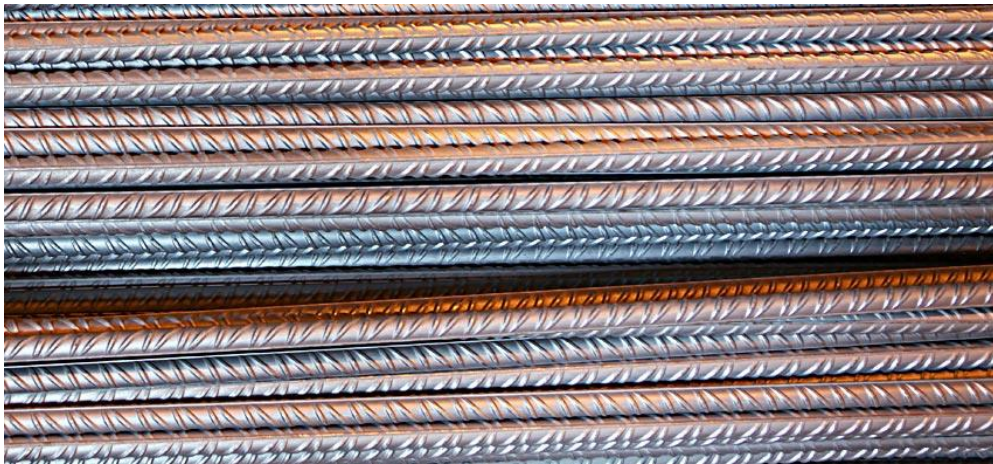




Universidad  
**itaca**   
*Ad excellentiam per conscientiam*

# PROCESOS INDUSTRIALES

Tutorial  
Sesión 10



M en C Rogelio Velasco Salazar

**NOMBRE DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE**

PROCESOS INDUSTRIALES

**CLAVE DE LA ASIGNATURA**

LII 216

**OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA:**

Al término del curso, el alumno analizará los problemas relativos a la producción de bienes, identificando su proceso de fabricación en distintas fases, hasta la obtención de un producto final.

**Sesión 10**

**5. PROCESOS DE CONSERVACIÓN Y REDUCCIÓN DE LA MASA**

5.2. Procesos de reducción de masa

5.2.1. Equipo para la formación de líneas de producción

5.2.1.3. Fresado

5.2.1.4. Limado

**OBJETIVO:**

Al término de la sesión, el alumno conocerá los diferentes procesos de reducción de la masa que se realiza con diferentes tipos de fresas y limas.

## 5. PROCESOS DE CONSERVACIÓN Y REDUCCIÓN DE LA MASA

### 5.1 Procesos de conservación de masa

#### 5.2.1.3. Fresado<sup>1</sup>

Una **fresadora** es una máquina herramienta utilizada para realizar mecanizados por arranque de viruta mediante el movimiento de una herramienta rotativa de varios filos de corte denominada fresa. En las fresadoras tradicionales, la pieza se desplaza acercando las zonas a mecanizar a la herramienta, permitiendo obtener formas diversas, desde superficies planas a otras más complejas. Inventadas a principios del siglo XIX, las fresadoras se han convertido en máquinas básicas en el sector del mecanizado. Gracias a la incorporación del control numérico, son las máquinas herramientas más polivalentes por la variedad de mecanizados que pueden realizar y la flexibilidad que permiten en el proceso de fabricación. La diversidad de procesos mecánicos y el aumento de la competitividad global han dado lugar a una amplia variedad de fresadoras que, aunque tienen una base común, se diferencian notablemente según el sector industrial en el que se utilicen.<sup>2</sup> Asimismo, los progresos técnicos de diseño y calidad que se han realizado en las herramientas de fresar, han hecho posible el empleo de parámetros de corte muy altos, lo que conlleva una reducción drástica de los tiempos de mecanizado.

Debido a la variedad de mecanizados que se pueden realizar en las fresadoras actuales, al amplio número de máquinas diferentes entre sí, tanto en su potencia como en sus características técnicas, a la diversidad de accesorios utilizados y a la necesidad de cumplir especificaciones de calidad rigurosas, la utilización de fresadoras requiere de personal cualificado profesionalmente, ya sea programador, preparador o fresador. El empleo de estas máquinas, con elementos móviles y cortantes, así como líquidos tóxicos para la refrigeración y lubricación del corte, requiere unas condiciones de trabajo que preserven la seguridad y salud de los trabajadores y eviten daños a las máquinas, a las instalaciones y a los productos finales o semielaborados.

#### ***Tipos de fresadoras***

Tren de fresado.

Las fresadoras pueden clasificarse según varios aspectos, como la orientación del eje de giro o el número de ejes de operación. A continuación se indican las clasificaciones más usuales.

#### **Fresadoras según la orientación de la herramienta**

Dependiendo de la orientación del eje de giro de la herramienta de corte, se distinguen tres tipos de fresadoras: horizontales, verticales y universales. Una fresadora horizontal utiliza fresas cilíndricas que se montan sobre un eje horizontal accionado por el cabezal de la máquina y apoyado por un extremo sobre dicho cabezal y por el otro sobre un rodamiento situado en el puente deslizante llamado *carnero*. Esta máquina permite realizar principalmente trabajos de ranurado, con diferentes perfiles o formas de las ranuras.

---

<sup>1</sup>Larbáburu Arrizabalaga, Nicolás (2004). *Máquinas. Prontuario. Técnicas máquinas herramientas*. Madrid: Thomson Editores

## 5. PROCESOS DE CONSERVACIÓN Y REDUCCIÓN DE LA MASA

Cuando las operaciones a realizar lo permiten, principalmente al realizar varias ranuras paralelas, puede aumentarse la productividad montando en el eje portaherramientas varias fresas conjuntamente formando un *tren de fresado*. La profundidad máxima de una ranura esta limitada por la diferencia entre el radio exterior de la fresa y el radio exterior de los casquillos de separación que la sujetan al eje portafresas.

Fresadora vertical.

En una fresadora vertical, el eje del husillo esta orientado verticalmente, perpendicular a la mesa de trabajo. Las fresas de corte se montan en el husillo y giran sobre su eje. En general, puede desplazarse verticalmente, bien el husillo, o bien la mesa, lo que permite profundizar el corte. Hay dos tipos de fresadoras verticales: las fresadoras de banco fijo o de bancada y las fresadoras de torreta o de consola. En una fresadora de torreta, el husillo permanece estacionario durante las operaciones de corte y la mesa se mueve tanto horizontalmente como verticalmente. En las fresadoras de banco fijo, sin embargo, la mesa se mueve solo perpendicularmente al husillo, mientras que el husillo en si se mueve paralelamente a su propio eje.<sup>1</sup>

Una fresadora universal tiene un husillo principal para el acoplamiento de ejes portaherramientas horizontales y un cabezal que se acopla a dicho husillo y que convierte la maquina en una fresadora vertical. Su ámbito de aplicación esta limitado principalmente por el costo y por el tamaño de las piezas que se pueden trabajar. En las fresadoras universales, al igual que en las horizontales, el puente es deslizante, conocido en el argot como *carnero*, puede desplazarse de delante a detrás y viceversa sobre unas guías.

### Fresadoras especiales

Además de las fresadoras tradicionales, existen otras fresadoras con características especiales que pueden clasificarse en determinados grupos. Sin embargo, las formas constructivas de estas máquinas varían sustancialmente de unas a otras dentro de cada grupo, debido a las necesidades de cada proceso de fabricación.

Las fresadoras circulares tienen una amplia mesa circular giratoria, por encima de la cual se desplaza el carro portaherramientas, que puede tener uno o varios cabezales verticales, por ejemplo, uno para operaciones de desbaste y otro para operaciones de acabado. Además pueden montarse y desmontarse piezas en una parte de la mesa mientras se mecanizan piezas en el otro lado. Las fresadoras copiadoras disponen de dos mesas: una de trabajo sobre la que se sujeta la pieza a mecanizar y otra auxiliar sobre la que se coloca un modelo. El eje vertical de la herramienta esta suspendido de un mecanismo con forma de pantógrafo que esta conectado también a un palpador sobre la mesa auxiliar. Al seguir con el palpador el contorno del modelo, se define el movimiento de la herramienta que mecaniza la pieza. Otras fresadoras copiadoras utilizan, en lugar de un sistema mecánico de seguimiento, sistemas hidráulicos, electro-hidráulicos o electrónicos.

En las fresadoras de pórtico, también conocidas como fresadoras de puente, el cabezal portaherramientas vertical se halla sobre una estructura con dos columnas situadas en lados opuestos de la mesa. La herramienta puede moverse verticalmente y transversalmente y la pieza puede moverse longitudinalmente. Algunas de estas

## 5. PROCESOS DE CONSERVACIÓN Y REDUCCIÓN DE LA MASA

fresadoras disponen también a cada lado de la mesa sendos cabezales horizontales que pueden desplazarse verticalmente en sus respectivas columnas, además de poder prolongar sus ejes de trabajo horizontalmente. Se utilizan para mecanizar piezas de grandes dimensiones.

En las fresadoras de puente móvil, en lugar de moverse la mesa, se mueve la herramienta en una estructura similar a un puente grúa. Se utilizan principalmente para mecanizar piezas de grandes dimensiones. Una fresadora para madera es una maquina portátil que utiliza una herramienta rotativa para realizar fresados en superficies planas de madera. Son empleadas en bricolaje y ebanistería para realizar ranurados, como juntas de cola de milano o machihembrados; cajeados, como los necesarios para alojar cerraduras o bisagras en las puertas; y perfiles, como molduras. Las herramientas de corte que utilizan son fresas para madera, con dientes mayores y mas espaciados que los que tienen las fresas para metal.

### **Fresadoras según el número de ejes**

Fresadora CNC de cinco ejes con cabezal y mesa giratoria.

Las fresadoras pueden clasificarse en función del número de grados de libertad que pueden variarse durante la operación de arranque de viruta.

Fresadora de tres ejes. Puede controlarse el movimiento relativo entre pieza y herramienta en los tres ejes de un sistema cartesiano.

Fresadora de cuatro ejes. Además del movimiento relativo entre pieza y herramienta en tres ejes, se puede controlar el giro de la pieza sobre un eje, como con un mecanismo divisor o un plato giratorio. Se utilizan para generar superficies con un patrón cilíndrico, como engranajes o ejes estriados.

Fresadora de cinco ejes. Además del movimiento relativo entre pieza y herramienta en tres ejes, se puede controlar o bien el giro de la pieza sobre dos ejes, uno perpendicular al eje de la herramienta y otro paralelo a ella (como con un mecanismo divisor y un plato giratorio en una fresadora vertical); o bien el giro de la pieza sobre un eje horizontal y la inclinación de la herramienta alrededor de un eje perpendicular al anterior. Se utilizan para generar formas complejas, como el rodete de una turbina Francis.

### **5.21.4 Limado<sup>2</sup>**

Es la operación que tiene por fin rebajar, pulir o retocar piezas metálicas y arrancar, así, pequeñas porciones de material, en forma de virutas o limaduras. Consiste en trabajar caras planas o curvas, interiores o exteriores, por medio de las limas, para obtener: la plenitud, las medidas fijadas, la calidad superficial. Para realizar esta operación nos servimos de una lima. Esta es una herramienta manual, de acero templado; sus caras van provistas de dientes, que al penetrar en la superficie metálica de la pieza, arrancan limaduras.

## 5. PROCESOS DE CONSERVACIÓN Y REDUCCIÓN DE LA MASA

---

<sup>2</sup>Varios autores (1984). *Enciclopedia de Ciencia y Técnica. Tomo13 Torno*. Salvat Editores S.A  
Las partes de una lima son:

- \_ PUNTA o extremo.
- \_ CUERPO, que es la parte central o zona estriada.
- \_ ESPIGA, que es de sección poligonal y sirve para fijar el mango.

Las características de una lima están determinadas por su:

- \_ FORMA: Figura geométrica de la sección transversal. En la tabla siguiente pueden verse las propiedades y empleo de las limas.
- \_ TAMANO: El tamaño de una lima lo da su longitud comercial, es decir, la distancia entre el extremo y el talón.
- \_ PICADO: Así se llama a la rugosidad que presentan las limas en sus caras talladas. El picado puede ser:
  - \_ SENCILLO: Producido por una serie de entallas o ranuras paralelas. Se emplea para trabajar metales blandos como plomo, cobre, aluminio, etc.
  - \_ SENCILLO RECTO: la lima esta embotada y la viruta no cae. Se emplea para el limado de materiales blandos.
  - \_ SENCILLO INCLINADO: expulsa la viruta por el costado. También se emplea para el limado de materiales blandos (estaño, plomo, zinc, aluminio).
  - \_ SENCILLO CURVO: la expulsión de la viruta se produce a ambos lados. Se debe hacer gran esfuerzo sobre la lima. También, como en los anteriores, se utiliza en el limado de materiales blandos (estaño, plomo, zinc, aluminio).
  - \_ SENCILLO CURVO CON ENTELLAS: la expulsión de la viruta se hace por ambos lados. No se necesita tanto esfuerzo como en el caso anterior. Y el empleo más usual es en el limado de madera, cuero, plástico.
  - \_ DOBLE O CRUZADO: Aquel, en el cual, encima de un picado sencillo, se hace otro de menor profundidad y transversal al primero. Las limas con picado doble son las más adecuadas para el trabajo de ajuste.
  - \_ GRADO DE CORTE: es la separación de las entallas en el picado, es decir, el número de dientes que entran en un centímetro de superficie picada. Según el grado de corte se clasifican en:
    - \_ Basta: cuando tiene de 8 a 10 dientes/cm<sup>2</sup>
    - \_ Semifina o entrefina: de 12 a 18 dientes/cm<sup>2</sup>
    - \_ Fina: si tiene de 20 a 30 dientes/cm<sup>2</sup>
    - \_ Extrafina: cuando tiene mas de 30 dientes/cm<sup>2</sup>

Por otro lado, la espiga de la lima lleva un mango, generalmente de madera dura o de plástico, que evita accidentes.

### Operación del limado

Es una operación de acabado, aunque cada día es menos empleada, gracias a la precisión con que trabajan las máquinas. El limado es una operación que solo se llega a dominar mediante la práctica de un ejercicio continuado.

## 5. PROCESOS DE CONSERVACIÓN Y REDUCCIÓN DE LA MASA

El tronco puede moverse ligeramente, al movimiento de vaivén de la lima, en los trabajos de desbaste; mas, por el contrario, en los trabajos de afinado o en los que se realizan con limas pequeñas, el tronco debe permanecer inmóvil. La lima se agarra con la mano derecha, haciendo que el mango se apoye en el cetro de la mano; el dedo pulgar se sitúa por encima y los otros dedos rodean al mango por debajo. La mano izquierda se apoya en el extremo de la lima. Pero hay que tener en cuenta que la presión ejercida por los brazos será menor al aumenta el brazo de palanca, para evitar el balanceo y que la superficie de la pieza quede convexa.

Limado de superficies

\_ superficies planas

En este caso es preciso trabajar cruzando los trazos o ralladuras, impresas por los dientes de la lima. Así se consigue: observar en todo momento la zona limada; y limar dos veces por la parte central de la superficie y una sola vez por las esquinas. Además, para la planitud de una superficie se recomienda utilizar la cara convexa o abombada de la lima.

\_ superficies concavas

Para limar superficies cóncavas, es necesario elegir la lima de mediacana, logrando que su cara redondeada se adapte, lo más posible, a la superficie interior a limar.

\_ superficies convexas

Las caras redondeadas se liman siguiendo el trazado, perpendicularmente a la pieza. Para obtener la cara alisada y su forma, se describen movimientos circulares con la lima plana fina.

### 1.4. Reglas para un buen limado

- \_ Elegir el tamaño de la lima adecuada para la superficie a limar.
- \_ Observar el plano, viendo si es posible simplificar el trabajo de limado.
- \_ Utilizar limas bastas para rebajes de material superiores a los 0,2 mm.
- \_ Utilizar las limas en toda su longitud.
- \_ No tocar, con la mano, la superficie limada ni la lima, para evitar que se resbale.
- \_ Antes de limar, hay que observar si el mango de la lima tiene su anillo y si la espiga está bien sujeta al mango, para evitar accidentes.
- \_ El limado en una sola dirección no da un control visual claro del resultado ya que los dientes pasan siempre por las mismas señales. Por tanto, lo más conveniente es realizar un limado en cruz a las señales de la primera dirección y así se eliminan las ondulaciones producidas.
- \_ La dureza de la lima debe ser superior a la del material en cuestión.

La **rectificadora** es una máquina herramienta, utilizada para conseguir mecanizados de precisión tanto en dimensiones como en acabado superficial, a veces a una operación de rectificado le siguen otras de *pulido* y *lapeado*. Las piezas que se rectifican son principalmente de acero endurecido mediante tratamiento térmico, utilizando para ello

## 5. PROCESOS DE CONSERVACIÓN Y REDUCCIÓN DE LA MASA

discos abrasivos robustos, llamados muelas. Las partes de las piezas que se someten a rectificado han sido mecanizadas previamente en otras máquinas herramientas antes de ser endurecidas por tratamiento térmico y se ha dejado solamente un pequeño excedente de material para que la rectificadora lo pueda eliminar con facilidad y precisión. La rectificación, pulido y lapeado también se aplica en la fabricación de cristales para lentes.

### Tipos de rectificadora

Muela de rectificadora universal.

Según sean las características de las piezas a rectificar se utilizan diversos tipos de rectificadoras, siendo las más destacadas las siguientes:

- \*Rectificadoras planeadoras
- \*Rectificadoras sin centros (centerless)
- \*Rectificadoras especiales
- \*Rectificadoras universales

Las máquinas rectificadoras para piezas metálicas consisten básicamente en un bastidor que contiene una muela giratoria compuesta de granos abrasivos muy duros y resistentes al desgaste y a la rotura. La velocidad de giro de las muelas es muy elevada, pudiendo llegar a girar a 30.000 rpm, dependiendo del diámetro de la muela.

Las **rectificadoras para superficies planas**, conocidas como planeadoras y tangenciales son muy sencillas de manejar, porque consisten en un cabezal provisto de la muela y un carro longitudinal que se mueve en forma de vaivén, donde va sujeta la pieza que se rectifica. La pieza muchas veces se sujeta en una plataforma magnética. Las piezas más comunes que se rectifican en estas máquinas son matrices, calzos y ajustes con superficies planas.

La **rectificadora sin centros (centerless)**, consta de dos muelas y se utilizan para el rectificado de pequeñas piezas cilíndricas, como bulones, casquillos, pasadores, etc. Son máquinas que permite automatizar la alimentación de las piezas y por tanto tener un funcionamiento continuo y por tanto la producción de grandes series de la misma pieza. La rectificación sin centros pertenece a los procesos de rectificadora cilíndrica de exteriores. Al contrario de la rectificación entre centros, la pieza no se sujeta durante la rectificación y por lo tanto no se necesita un contratraladro o un mecanismo de fijación en los extremos. En lugar de eso se apoya la pieza con su superficie sobre la platina de soporte y se coloca entre el disco rectificador que gira rápidamente y la platina regulable pequeña que se mueve lentamente. La platina de soporte de la rectificadora (también llamada regla de soporte o regla de dirección) está generalmente posicionada así que el centro del eje de la pieza se encuentra sobre la línea de unión entre los puntos medios del disco regulable y del disco rectificador. Mas, la platina de soporte está biselada para sostener la pieza en el disco regulable y el disco rectificador. El disco regulable está hecho de un material blando, por ejemplo una mezcla de caucho que puede tener granos duros para garantizar la fuerza de acople entre la pieza y el disco regulable.



## 5. PROCESOS DE CONSERVACIÓN Y REDUCCIÓN DE LA MASA

Las **rectificadoras universales** son las rectificadoras más versátiles que existen porque pueden rectificar todo tipo de rectificandos en diámetros exteriores de ejes, como en agujeros si se utiliza el cabezal adecuado. Son máquinas de gran envergadura cuyo cabezal portamuelas tiene un variador de velocidad para adecuarlo a las características de la muela que lleva incorporado y al tipo de pieza que rectifica.

### **Características constructivas de las rectificadoras cilíndricas de última generación [**

A las modernas rectificadoras cilíndricas se les exige ser de ultra precisión, de concepción flexible para aplicaciones de rectificado de exteriores y piezas excéntricas. Las máquinas pueden realizar procesos de rectificado convencional o de alta velocidad, incorporando los últimos adelantos mecánicos, eléctricos y de software. (CNC).

Se establecen nuevos estándares de precisión, velocidad y flexibilidad garantizando una producción de alta fiabilidad y competitividad. Estas máquinas incluyen bancada de granito natural, motores integrados en ejes porta-piezas y husillos porta-muelas, motores de gran par y motores lineales.

El diseño incluye puertas de gran accesibilidad para trabajos de preparación de máquina y de mantenimiento. El concepto modular de la máquina permite la incorporación de sistemas de carga automatizados y la concatenación de varias unidades en una célula.

Las modernas rectificadoras responden óptimamente a la más amplia variedad de aplicaciones como herramientas de corte, hidráulica de alta precisión, árboles de levas, pequeños cigüeñales, ejes de cajas de cambios y ejes de transmisión, entre otros. Las máquinas son diseñadas para utilizar distintos tipos de abrasivos, diamante, CBN, ... para aplicaciones de alta velocidad.

### **Rectificación de lentes**

En la fabricación de lentes el abrasivo está compuesto por corindón (cristalizado) de óxido de aluminio de origen natural o por polvos de esmeril humedecidos (Óxido de aluminio con impurezas de hierro). Pueden ser necesarias dos o tres operaciones de rectificación sucesivas para la terminación de la lente. El pulido y el lapeado completan el acabado superficial.

#### **Pulido**

Para obtener un óptimo acabado de las piezas procedentes de las operaciones de rectificado se emplean máquinas pulidoras que trabajan por aplicación de la pieza a una superficie abrasiva móvil, normalmente giratoria. El material arrancado en el pulido es prácticamente nulo y apenas modifica las dimensiones del rectificando.

#### **Lapeado**

Es el proceso de acabado de una superficie por abrasión muy fina, con objeto de conseguir mucha precisión en el acabado superficial, conocida como rugosidad.

## 5. PROCESOS DE CONSERVACIÓN Y REDUCCIÓN DE LA MASA

### Fuentes de Información

#### a) Libros

No	Tipo	Título	Autor	Editorial	Año
1	Libro	<i>Técnicas máquinas herramientas</i>	Larbáburu Arrizabalaga, Nicolás	Thomson	2004
2	Libro	<i>Enciclopedia de Ciencia y Técnica. Tomo13</i>	Varios autores	Salvat Editores S.A	1984