el proceso de Oxicorte. Conocer sus características permitirá tomar los recaudos necesarios para ejecutar el corte.



## 2.1 Elementos de la combustión

Definir los elementos de combustión permitirá conocer cómo se produce la reacción de acuerdo a las características propias de cada gas.



El Oxígeno, Acetileno y el Propano son elementos químicos utilizados para producir la combustión en los procesos de Oxicorte.

### ACETILENO



Es un gas incoloro, combustible, de un olor característico, es parecido al Zinc cuando éste se quema, se produce por reacción química del carburo de calcio y agua. El carburo de calcio es un compuesto químico con aspecto de piedra producida por fusión de cal y carbón de coque en un horno eléctrico.

#### Condiciones de uso:

El Acetileno no puede comprimirse como otros gases a presiones elevadas, por riesgo a explosiones. Por tal razón, se envasa en un cilindro de acero cuyo interior está lleno de una masa porosa, que es embebida en acetona, la cual tiene la propiedad de disolver grandes proporciones de Acetileno, evitando que se produzcan cavidades donde pudiera quedar gas libre a alta presión.

#### Cuidados:

No se debe utilizar el Acetileno a presiones mayores de 1.06 Kg/cm<sup>2</sup>, ya que existe el riesgo de explosión.

### GLOSARIO

- **Destilación fraccionada del aire:** es el resultado de la separación en forma continua del Oxígeno, en una columna de destilación, del resto de los componentes gaseosos del aire.



## OXÍGENO



Es un gas comburente, inodoro, insípido e incoloro, se utiliza para mantener e intensificar la combustión. Se encuentra en la atmósfera, en una proporción de 21%, también se lo encuentra formando gran cantidad de óxidos, sales oxigenadas, el alcohol, el azúcar, la celulosa y además de otros compuestos. Se puede obtener partiendo de la destilación fraccionada del aire. Es almacenado en cilindros a una presión de 150 Kg/cm<sup>2</sup>.

## Función:

- Permite el corte de los metales, debido a la oxidación que produce.
- Mezclado con Acetileno se obtiene una flama cuya temperatura alcanza aproximadamente a 3200 °C, permitiendo el corte y soldadura de piezas.
- Para el uso del cortador o soldador, normalmente se encuentra envasado en cilindros.
- El Oxígeno mezclado con el Propano alcanza una temperatura de 2780 °C, esto permite soldar materiales blandos (Estaño-Plata).

## Cuidados:

En contacto con aceites y grasas es inflamable.

## PROPANO



Es un gas combustible que se emplea generalmente para el corte de metales ferrosos. Se obtiene de la separación de los hidrocarburos del petróleo crudo. Estos hidrocarburos, son sometidos a un proceso de destilación que, por medio de sucesivos enfriamientos y calentamientos, separan de la mezcla aquellos productos derivados del gas. Luego son fraccionados para obtener independientemente gasolina, gas Butano y gas Propano. El gas Propano así obtenido, es envasado en recipientes cilíndricos o esféricos.

## Características:

- Alcanza una temperatura de 2780 °C aproximadamente, se licúa a los 44.5 °C, disminuyendo su volumen.
- Tiene un olor característico.
- Este gas mezclado con el Oxígeno produce una flama que permite el corte de metales, es más económico con relación a otros gases, siendo además liviano lo cual facilita su transporte.
- Su aplicación industrial en corte es limitado.
- La pureza del gas y la seguridad en su envasado son condiciones requeridas en el Propano.

## Cuidados:

Es un gas tóxico, inflamable, por lo tanto debe evitarse su inhalación y debe mantenerse lejos del calor excesivo.

**ACTIVIDAD 2.**

A partir del análisis de la explicación sobre los gases utilizados para el Oxicorte manual realice el siguiente ejercicio. Si lo cree necesario, consulte las páginas anteriores de este manual para buscar las referencias.



Complete en cada uno de los casos cuál es el gas que se utiliza.

Oxígeno

Acetileno

Propano

**1** Usos industriales

- +  ▷ Soldadura de metales blandos.
- +  ▷ Flama de alta temperatura para corte y soldadura de piezas.

**2** Precauciones

- ▷ Inflamable en contacto con aceites y grasas.
- ▷ No puede comprimirse a presiones elevadas por riesgo a explosión.
- ▷ Gas tóxico e inflamable.

**3** Envasado y transporte para oxicorte

- ▷ Almacenado en cilindros a 150 kg/cm<sup>2</sup>.
- ▷ Envasado en cilindros llenos de masa porosa embebida en Acetona.
- ▷ Se obtiene a partir de la destilación de Hidrocarburos y se almacena en tubos cilíndricos o esféricos.

**¡Felicitaciones!**

Usted ha finalizado el capítulo 2.  
A continuación se desarrollará el capítulo Equipo Oxiacetilénico:  
Componentes y Características



# Equipo Oxiacetilénico: Componentes y Características

## TEMAS DEL CAPÍTULO 3

---

|  |    |
|--|----|
| 3.1 Componentes                        | 14 |
| 3.2 Condiciones de Uso y Mantenimiento | 15 |
| 3.3 Características                    | 16 |

Este capítulo describe las características del equipo oxiacetilénico. Conocer cada una de sus partes facilitará su uso y ofrecerá mejores condiciones de seguridad al operario.



## 3.1 Componentes

Conocer la nominación de los accesorios que componen el equipo y su ubicación es importante para procurar un adecuado uso.



El equipo oxiacetilénico comprende el conjunto de elementos que, agrupados, permiten el paso de gases (Oxígeno-Acetileno) hasta un soplete en cuyo interior se produce la mezcla, la cual en contacto con una chispa produce una combustión necesaria en el proceso oxiacetilénico.

Componentes del equipo Oxiacetileno:

- 1 Cilindro para Oxígeno
- 2 Cilindro para Acetileno
- 3 Válvulas
- 4 y 5 Regulador de presión (para Oxígeno y para Acetileno)
- 6 Mangueras
- 7 Sopletes
- 8 Carro transporte
- 9 Válvula Check



## 3.2 Condiciones de uso y Mantenimiento

Conocer la nominación de los accesorios que componen el equipo y su ubicación es importante para procurar un adecuado uso.



### Ventajas de los equipos móviles:

- Los equipos móviles son de fácil transportación.
- El uso de este equipo combinado con un dispositivo adicional, facilita el corte de metales ferrosos.
- Permite el fácil calentamiento de piezas en lugares difíciles.

Condiciones de uso y mantenimiento:

### MANTENIMIENTO



Cada vez que se termine de usar el equipo es importante realizar las siguientes tareas de mantenimiento:

- Purgue el equipo (dejarlo sin presión).
- Desconéctelo totalmente.
- Limpie con trapos secos los accesorios (mangueras, sopletes, reguladores).
- Limpie las boquillas con la aguja correspondiente al orificio de la misma, teniendo en cuenta que la medida de la aguja sea igual a la de la boquilla.

### ATENCIÓN



El equipo de corte oxiacetilénico debe ser usado solamente por personas que conozcan perfectamente su funcionamiento, reuniendo condiciones óptimas de seguridad y contando con todos sus accesorios. Al manipular este equipo, debe evitarse el contacto del mismo con grasa o aceite, para evitar combustión explosiva.



## 3.3 Características

Conocer las características de cada accesorio permitirá su rápida distinción y tomar las precauciones específicas que se deben tener con cada elemento.



Características de los accesorios del equipo oxiacetilénico:

Cilindros para Oxígeno y Acetileno

Son dos recipientes especiales para almacenar los gases utilizados en corte oxiacetilénico.

Precauciones especiales para los cilindros para Oxígeno y Acetileno



Protegerlos de radiaciones caloríficas de cualquier clase.



Manipularlos con precaución, evitar golpes.



Cuando sea necesario mover los cilindros, éstos deben estar provistos de la tapa protectora de la válvula.

## 1

## CILINDRO PARA OXÍGENO

Es un recipiente alargado de acero, sin costuras.

El cuello del cilindro es más estrecho, está reforzado y contiene un roscado interior donde va montada la válvula de cierre.

El roscado exterior del cuello sirve para colocar la tapa protectora de la válvula.

El extremo inferior es plano para asegurarlo en su lugar de trabajo.



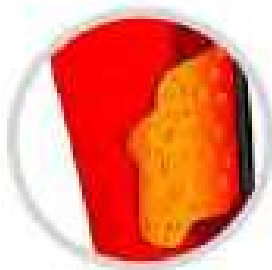
## 2

## CILINDRO PARA ACETILENO

Los cilindros para Acetileno se fabrican de acero sin costuras.

Debido a la tendencia del Acetileno a la descomposición explosiva, no se puede transportar y almacenar este gas a presión elevada en los envases. Sin embargo, para ser posible el uso de éstos cilindros es necesario disolver el acetileno en acetona, un líquido combustible y transparente, de esta forma se obtiene el Acetileno disuelto (gas disuelto).

Los cilindros van provistos de una válvula de seguridad, lo que permite la salida del gas en caso de recalentamiento del cilindro.



Para evitar peligros al comprimir el gas disuelto, se carga el cilindro con una masa porosa de fibras de asbesto, trocitos de carbón vegetal y tierra de infusorio. La porosidad de esta masa permite absorber la Acetona, luego el Acetileno introducido lentamente se disuelve uniformemente en la Acetona y se distribuye dentro del cilindro.

## PRECAUCIONES DURANTE EL CORTE

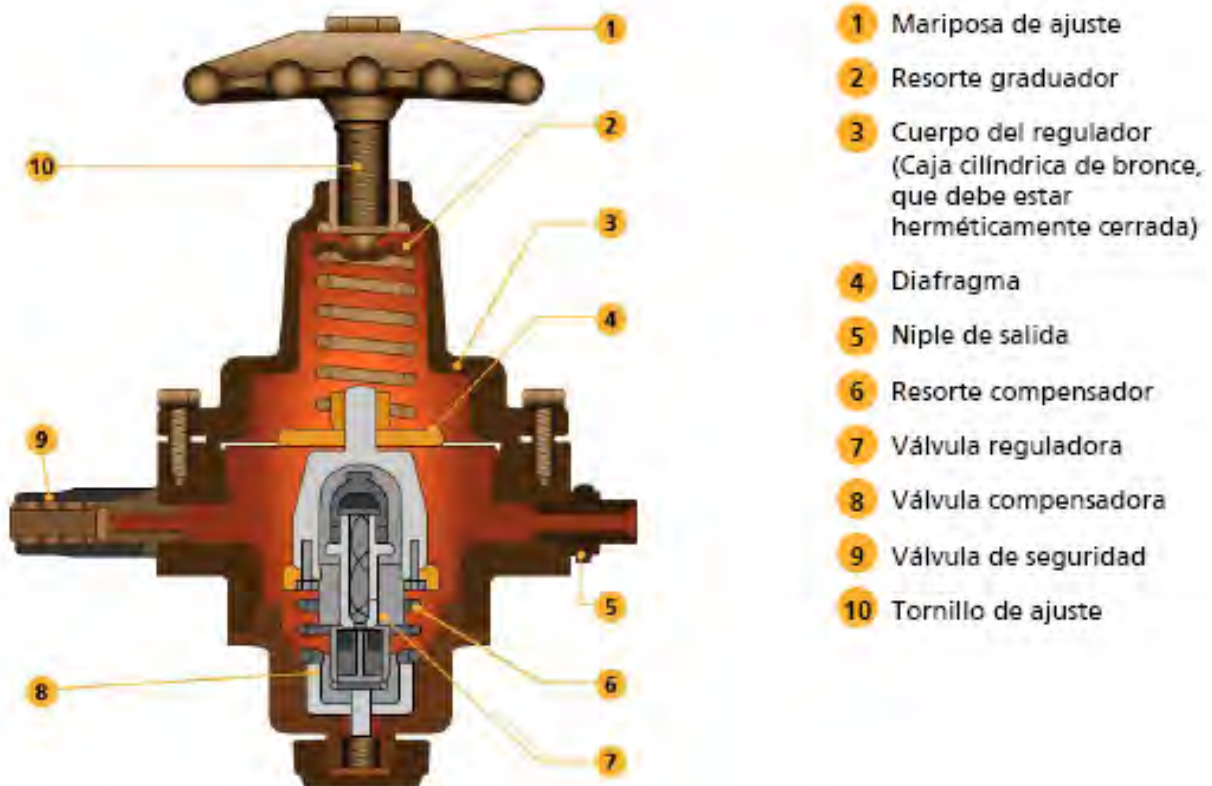
Durante el corte los cilindros de Acetileno deben permanecer en posición vertical. Proteja el cilindro de Acetileno contra cualquier fuego directo.

### 3 VÁLVULAS

Son dispositivos que permiten la entrada y salida de los gases. Generalmente son de bronce.



### REGULADOR DE PRESIÓN

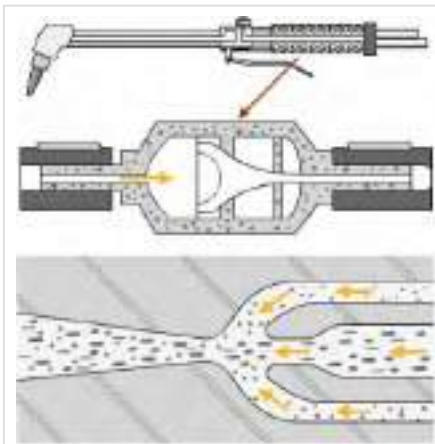


En el equipo de corte oxiacetilénico, hay dos tipos de válvulas:



#### A. Válvulas de seguridad en los reguladores

Tienen la finalidad de proteger al equipo ante la posibilidad de un aumento de presión dejando escapar el gas en exceso. Estas válvulas igual que los reguladores se fabrican en bronce.



#### B. Válvula Check (antirretorno)

La presión del gas levanta la compuerta cuando va en el sentido que indica la flecha y la cierra en el sentido contrario.

### ACTIVIDAD 3.

Se han introducido los conceptos sobre las válvulas del equipo oxiacetilénico.



Marque verdadero o falso las siguientes afirmaciones.

|   |  | FALSO                    | VERDADERO                |
|---|--|--------------------------|--------------------------|
| 1 | El equipo de corte oxiacetilénico tiene 4 válvulas en total: Una de seguridad y otra de retorno en cada cilindro.          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2 | El cilindro que contiene Acetileno no debe ser expuesto a altas temperaturas.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3 | Sólo es necesario que los cilindros tengan puesta la tapa protectora de la válvula, cuando se procede al corte de metales. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |



## 4 REGULADORES DE PRESIÓN

Son instrumentos que permiten reducir la elevada y variable presión del envase a una presión de trabajo adecuada y mantenerla constante durante el proceso.

Estos reguladores llevan dos puertos de presión, a los cuales se le adapta un juego de manómetros, uno de alta de presión y otro de baja presión.

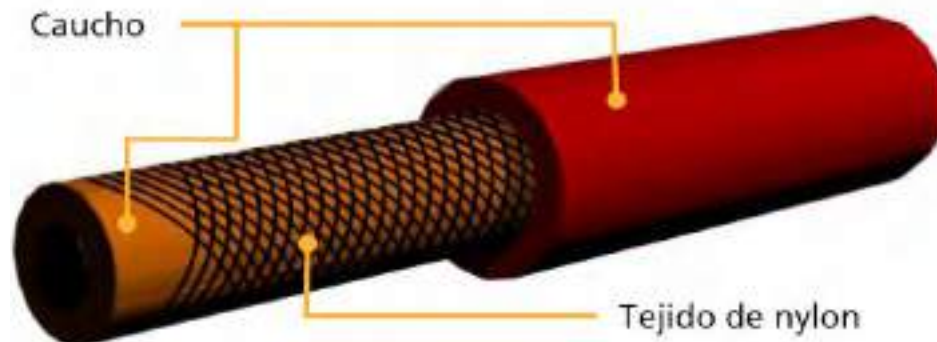


## 5

## MANGUERAS

Son conductos flexibles y libres de poros que permiten el paso de los gases.

En el equipo de Oxiacetileno existen dos conductos o mangueras, el de Oxígeno y el de Acetileno.



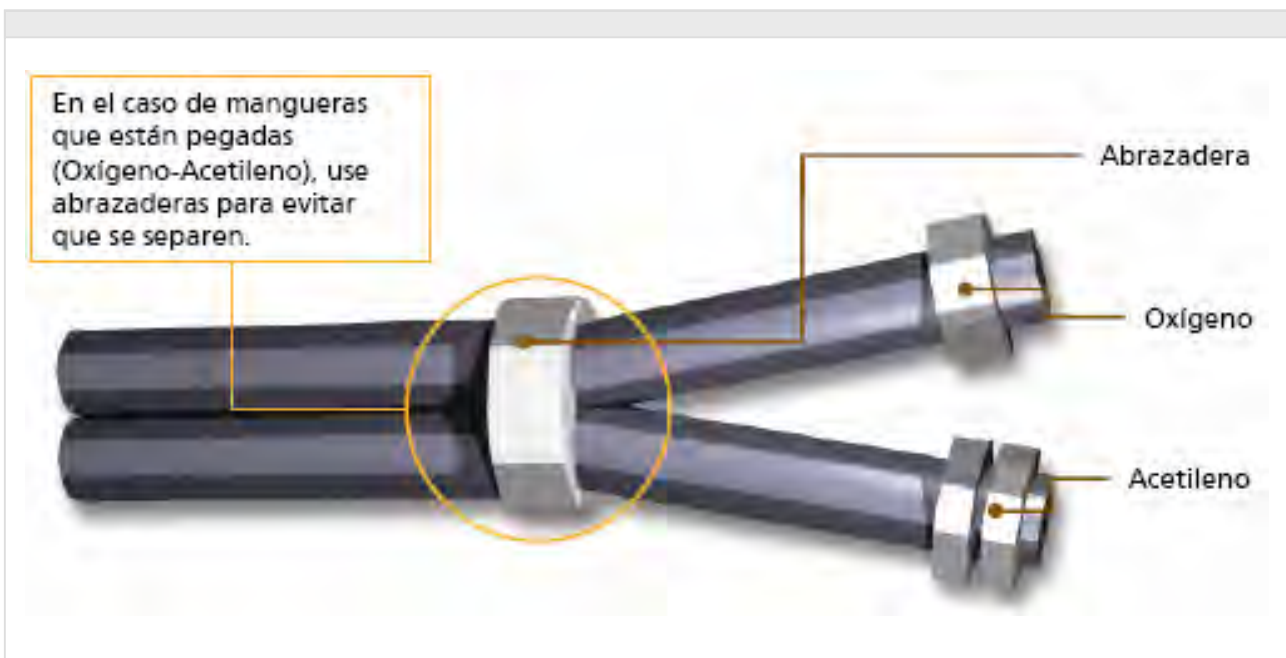
El material recomendado para la confección de las mangueras es el caucho natural o sintético con un refuerzo de tejido interno. Existen mangueras que para protección contra el desgaste y daños externos, vienen revestidas de un armazón de alambre y de asbesto.

| Mangueras para el Oxígeno  | Mangueras para el Acetileno  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deben ser lo más resistente posible al envejecimiento y a los cambios de temperatura.</li> <li>• Los colores característicos para la manguera del Oxígeno son azul, verde o negro.</li> <li>• Estas mangueras deben resistir una presión de prueba de 40 atm, el diámetro es de 1/8", 1/4" ó 3/8".</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• El color característico de estas mangueras es rojo y la presión de prueba es de 20 atm.</li> <li>• Se fabrican de varios diámetros, aunque comúnmente se utilizan mangueras de 1/4" para el Oxígeno y para el Acetileno.</li> </ul> |

### Sujeción de las mangueras



Para asegurar la manguera a los conectores, se utilizan los manguitos especiales (abrazaderas) cuyo tamaño, está de acuerdo al tamaño de la manguera. Estas abrazaderas se aprietan mediante un tornillo y tuercas. Para evitar que las mangueras se zafen, las abrazaderas vienen provistas de aletas estranguladas.



#### Nota:

Los niples de acoplamiento para los cilindros y para el soplete, son de rosca izquierda para el Acetileno y rosca derecha para el Oxígeno.



## 6

## SOPLETE (aditamento) DE CORTE



Implemento que proporciona un medio para mezclar Oxígeno con Propano o Acetileno en proporciones correctas, produciendo una flama de gran temperatura. Posee además un conducto adicional para el Oxígeno, que a alta presión proporciona el corte del metal.

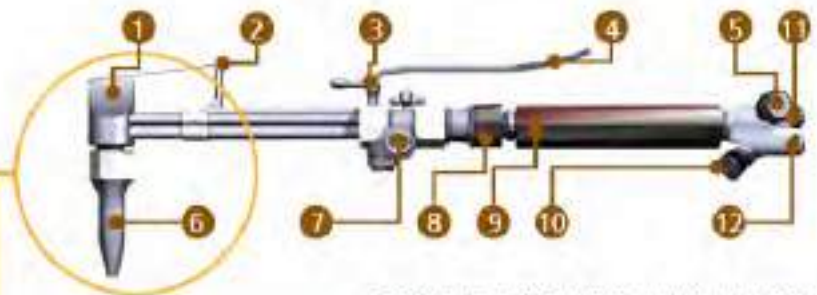
Los sopletes de corte pueden ser de dos tipos:

- Soplete acoplado a un mango de soldar.
- Soplete de corte fijo.

- |   |  |
|---|--|
| 1. Cabeza                                     | 7. Válvula de Oxígeno reguladora de la llama de calentar |
| 2. Mezclador                                  | 8. Conexión  |
| 3. Válvula alta presión (cilindro de Oxígeno) | 9. Mango   |
| 4. Palanca                                    | 10. Válvula de Acetileno                                 |
| 5. Válvula de Oxígeno                         | 11. Conexión de Oxígeno                                  |
| 6. Boquilla                                   | 12. Conexión de Acetileno                                |

#### Boquilla de corte

Elemento que ajustado al cabezal del soplete, permite la creación de una flama de caldeo, capaz de calentar el metal a cortar. Permite además el paso de un chorro de Oxígeno de alta presión para corte. Existen distintos tipos de boquillas.



SOPLETE ACOPLADO A UN MANGO



SOPLETE DE CORTE FIJO

#### ATENCIÓN

Tenga en cuenta la importancia de tener puestos los elementos de protección al manipular el soplete de corte.



## Tipos de boquillas de Corte.

Existen boquillas de corte para Acetileno y también boquillas para el corte con Propano. Esta última, consta de dos piezas.



¿Cuál es el criterio a seguir para la selección de la boquilla?

Para seleccionar la boquilla, se toma en consideración el espesor del material a cortar.

| ESPESOR DEL METAL EN mm (PULGADAS) | PRESIÓN DEL OXÍGENO EN Kg/cm <sup>2</sup> Lbs/Pulg <sup>2</sup> | PRESIÓN ACETILENO EN Kg/cm <sup>2</sup> | PRESIÓN DEL PROPANO EN Kg/cm <sup>2</sup> Lbs/Pulg <sup>2</sup> | NÚMERO Y MARCA DE BOQUILLA |        |
|------------------------------------|---|---|---|----------------------------|--------|
|                                    |   | Lbs/Pulg <sup>2</sup>                   |   | HARRIS                     | OXWELD |
| 3.17 (1/8)                         | 2.46 (35)   | 0.14 (2)                                | 0.14 (2)  | 00                         |        |
| 4.76 - 9.52 (3/16 - 3/8)           | 1.75 - 2.24 (25 - 32)   | 0.21 - 0.35 (3 - 5)                     | 0.21 - 0.35 (3 - 5)   | 00 - 0                     | 3      |
| 12.7 - 22.22 (1/2 - 7/8)           | 2.10 - 3.51 (30 - 50)   | 0.21 - 0.35 (3 - 5)                     | 0.21 - 0.42 (3 - 6)   | 1                          | 4      |
| 25.40 - 38.10 (1 - 1 1/2)          | 2.46 - 3.51 (30 - 50)   | 0.21 - 0.42 (3 - 6)                     | 0.28 - 0.56 (4 - 8)   | 1                          | 6      |
| 50.80 (2)                          | 3.16 (45)   | 0.35 (5)                                | 0.56 (8)  | 2                          | 8      |
| 76.20 (3)                          | 2.81 (40)   | 0.42 (6)                                | 0.56 (8)  | 3                          | 8      |
| 101.6 - 152.40 (4 - 6)             | 2.81 - 3.86 (40 - 55)   | 0.42 - 0.56 (6 - 8)                     | 0.42 - 0.63 (6 - 9)   | 3 - 4                      | 8      |

### Nota

Esta tabla está sujeta a las especificaciones del fabricante, sólo se han tomado los modelos comunes de boquillas, los cuales poseen su equivalente en otras marcas no representadas.

**ACTIVIDAD 4.****I.- Conteste lo siguiente:**

Para determinado proyecto, se deben suministrar tubos de un largo máximo de 4 mts. Los cortes se efectuarán con el equipo oxiacetilénico. Si el metal tiene un espesor de 15 mm.

¿Cuál es la boquilla indicada para el soplete de corte?

**II.- Marque falso o verdadero según corresponda.**

|          |  | FALSO                    | VERDADERO                |
|----------|--|--------------------------|--------------------------|
| <b>1</b> | Los reguladores de presión son instrumentos que permiten reducir la elevada y variable presión del envase a una presión de trabajo adecuada. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>2</b> | Los colores característicos para la manguera del Acetileno son azul, verde o negro.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>3</b> | Para seleccionar la boquilla, se toma en consideración el tamaño de la misma.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>4</b> | Para asegurar la manguera a los conectores, se utilizan los manguitos especiales (abrazaderas)   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

## 7

## ACCESORIOS

El Oxicorte manual requiere accesorios para mejorar las condiciones del corte. Entre éstos, se pueden mencionar el carrete y el compás de corte.



El carrete es un accesorio graduable, que mantiene la boquilla del soplete a una altura uniforme, entre ésta y el material a cortar. Posee ruedas metálicas, que facilita el desplazamiento del soplete, en todo el recorrido del corte.

El carrete puede utilizarse solo o con guías, para mantener la rectitud del corte.



El compás de corte es un implemento que se ajusta al soplete, de la misma forma que el carrete, se utiliza para cortar círculos y semicírculos.

**¡Felicitaciones!**

Usted ha finalizado el capítulo 3.

A continuación se desarrollará el capítulo Equipo Oxiacetilénico: Equipo de Protección Personal.



# Equipo Oxiacetilénico: Equipo de Protección Personal

## TEMAS DEL CAPÍTULO 4

---

### 4.1 Elementos de protección personal

29

Este capítulo describe los elementos de protección del operario. Es crítico conocerlos y saber la importancia de usarlos siempre.





## 4.1 Elementos de Protección Personal

El detalle de las distintas prendas y elementos del equipo de protección brindará información para la seguridad del usuario.



El equipo de protección del operario consiste de:



## Lentes de seguridad.

Los lentes de seguridad son elementos utilizados para proteger los ojos del operario cuando éste realiza labores de limpieza, esmerilado, torneado, rectificado, soldadura u otra operación donde se requiere la protección de la vista.



Existen varios tipos de lentes:



### Condiciones de uso

- Limpie los lentes antes de usarlos para obtener mejor visibilidad.
- Cambie su elástico cuando éste pierda su condición.

### Cuidados

- Guarde los lentes en su estuche cada vez que no los use, así los protegerá en caso que se caigan o golpeen.
- Evite poner los lentes en contacto directo con piezas calientes.

### ATENCIÓN

En el corte oxiacetilénico se utilizan lentes cuya tonalidad es de color verde y su graduación se encuentra numerada, siendo el más utilizado el N° 6.

## Vestimenta de Cuero.

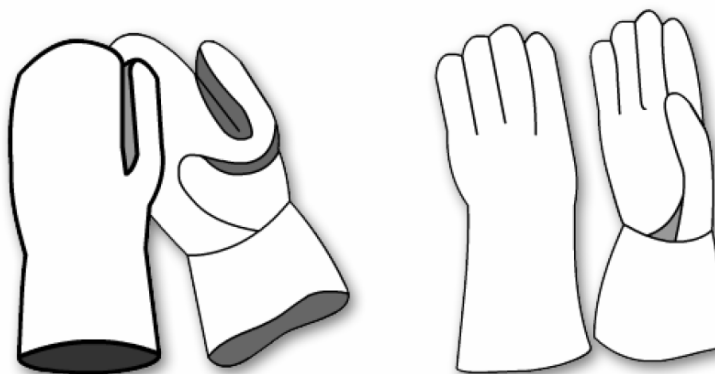
Está constituido por elementos confeccionados en cuero y son usados por el cortador para protegerse del calor.

Este equipo está compuesto por guantes, peto/delantal, casaca/campera, mangas y polainas.

### Guantes

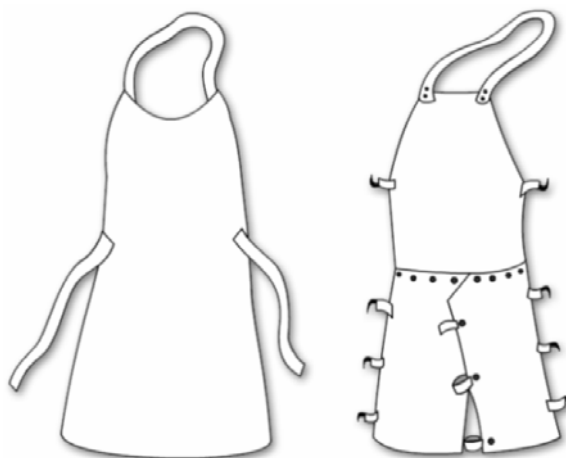
Los guantes son de cuero o asbesto y su forma varía. Los guantes de asbesto justifican su uso solamente en trabajos de gran temperatura.

Debe evitarse tomar piezas muy calientes con los guantes ya que éstos se deforman y pierden su flexibilidad.



### Peto/Delantal

Es de forma común o con protector para piernas. Su objetivo es proteger la parte frontal del cuerpo y las piernas hasta las rodillas.



### Casaca/Campera

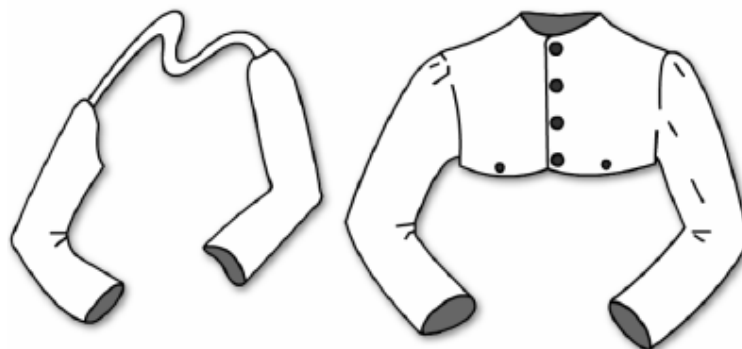
Se utiliza para proteger especialmente los brazos y parte del pecho.





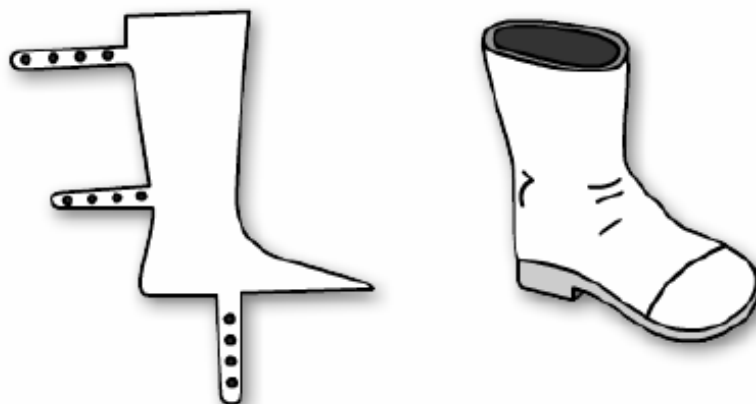
### Mangas

Esta vestimenta tiene por objeto proteger solamente los brazos del cortador. Pero existe otro tipo de manga en forma de chaleco que cubre a la vez parte del pecho.



### Polainas

Este elemento se utiliza para proteger parte de la pierna y los pies del cortador. Pueden ser reemplazadas por botas altas y lisas con puntera de acero. Las polainas están hechas con cueros curtidos, flexibles, livianos y tratados con sales de plomo.



### Gorra



Es el elemento de seguridad necesario para proteger la nuca y las orejas. Está generalmente hecho de algodón y material ignífugo.

### ATENCIÓN

Es importante mantener estos elementos en buenas condiciones de uso, libre de roturas, y su abotonadura en perfecto estado. Deben conservarse limpios y secos.



**ACTIVIDAD 5.**

Una vez leída la descripción sobre los diferentes elementos que componen el equipo de protección para el Oxicorte, complete el cuadro que se presenta a continuación.

Liste los elementos del Equipo de Protección Personal, indique su funcionalidad y, si lo hubiera, su reemplazo.



| ELEMENTO | FUNCIÓN | REEMPLAZO |
|----------|---------|-----------|
|          |         |           |
|          |         |           |
|          |         |           |
|          |         |           |
|          |         |           |
|          |         |           |

**¡Felicitaciones!**

Usted ha finalizado el capítulo 4.

A continuación se desarrollará el capítulo Equipo Oxiacetilénico: Preparación.



# Equipo Oxiacetilénico: Preparación

## TEMAS DEL CAPÍTULO 5

---

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 5.1 Pasos                | 35 |
| 5.2 Flama Oxiacetilénica | 41 |

La preparación del equipo es una operación básica que el cortador debe dominar correctamente, ya que la repetirá con frecuencia a través de la ejecución de los distintos trabajos de corte.



## 5.1 Pasos

Un correcto seguimiento de los pasos descritos promoverá un uso adecuado del equipo para la posterior ejecución del corte.



### PASOS:

- 1 Montado de los reguladores.
- 2 Colocación de las mangueras.
- 3 Montado del aditamento de corte.
- 4 Regulación de las presiones de trabajo.
- 5 Encendido del soplete

## 1

## VÁLVULAS

Abrir Cerrar



A. Quite la tapa de los cilindros.

B. Abra y cierre ligeramente la válvula para expulsar impurezas.



C. Conecte los reguladores en sus respectivos cilindros.



D. Afloje la mariposa que regula el paso de gas de la presión de trabajo.

## ATENCIÓN

Los cilindros deben estar en posición vertical y fijos, para evitar caídas.

- Antes de abrir los cilindros de Acetileno compruebe que no exista fuego cercano.
- Al manipular los cilindros deben tenerse las manos limpias de grasa y aceite, pues éstos pueden provocar combustiones explosivas.

• La tuerca conectora debe apretarse con la llave del equipo.

• Los relojes deben quedar de tal forma que el operador puede hacer las lecturas de las presiones con facilidad.

Cuando afloje la mariposa, hágalo en el sentido contrario al giro de las agujas del reloj.

## 2

## COLOCACIÓN DE LAS MANGUERAS



A. Conecte las mangueras a los reguladores.



B. Conecte las mangueras al mango del soplete.

## ATENCIÓN

- La manguera que conduce Acetileno es de color rojo y tiene sus conectores con rosca izquierda.

- La manguera que conduce Oxígeno es de color azul o verde y tiene sus conectores con rosca derecha.

## 3

## MONTADO DEL ADITAMENTO DE CORTE



A. Ajuste la boquilla manualmente.

B. Coloque la boquilla en posición de trabajo.

4

## REGULACIÓN DE LAS PRESIONES DE TRABAJO



A. Abra las válvulas de los cilindros.

B. Accione las manijas de regulación de Oxígeno y Acetileno.

5

## ENCENDIDO DEL SOPLETE



A. Abra la válvula de Acetileno en el soplete,  $\frac{1}{4}$  de giro.

B. Accione el chispero.

C. Abra lentamente la válvula de Oxígeno del soplete hasta obtener una flama bien regulada, "neutra".

## ATENCIÓN

Cuando encienda el soplete apunte la boquilla sobre un sector libre y manipule el chispero, sin ahogar la flama, para evitar accidentes.

Es importante distinguir entre flama neutra, oxidante y reductora. Pruebe varias veces la presión del oxígeno oprimiendo la palanca del aditamento que acciona la válvula de paso de este gas.



Al momento de apagar el equipo, proceda siguiendo estos pasos:

## 1 APAGUE EL SOPLETE

- A. Cierre la válvula del Acetileno en el soplete.
- B. Cierre la válvula del Oxígeno en el soplete.

### ATENCIÓN

Cada vez que apague el soplete, cierre primero la válvula del Acetileno.

## 2 ELIMINE LAS PRESIONES

- A. Cierre las válvulas de los cilindros.
- B. Afloje las mariposas de presión de los reguladores.

### ATENCIÓN

El oxígeno en contacto con lubricantes produce combustión que puede afectar también a los metales de las llaves y roscas.

- C. Abra las válvulas en el soplete para desalojar los gases de los conductos, luego ciérrelas.

Es peligroso ¡puede provocar una explosión!

## RECUERDE

Recuerde que durante el corte, en cualquier momento puede ocurrir retroceso de flama en el soplete.

En este caso, proceda del siguiente modo de inmediato:

1. Cierre la válvula de Oxígeno.
2. Cierre la válvula de Acetileno.
3. Enfríe el soplete introduciéndolo en el recipiente de agua.
4. Retire el soplete y abra el paso de Oxígeno para desalojar el agua que penetró en el mismo.

**ACTIVIDAD 6.**

Como ya se ha detallado, es de suma importancia asumir algunas precauciones a la hora de preparar el equipo oxiacetilénico. A continuación se presentará una actividad que permitirá rever lo trabajado.



Complete con las precauciones que se deben tomar en cuenta en cada etapa.



1 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_



2 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_



3 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_



4 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_



5 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

## 5.2 Flama Oxiacetilénica

La flama oxiacetilénica, fuente de calor para el corte, varía dependiendo de la proporción de gases suministrados. Poder distinguirlas promoverá una mejor calidad en el proceso de Oxicorte.



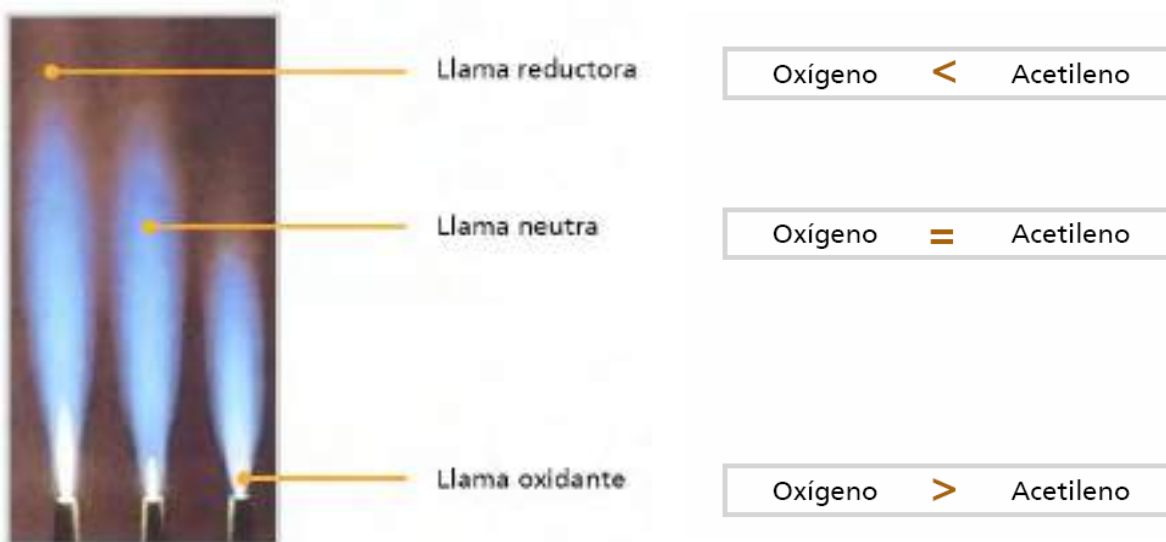
### Flama oxiacetilénica

La flama oxiacetilénica es la fuente de calor para el corte por fusión con gas. La flama es el resultado de la combustión del Oxígeno y Acetileno en un soplete. Se emplea para realizar cortes, variando la proporción de los gases en la mezcla de acuerdo al tipo de boquilla a utilizar.

La temperatura de la flama oxiacetilénica es la adecuada para fundir a la mayoría metales usados en la industria actual y por esa razón es ampliamente usada.

### Tipos de Flamas

Existen tres tipos distintos de llamas oxiacetilénicas, dependiendo de la proporción de Oxígeno y Acetileno suministradas a la antorcha.



### LLAMA NEUTRA

Durante la soldadura, cuando la llama es mantenida de la manera apropiada y con el cono interior sin tocar el metal fundido, el efecto químico de la llama sobre el metal fundido es neutro.

La llama neutra es ajustada, por lo tanto quemando una proporción de mezcla de uno a uno Oxígeno y Acetileno.

El núcleo de color azul pálido de la llama es conocido como el interior.

El Oxígeno requerido para la combustión del Monóxido de Carbono e Hidrógeno en la envoltura exterior de la llama se obtiene del aire.

### LLAMA REDUCTORA

En el ajuste de esta llama existe un exceso de Acetileno sobre la proporción requerida para una llama neutra.

Una característica especial de esta llama es que tiene una tercera zona entre el cono interior y la envoltura exterior, conocida como “Pluma” de exceso de Acetileno. Esta “Pluma” contiene partículas de carbón a altas temperaturas (Temperatura Blanca), algunas de las cuales son disueltas por el metal fundido durante la soldadura. Por esta razón, este ajuste de llama es frecuentemente conocido como “carburizante”.

Durante la soldadura de Hierro y el Acero, el exceso de Acetileno o llama carburizante tiende a remover el Oxígeno de los óxidos de Hierro que puedan encontrarse presentes, y este es el hecho por el cual esta llama es conocida como “Reductora”.

En estas condiciones debería tenerse en cuenta que los productos de la combustión del cono interior de la llama neutra, principalmente Monóxido de Carbono e Hidrógeno son, por sí mismos, los agentes reductores y por lo tanto desoxidantes del Oxido de Hierro, de la misma manera pero, no con la misma intensidad, que la llama con exceso de Acetileno.

### LLAMA OXIDANTE

En el tercer tipo de ajuste de llama la proporción de Oxígeno y Acetileno requerida para una llama neutra es cambiada para producir un exceso de Oxígeno, este tercer tipo de llama es más frecuentemente llamado “oxidante” debido a su efecto sobre el metal fundido.

En otras palabras, en esta llama existe más Oxígeno entre los gases mezclados, que el requerido para una llama neutra, que como se explicó antes, contiene una proporción de uno a uno, Oxígeno y Acetileno. La llama en esta forma será más pequeña y más caliente que la de los otros dos ajustes de llama antes mencionados, debido a que los gases combustibles no tienen que extenderse tanto en la atmósfera para encontrar la cantidad necesaria de Oxígeno, ni calentar tanto gas inerte.

## ¡Felicitaciones!

Usted ha finalizado el capítulo 5.

A continuación se desarrollará el capítulo Oxicorte Manual:  
Procedimiento.



# Oxicorte Manual: Procedimiento

## TEMAS DEL CAPÍTULO 6

---

|   |    |
|---|----|
| 6.1 Proceso de Ejecución                  | 44 |
| 6.2 Valores recomendados para Oxicorte    | 47 |
| 6.3 Apreciación de la velocidad del Corte | 48 |
| 6.4 Calidad en el Corte                   | 49 |
| 6.5 Cortes Medios                         | 50 |

Este capítulo detalla los pasos implicados en el proceso de Oxicorte; así como especificaciones a tener en cuenta en el momento de su ejecución.



## 6.1 Proceso de Ejecución

Es central conocer la secuencia correcta del proceso de ejecución para llevar a cabo el corte.



### Procedimiento para Oxicorte Manual

Proceso de ejecución

1

#### PREPARE LA PIEZA

- A. Trace la pieza a cortar.
- B. Marque con un punto de marcar el contorno del trazado.
- C. Coloque la pieza sobre la mesa de corte.

2

#### PREPARE EL EQUIPO

- A. Monte el soplete de corte.
- B. Monte la boquilla adecuada al espesor del material.
- C. Regule las presiones de trabajo de acuerdo al espesor del material.

#### ATENCIÓN

Los sopletes de corte pueden tener el cabezal a 90° y 75°.

La boquilla deberá ser la adecuada al espesor del material.

3

#### ENCIENDA EL SOPLETE

- A. Abra la válvula de Acetileno
- B. Accione el chispero.
- C. Abra la válvula del Oxígeno hasta conseguir uniformidad en la flama de caldeo.

#### ATENCIÓN

Use el equipo de seguridad completo.

## 4

## FLAMA DE PRECALENTADO

El gas combustible que fluye por los orificios que rodean la salida del Oxígeno es el que produce la flama de precalentado y se aprovecha para calentar el metal lo suficiente para iniciar el corte y mantener la operación durante el corte.

## Funciones específicas

- Calentar la superficie de la pieza por cortar hasta la temperatura de ignición para corte.
- Quitar incrustaciones o escamas y limpiar.
- Suministrar al material que se corta y al Oxígeno de corte, el calor requerido y mantener el balance necesario para continuar cortando.
- Proteger el chorro de Oxígeno para el corte, de la acción turbulenta que se produciría al contacto con el aire.

## ATENCIÓN



La calidad de un corte depende fundamentalmente de la uniformidad de la flama de precalentado.

Para lograrlo es necesario que tanto la salida central de la boquilla para el Oxígeno como las salidas que lo rodean para el gas combustible, estén limpias, sin ningún residuo de escoria, escamas o cualquier basura que obstruya o desvíe la salida de los gases.

La pureza del Oxígeno es determinante en la calidad de los cortes. Los gases combustibles más conocidos que se emplean en la industria y sus temperaturas aproximadas al contacto con el Oxígeno, cuando se efectúa un corte, son:

| NOMBRE COMERCIAL | GRADOS CENTÍGRADOS |
|------------------|--------------------|
| Acetileno        | 3090 - 3480        |
| Mapp.            | 2927 - -----       |
| Hidrógeno        | 2760 - 2793        |
| Butano           | 2760 - 2930        |
| Gas LP           | 2650 - 3000        |
| Propano          | 2538 - 3120        |



## 5

## CORTE

- Cuando se emplea Acetileno o gas combustible, la punta de la boquilla del soplete deberá estar colocada a una distancia de la superficie de la placa de 1 a 3 veces la longitud de los conos de la flama (entre 3 y 10 mm arriba de la superficie de la placa).
- El soplete debe estar perpendicular a la placa, no debe inclinarse.
- La parte superior de la placa debe ser calentada en una distancia de 40 a 60 mm moviendo el soplete hacia delante y hacia atrás sobre el área, después de esto, coloque el soplete de tal modo que la mitad de la flama esté sobre la orilla de la placa.
- La orilla de la placa debe empezar a tomar color rojo, si ésta no empieza a fundirse (haciendo un pequeño pozo) la flama de precalentado está fría. Si la orilla de la placa se funde demasiado (un pozo del diámetro de la boquilla) la flama de precalentado está demasiado caliente.
- Ajuste la flama demasiado caliente (para obtener una arista en el corte). Tanto la válvula de Oxígeno como la de gas, deberán cerrarse lentamente para reducir la flama de precalentado. Primero ciérrase la de Oxígeno lentamente hasta que se haga más larga; enseguida ciérrase la válvula del gas hasta que la flama se acorte a su longitud original.
- Observe la orilla de la placa hasta que el diámetro del pozo fundido sea aproximadamente de la mitad del diámetro de la boquilla.
- Al suceder esto proceda a abrir el paso del chorro de Oxígeno para así realizar el corte.
- Haciendo la operación correctamente se protege la abertura del corte que puede ser obstruida por la escoria.
- Finalice el corte interrumpiendo el paso del Oxígeno, apague y retire el soplete.

## RECUERDE



Es preferible hacer un corte un poco más rápido, el cual quedará con una apariencia ondulada que hacerlo más lento y que requerirá de reparaciones o de un nuevo corte.



## 6.2 Valores recomendados para Oxicorte

En función del espesor del material a cortar se utilizan diferentes valores. Es preciso distinguirlos antes de ejecutar el corte.



Para obtener cortes limpios y económicos, es conveniente no utilizar presiones de O<sub>2</sub> demasiado elevadas. A menudo los fabricantes de máquinas de Oxicorte suministran tablas tecnológicas con los valores más recomendados de presión, velocidad de corte, etc. en función del espesor del material a cortar.

| VALORES RECOMENDADOS PARA OXICORTE |                              |                     |                             |                          |                                   |                              |                     |                             |                          |
|------------------------------------|------------------------------|---------------------|-----------------------------|--------------------------|-----------------------------------|------------------------------|---------------------|-----------------------------|--------------------------|
| Soplete Simple                     |                              |                     |                             |                          | Soplete Doble, de Chaflanes, etc. |                              |                     |                             |                          |
| Espesor (mm)                       | Presión O <sub>2</sub> (bar) | Sangría ½ Kerf (mm) | Velocidad de corte (mm/min) |                          | Espesor (mm)                      | Presión O <sub>2</sub> (bar) | Sangría ½ Kerf (mm) | Velocidad de corte (mm/min) |                          |
|                                    |                              |                     | Recto                       | Curvo                    |                                   |                              |                     | Recto                       | Curvo                    |
| 3 ÷ 4<br>5 ÷ 6                     | 2<br>4                       | 1                   | 700<br>730                  | 600<br>630               | 3<br>5<br>10                      | 2 ÷ 4                        | 1.5                 | 800<br>750<br>700           | 530<br>480<br>400        |
| 6 ÷ 7<br>8 ÷ 9<br>10<br>15         | 5 ÷ 7.5                      | 1.6                 | 730<br>700<br>660<br>620    | 630<br>600<br>560<br>520 | 10<br>15<br>20<br>25              | 3 ÷ 4                        | 2                   | 640<br>550<br>520<br>500    | 450<br>400<br>360<br>330 |
| 15<br>20<br>25                     | 7 ÷ 8                        | 1.9                 | 620<br>560<br>520           | 520<br>460<br>420        | 25<br>30<br>40<br>50              | 4 ÷ 5                        | 2.5                 | 530<br>450<br>400<br>350    | 360<br>300<br>260<br>250 |
| 25<br>30<br>35<br>40               | 7.5 ÷ 8.5                    | 2.3                 | 520<br>500<br>480<br>430    | 420<br>400<br>380<br>360 | 50<br>60<br>80                    | 4 ÷ 5                        | 3                   | 390<br>320<br>300           | 260<br>230<br>210        |
| 40<br>50<br>60                     | 7 ÷ 7.5                      | 2.2 ÷ 2.4           | 430<br>410<br>390           | 360<br>310<br>290        | 80<br>100<br>120                  | 4 ÷ 5                        | 3.5 ÷ 4             | 320<br>300<br>270           | 220<br>200<br>170        |
| 60<br>75<br>100                    | 6 ÷ 8                        | 3.2 ÷ 3.5           | 390<br>340<br>330           | 290<br>270<br>250        | 120<br>150<br>200                 | 5 ÷ 6                        | 4.5 ÷ 5.5           | 300<br>200<br>170           | 190<br>150<br>120        |
| 100<br>150<br>200                  | 7.5                          | 3.5 ÷ 3.8           | 340<br>260<br>170           | 250<br>210<br>160        | 200<br>250<br>300                 | 6                            | 5.5 ÷ 6             | 190<br>140<br>120           | 130<br>110<br>90         |
| 200<br>250<br>300                  | 7.5                          | 4<br>4.2<br>8       | 170<br>150<br>130           | 160<br>140<br>110        |                                   |                              |                     |                             |                          |

## 6.3 Apreciación de la Velocidad del Corte

Se presentarán a continuación ilustraciones que permitirán distinguir la velocidad correcta del corte.



Velocidad Correcta

↓ Velocidad del Corte  
→ Dirección del Corte



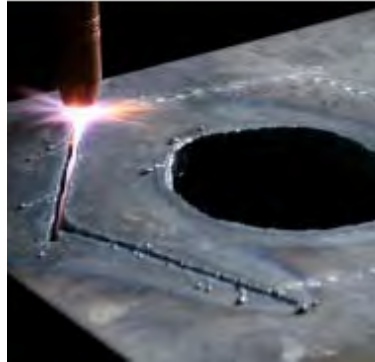
Velocidad Excesiva



Velocidad Insuficiente

## 6.4 Calidad en el corte

Para obtener una buena calidad en el corte es preciso tener en cuenta las recomendaciones indicadas por los fabricantes.



Para conseguir la mejor calidad en el corte, siempre deben observarse las recomendaciones del fabricante de los equipos de corte referentes a:

- Tamaño de la boquilla en función del espesor de chapa a cortar.
- Ajuste de la llama de precalentamiento.
- Presión de gas.
- Presión de O<sub>2</sub> de corte.
- Velocidad de corte.



Si se siguen correctamente las recomendaciones se conseguirá un corte adecuado en el que podremos observar las siguientes características:

- Caras de corte perpendiculares.
- Ausencia de mordeduras.
- Canto superior anguloso, ni redondeado ni fundido.
- Canto inferior libre de escorias y rebabas.

Existen muchas aplicaciones de Oxicorte en las que no se requieren estos niveles de calidad y normalmente se aceptan cortes más bastos. Este es el caso más general en el que la superficie del corte va a ser cubierta con soldadura, escondida dentro de la pieza a fabricar o cubierta con pintura. Si la calidad que se le exige al corte no es la máxima, la velocidad de avance puede ser, en muchos casos, incrementada.

## 6.5 Cortes Medios

Los cortes medios conllevan una mejor calidad y eficiencia del trabajo. Es importante conocer los requerimientos necesarios para su obtención.



Se denominan así a los cortes en espesores entre 10 mm (3/8") y 254 mm (10") en los cuales se obtienen los cortes de más alta calidad y con la mayor eficiencia.

Para ser aceptables, deberán llenar los requerimientos siguientes:

Las líneas que se marcan en la superficie cortada deberán ser cortas y verticales. Si éstas son largas e inclinadas afectan el final del corte.

Las superficies cortadas deberán ser lisas, sin ranuras, ondulaciones o asperezas.

No debe quedar escoria pegada al fondo del corte. Con ajustes correctos en el corte debe quedar polvo de escoria y en ocasiones ni siquiera esto.

Las aristas de la sección cortada deben quedar bien definidas.



**ACTIVIDAD 7.**

Para profundizar sus conocimientos acerca del procedimiento para el Oxicorte manual, complete la siguiente actividad.



Responda a las siguientes consignas y/o preguntas:

**1** Enumere las características que debería poseer un corte de calidad:

---

---

---

**2** ¿En función de qué están considerados los valores para Oxicorte? ¿Qué otro factor elegiría Ud. para considerarlos?

---

---

**3** Menciona algunas funciones específicas de la flama de precalentado?

---

---

---

**4** Al realizar el corte, ¿En que posición debe estar el soplete?

---

---

---

**¡Felicitaciones!**

Usted ha finalizado el capítulo 6.  
A continuación se desarrollará el capítulo Defectos.



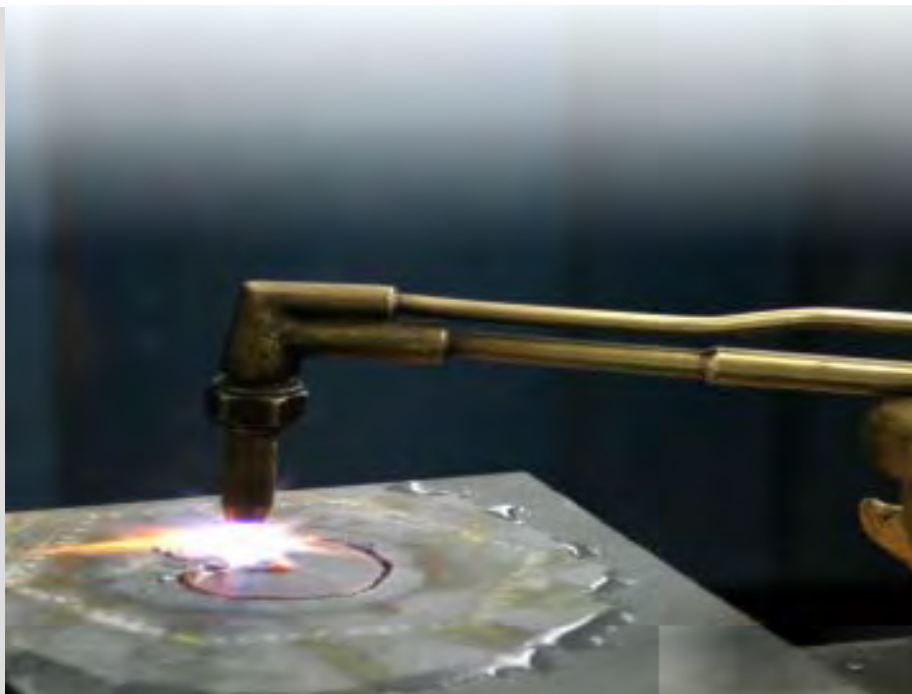
# Defectos

## TEMAS DEL CAPÍTULO 7

---

|   |    |
|---|----|
| 7.1 Clasificación de los Defectos del Corte | 53 |
| 7.2 Defectos en el Filo Superior del Corte  | 54 |
| 7.3 Defectos en la Superficie del Corte     | 56 |
| 7.4 Defectos por Adhesión de Escoria        | 62 |
| 7.5 Defectos por Agrietamiento              | 63 |

Este capítulo describe los defectos que puede presentar el corte. Conocerlos permitirá prevenir sus causas y mejorar la calidad de los trabajos de corte.



## 7.1 Clasificación de los Defectos del Corte

Reconocer los defectos en el corte, permitirá identificar rápidamente la causa que los origina.

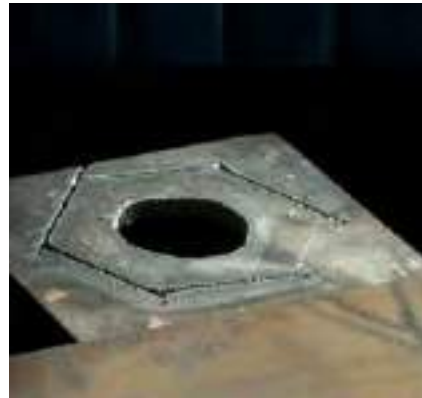
El corte puede presentar defectos, que es posible clasificarlos según el siguiente esquema:





## 7.2 Defectos en el Filo Superior del Corte

Los defectos en el filo superior del corte pueden ser: Fusión de las esquinas, formación de cadena de gotas fundidas y/o filo de corte colgante.



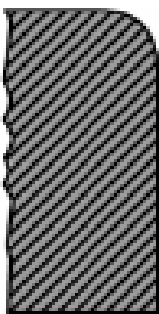
A

Defectos en el filo superior del corte



Fusión de las esquinas.  
Formación de cadena de gotas fundidas.  
Filo de corte colgante.

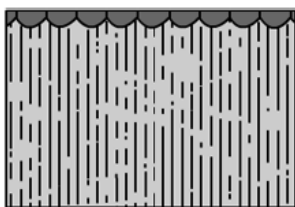
### A.1 Fusión de las esquinas



El filo del corte, presenta un redondeo excesivo debido a la fusión del material en dicha zona.

**Causa del defecto:** Se debe principalmente a una velocidad de corte demasiado baja o a una llama de corte (presión de O<sub>2</sub>) demasiado fuerte. También puede ser causado por una distancia inadecuada de la boquilla-chapa (demasiado grande o demasiado pequeña). Otra causa posible sería una mezcla con demasiado O<sub>2</sub>.

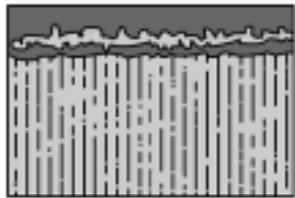
### A.2 Formación de cadena de gotas fundidas



Cadena de gotas fundidas sobre el filo de corte.

**Causa del defecto:** Las gotas fundidas sobre el filo de corte son debidas a suciedad, óxidos, etc. existentes en la superficie de la chapa. En segundo lugar, pueden deberse a una distancia excesivamente pequeña entre boquilla-chapa.

### A.3 Filo de corte colgante



Formación de un filo de corte colgante, con forma convexa sobre el filo ideal (a escuadra).

**Causa del defecto:** El defecto se debe a una llama demasiado fuerte. Aún cuando la presión y mezcla de O<sub>2</sub> es correcta se puede producir este defecto si la distancia entre boquilla y chapa es pequeña o la velocidad de corte es excesivamente lenta.

Este defecto se presenta también como el borde separado de la zona de corte con adherencia de escorias. En la figura de la izquierda se puede observar este error causado generalmente por una distancia de la boquilla a la chapa demasiado grande. Cuando la distancia es la correcta, se puede producir por una presión del O<sub>2</sub> de corte demasiado alta.

## 7.3 Defectos en la Superficie del corte

Los defectos en la superficie del corte pueden ser: Irregularidades, marcado y/o cortes incompletos, cada una de ellas en sus distintos tipos o modalidades.



B

Defectos en la superficie del corte

Irregularidades.  
Marcado.  
Cortes incompletos.

### B.1 Irregularidades

Todas las desviaciones e irregularidades de la superficie ideal de corte se definen de acuerdo a la distancia entre dos planos paralelos, separados por la sangría y creados por contacto entre la llama y los puntos superior e inferior de la chapa sobre el perfil de corte. Teóricamente, el ángulo correcto de la chapa con la superficie cortada debe ser de  $90^\circ$ , de forma que la sangría permanezca constante a lo largo de todo el espesor de la chapa.

Las irregularidades en la superficie de corte pueden clasificarse, a su vez, en:

#### B.1.1 Concavidad bajo el borde superior

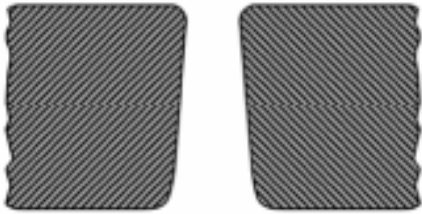


La concavidad que se produce en la parte inmediatamente inferior al borde superior de la superficie de corte se debe a una presión de  $O_2$  demasiado alta, que produce un chorro turbulento inicialmente, volviéndose laminar al penetrar en la chapa. Este tipo de daños revela también suciedades en la boquilla.

#### B.1.2 Estrechamiento del filo

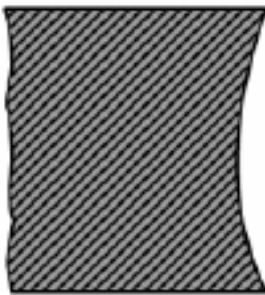


Sangría convergente: este defecto se produce cuando ambas superficies de corte (derecha e izquierda), convergen hacia la parte inferior. Claramente indica un chorro de corte débil que puede ser debido a una velocidad demasiado alta, alta distancia de la boquilla o al empleo de una boquilla de diámetro demasiado pequeño para el espesor de la chapa que se quiere cortar.



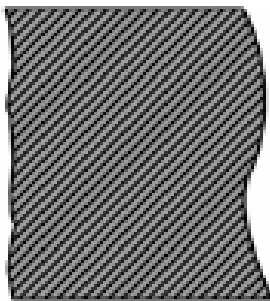
Sangría divergente (ensanchamiento del filo): es el defecto contrario al anterior, ocasionado por las causas opuestas.

#### B.1.3 Sección cóncava de la superficie del corte



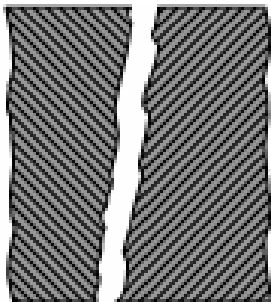
La concavidad se produce a lo largo de toda la superficie, particularmente en la zona media. Se produce principalmente por una velocidad de corte demasiado elevada o por utilizar poca presión de O<sub>2</sub>. Otras causas secundarias son debidas a la boquilla, diámetro pequeño para el espesor considerado, suciedad o deterioro, etc.

#### B.1.4 Sección ondulada de la superficie del corte



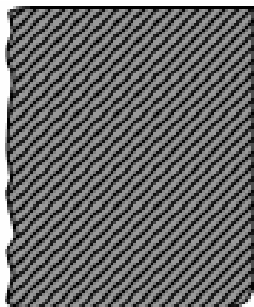
La sección transversal de corte presenta en este caso unas inflexiones cóncavas y convexas alternadas. Como en la mayoría de estos defectos, la alta velocidad de corte es la causa primordial. En este caso, el empleo de boquillas demasiado grandes o su vibración (causada por suciedad a lo largo de la guía, etc.) pueden también originar estas ondulaciones.

#### B.1.4 Sección ondulada de la superficie del corte



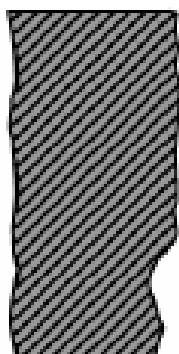
Si las superficies son paralelas, sin defectos en su interior, debemos presuponer que la presión, velocidad, y distancia de la boquilla son correctas. Por lo tanto, este defecto sólo puede ser debido a un incorrecto posicionamiento angular de la antorcha. Ocasionalmente puede producirse por defectos superficiales o suciedad en la chapa.

### B.1.6 Borde inferior redondeado



**Causa del defecto:** este defecto puede ser más o menos severo en función de ciertos daños sufridos por la boquilla. También puede producirse cuando la velocidad de corte es muy alta (flujo muy turbulento de la llama).

### B.1.7 Escalón en el borde inferior



Se trata de un defecto similar al anterior.

**Causas del defecto:** Las causas son también las mismas aunque predominando el exceso de velocidad.

### B.1.8 Dirección defectuosa del corte y superficie transversal ondulada



La superficie de corte no sigue una línea recta, sino que presenta un contorno ondulado.

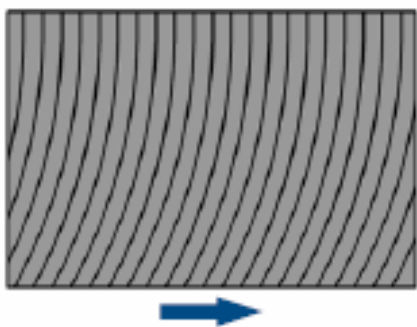
**Causas del defecto:** Esta irregularidad en la dirección del corte se debe principalmente al exceso de velocidad o al elevado contenido de los aleantes. Causas secundarias pueden ser la suciedad o daños en la boquilla, contenido en Carbono elevado o llama con exceso de gas comburente. Si el control de la velocidad se hace de forma irregular también se manifiesta de esta forma.

## B.2 Marcado

La separación y dirección de las líneas de marcado forman un patrón que delata cómo se está realizando el proceso.

El patrón ideal debe tener las marcas formando ángulo recto con el borde superior del corte y una pequeña desviación hacia atrás en el sentido de la marcha, con el borde inferior. Cualquier desviación, tanto en la dirección de las líneas de marcado como en la profundidad, denotará un mal empleo de alguno de los parámetros.

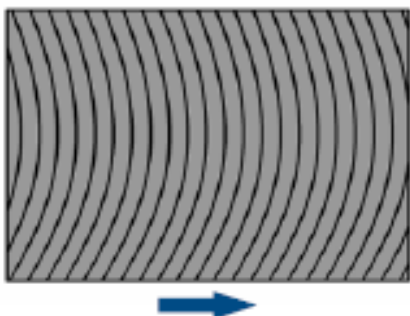
### B.2.1 Excesiva deflexión del marcado inferior



Es un defecto muy usual en este tipo de procesos y quizás el menos importante.

**Causa del defecto:** La excesiva velocidad de corte. Cuando las exigencias de acabado no sean muy severas, es preferible utilizar una alta velocidad de corte aún cuando las marcas presenten dicha deflexión.

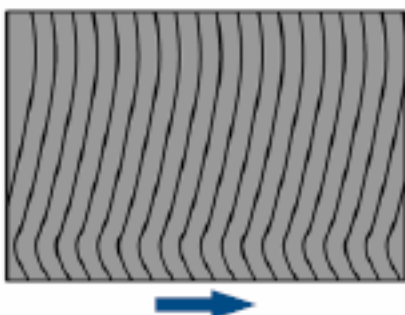
### B.2.2 Marcado superior con deflexión



El patrón superior se encuentra trasladado hacia la parte de atrás.

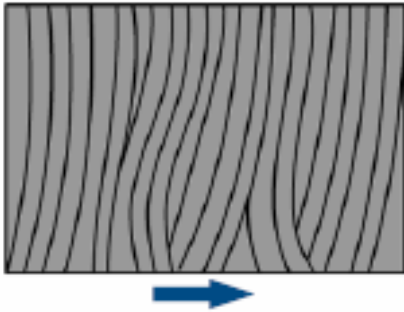
**Causa del defecto:** Se debe a un ángulo incorrecto de la antorcha en la dirección del corte.

### B.2.3 Excesiva deflexión del marcado inferior hacia adelante



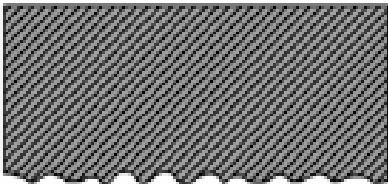
Normalmente indica que hay un defecto en la boquilla que produce un flujo de la llama muy turbulento.

### B.2.4 Deflexiones locales del patrón de marcado



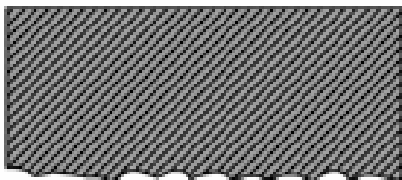
Las irregularidades de las marcas del patrón que se manifiestan por deflexiones en uno u otro sentido (hacia adelante o hacia atrás) como las de la figura de la izquierda, son causadas por líneas de segregación, inclusiones distribuidas (de zonas con distinta concentración de aleantes), inclusiones de escoria y otros defectos similares sobre la chapa.

### B.2.5 Profundidad del marcado excesiva



**Causa del defecto:** Cuando en sentido transversal al corte, la profundidad de las marcas es excesiva, e independientemente del patrón de marcado que quede grabado sobre la superficie, esto indica que la velocidad de desplazamiento de la antorcha es demasiado alta o irregular. También puede deberse a una distancia demasiado corta entre boquilla-chapa.

### B.2.6 Irregularidades en la profundidad del marcado

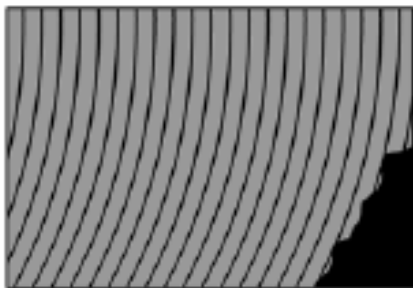


Las diferencias en cuanto a las profundidades de marcado, pasando desde un marcado normal al del caso anterior y viceversa, ponen de manifiesto que se ha producido irregularidad o exceso en la velocidad de corte.

### B.3 Cortes Incompletos

Son defectos caracterizados por la pérdida de continuidad del corte, produciendo defectos de separación, total o parcial, entre las superficies de corte.

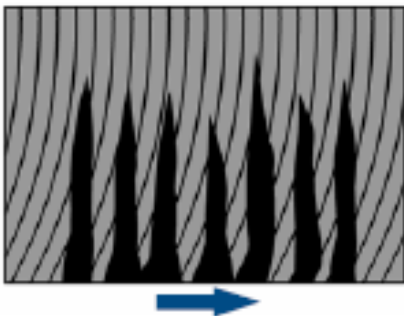
#### B.3.1 Zonas aisladas de corte interrumpido



En la figura de la izquierda, se puede observar un defecto de este tipo, que se manifiesta por la aparición de un triángulo de material remanente, no cortado, en la parte inferior.

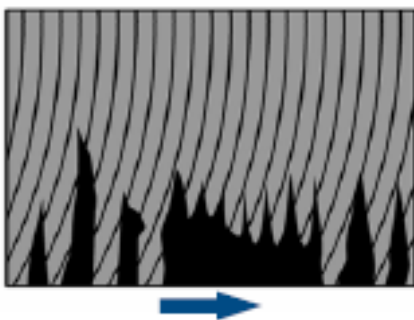
**Causa del defecto:** se debe a una velocidad de corte excesiva o a una llama demasiado débil que no traspasa todo el espesor de la chapa.

#### B.3.2 Grupos de zonas de corte interrumpido



Cuando se produce el mismo defecto anterior, pero esta vez en forma de grupos aislados e irregulares distribuidos a lo largo de una zona, significa no sólo que la velocidad es demasiado alta (llama demasiado débil) sino que además hay zonas oxidadas, escoria, etc. en la superficie de la chapa.

#### B.3.3 Zonas erosionadas en la parte inferior



Este fenómeno, caracterizado por grandes zonas erosionadas, durante intervalos irregulares, situados en la parte inferior (figura de la izquierda), es una consecuencia usual del empleo de una velocidad de corte excesivamente lenta.



## 7.4 Defectos por Adhesión de Escoria

Los defectos por adhesión de escoria abarca las barras de escoria adherida en la parte inferior y la incrustada en la superficie de corte.

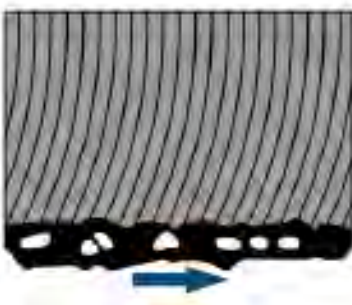


Defectos por adhesión de escoria

Barras de escoria adherida en la parte inferior.  
Zonas de escoria incrustada en la superficie de corte.

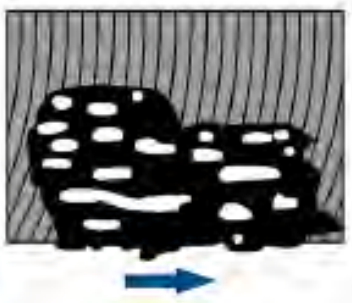
Los depósitos de escoria en la parte inferior o central de la superficie del corte son un defecto muy perjudicial para el proceso puesto que sólo pueden ser eliminados con dificultad.

### C.1 Barras de escoria adherida en la parte inferior



**Causa del defecto:** La formación de una "cadena" de escoria en el borde inferior de la superficie de corte (figura) puede deberse a valores excesivamente bajos de la velocidad, aunque la causa más usual consiste en el empleo de boquillas demasiado pequeñas para el espesor. Otras causas secundarias son, una llama demasiado fuerte, o una llama con alto contenido de gas comburente.

### C.2 Zonas de escoria incrustada en la superficie de corte



El defecto que se observa en la figura.

**Causa del defecto:** se debe a un contenido en aleantes demasiado alto.

## 7.5 Defectos por Agrietamiento

Los defectos por agrietamiento abarcan las grietas en la superficie del corte y las grietas en las proximidades de la misma.



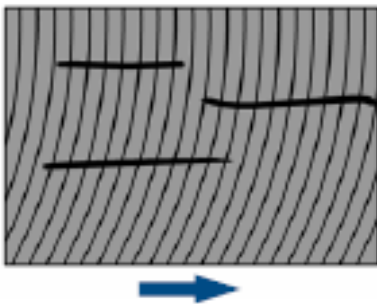
Defectos de agrietamiento



Grietas en la superficie de corte.  
Grietas internas en las proximidades a la superficie de corte.

Las grietas pueden aparecer dentro o sobre la superficie de corte y son atribuibles al material. Las grietas visibles (sobre la superficie) son mucho más frecuentes que las internas.

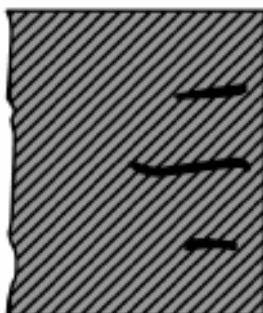
### D.1 Grietas en la superficie de corte



Las grietas que se esquematizan en la figura, siempre visibles externamente.

**Causa del defecto:** se producen por contenido en Carbono o en aleantes demasiado elevado, acero susceptible a rotura térmica, insuficiente tratamiento térmico de la pieza, enfriamiento demasiado rápido, etc.

### D.2 Grietas internas en las proximidades a la superficie de corte



Las grietas aparecen dentro de la chapa, en zonas cercanas a la superficie de corte, sólo son visibles en una sección transversal (figura).

**Causa del defecto:** Las causas son análogas a las del caso anterior.

**ACTIVIDAD 8.**

Como hemos visto es relevante conocer los diferentes defectos que se pueden presentar una vez ejecutado el corte. Es preciso tenerlos presentes para mejorar la calidad de nuestro trabajo.



Identifique a qué tipo de falla le corresponden las siguientes gráficas y aliste las posible/s causa/s de la misma.

|  | Falla/Defecto | Causa/s |
|--|---------------|---------|
|  |               |         |
|  |               |         |
|  |               |         |
|  |               |         |
|  |               |         |

**¡Felicitaciones!**

Usted ha finalizado el capítulo 7.  
A continuación se desarrollará el capítulo Reglas para el manejo de cilindros.



# Reglas para el manejo de cilindros

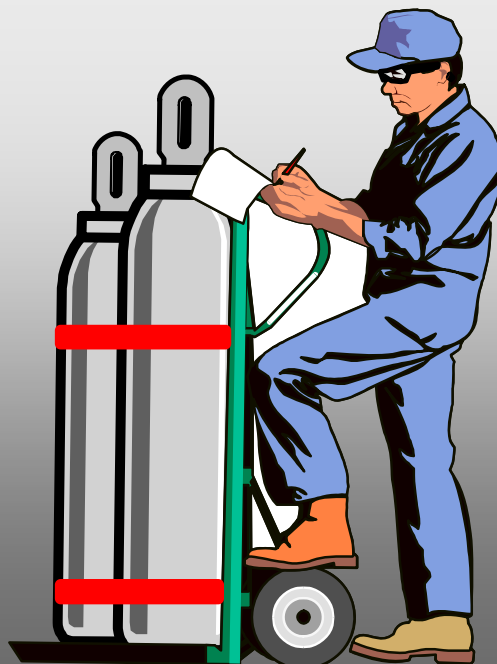
## TEMAS DEL CAPÍTULO 8

---

### 8.1 Reglas para el manejo de cilindros con gas a presión

66

Este capítulo detalla las precauciones y reglas que deben ser tomadas en cuenta para el manejo adecuado de cilindros con gas a presión.



## 8.1 Reglas para el manejo de cilindros con gas a presión

1



Antes de usar el cilindro, verifique la etiqueta y el color de la ojiva para comprobar que contenga el gas requerido.

2



Verifique que las válvulas y conexiones sean las especificadas para el uso del gas o líquido a utilizar.

3



Nunca purgue (ventile), ni abra la válvula del cilindro sin instalar el regulador. Colóquese a un lado del regulador cuando abra la válvula del cilindro (nunca de frente).

4



Apretar de más la conexión puede deformar o dañar la junta. Verifique fugas sólo con agua de jabón.

5



Desconectar un cilindro en operación es muy peligroso, ya que trabaja a alta presión.

6



Si detecta alguna fuga en la válvula de un cilindro, mueva éste a un área abierta y lejos de cualquier fuente de ignición (calor, chispas, flamas); coloque señales de prevención y llame a personal autorizado.

7



Siempre utilice el herramienta adecuada para conectar los envases a sus equipos o líneas de consumo. Recuerde que es obligatorio el uso de equipo de protección adecuado.

8



Prohibido cambiar o forzar las conexiones de un cilindro o un dewar. Si éstas no acoplan con las de sus equipos o líneas de consumo, no las force, llame al personal autorizado.

9



Cuando maneje cilindros con oxígeno, no use grasas, aceites o derivados de hidrocarburos, ya que en contacto con el oxígeno, éste puede reaccionar violentamente.

10



Nunca cambie el color de los cilindros, ni los marque con soldadura.

11



El trasvase de gases está prohibido. El llenado sólo puede realizarlo el personal autorizado.

12



Está prohibida la sustitución de un gas de cualquier tipo por otro. ¡Cuidado! verifique siempre en la etiqueta el gas contenido.

13



Prohibido retirar los cilindros del respaldo de emergencia de la central de gases. En el caso del oxígeno medicinal, mantenga siempre llenos los cilindros o equipos de respaldo para emergencias.

14



Sólo personal autorizado puede operar los contenedores y tanques con gases o líquidos criogénicos.

15



Prohibido fumar en áreas donde se encuentran cilindros con gases.

16



No acerque flamas al cilindro ni lo exponga a altas temperaturas. Tampoco intente calentar los acumuladores de acetileno.

17



Los cilindros en uso deberán mantenerse en posición vertical sujetos a un poste, columna, pared o carro portacilindros.

18



Todos los cilindros deben transportarse en posición vertical, sujetos a un carro portacilindros y con su capuchón de seguridad puesto.



19

Evite golpear los cilindros.



20

Todos los cilindros que no estén en uso deben almacenarse colocados siempre en posición vertical y con el capuchón de seguridad puesto.

**ACTIVIDAD 9.**

Se han introducido las Reglas para el manejo de cilindros con gas a presión.



Marque verdadero o falso las siguientes recomendaciones.

|   |   | FALSO                    | VERDADERO                |
|---|---|--------------------------|--------------------------|
| 1 | Desconectar un cilindro en operación es muy peligroso, ya que trabaja a alta presión.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2 | Es recomendable cambiar las conexiones de un cilindro si éstas no se acoplan con las de sus equipos o líneas de consumo.                  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3 | Para verificar fugas se debe utilizar sólo agua de jabón.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4 | Si detecta alguna fuga en la válvula de un cilindro, mueva éste a un área abierta y lejos de cualquier fuente de ignición.                | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5 | Todos los cilindros que no estén en uso deben almacenarse colocados siempre en posición horizontal y con el capuchón de seguridad puesto. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

**¡Felicitaciones!**

Usted ha finalizado el capítulo 8.

Ha finalizado el curso Oxicorte.

