

## **INTRODUCCIÓN.**

En la actualidad los procesos de mecanizado han tenido gran avance debido al desarrollo de la tecnología, esto se debe a la investigación de nuevos materiales para herramientas de corte, los cuales presentan mejores propiedades al desgaste, mayor resistencia al corte, elevada dureza, además existen innovaciones en cuanto a aleaciones y materiales recubiertos.

El torneado convencional, debe controlar diversos parámetros, como son la velocidad de corte, la profundidad con la cual se va a maquinar y el avance que será aplicado a la herramienta de corte.

Se denomina torno a la máquina herramienta que permite mecanizar piezas de volumen de revolución. Ésta máquina herramienta opera haciendo girar la pieza a mecanizar sujeta en el cabezal o fijada entre los puntos mientras una o varias herramientas de corte son empujadas en un movimiento regulado de avance contra la superficie de la pieza, cortando la viruta de acuerdo con condiciones de mecanizado adecuadas.

Desde el inicio de la Revolución Industrial, el torno se ha convertido en una máquina herramienta muy importante para hacer piezas. Con esto se pretende incentivar a la comunidad universitaria y junto con el desarrollo de la región se desarrolle transferencia de tecnología, esto en cuanto se refiere al área electromecánica.

Por tal motivo el presente trabajo de tesis tiene la finalidad de dar a conocer el funcionamiento del torno marca YUCY modelo 6250C y las operaciones que realiza. El desarrollo del tema considera los siguientes capítulos:

El capítulo I abarca el marco teórico, mediante el cual se determina los principios y fundamentos básicos, para continuar con los conocimientos de los diversos componentes de la máquina herramienta.

El capítulo II trata acerca del análisis de factibilidad del proyecto, por la definición del problema, así se determina la viabilidad del proyecto.

El capítulo III define las limitaciones y especificaciones técnicas y el dimensionamiento del torno marca YUCY modelo 6250C, se adjunta el análisis de funcionamiento, operación, mantenimiento e implementación de herramientas para la máquina herramienta mencionada.

También se incluye un manual de seguridad en los tornos para que se observe y conozca los peligros existentes en la máquina herramienta, por no utilizar la ropa adecuada, por no tener limpio el lugar de trabajo, etc.

# CAPITULO I

## FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 1.1. Tecnología Mecánica.

Según SAULEÑA (2000) “La tecnología mecánica se puede definir como la ciencia encargada del estudio de la transformación de los materiales metálicos, para la obtención de piezas o artículos de consumo”.

La página [sitenordeste.com](http://sitenordeste.com) dice que: “La tecnología mecánica se define como la ciencia de la conformación de componentes mecánicos, metálicos y no metálicos con una precisión dimensional adecuada”.

De lo mencionado anteriormente se concluye que la tecnología mecánica estudia las diversas transformaciones que reciben los materiales metálicos y no metálicos durante el proceso de fabricación que designa la precisión dimensional, considerándose las características mecánicas del producto final.

Es aquí donde intervienen las máquinas herramientas, herramientas y demás equipos necesarios para la realización física de tales operaciones, incluidos los empleados para asegurarse la precisión dimensional de los productos obtenidos.

## **1.2. Proceso de Fabricación.**

Las diversas transformaciones que reciben los materiales durante el proceso de fabricación son realizadas según una secuencia temporal predefinida y organizada, así que son considerados cada una de las operaciones tecnológicas responsables de tales transformaciones; por ejemplo la estampación de chapas, el torneado, el recocido, etc.

Según DEUTSCHMAN (1991) “El proceso de fabricación es el conjunto de operaciones necesarias para modificar las características de las materias primas”.

En virtud del concepto relatado el proceso de fabricación agrupa las siguientes operaciones tecnológicas:

- ✓ operaciones para dar forma.
- ✓ operaciones en superficie.
- ✓ operaciones de mejoras de propiedades.

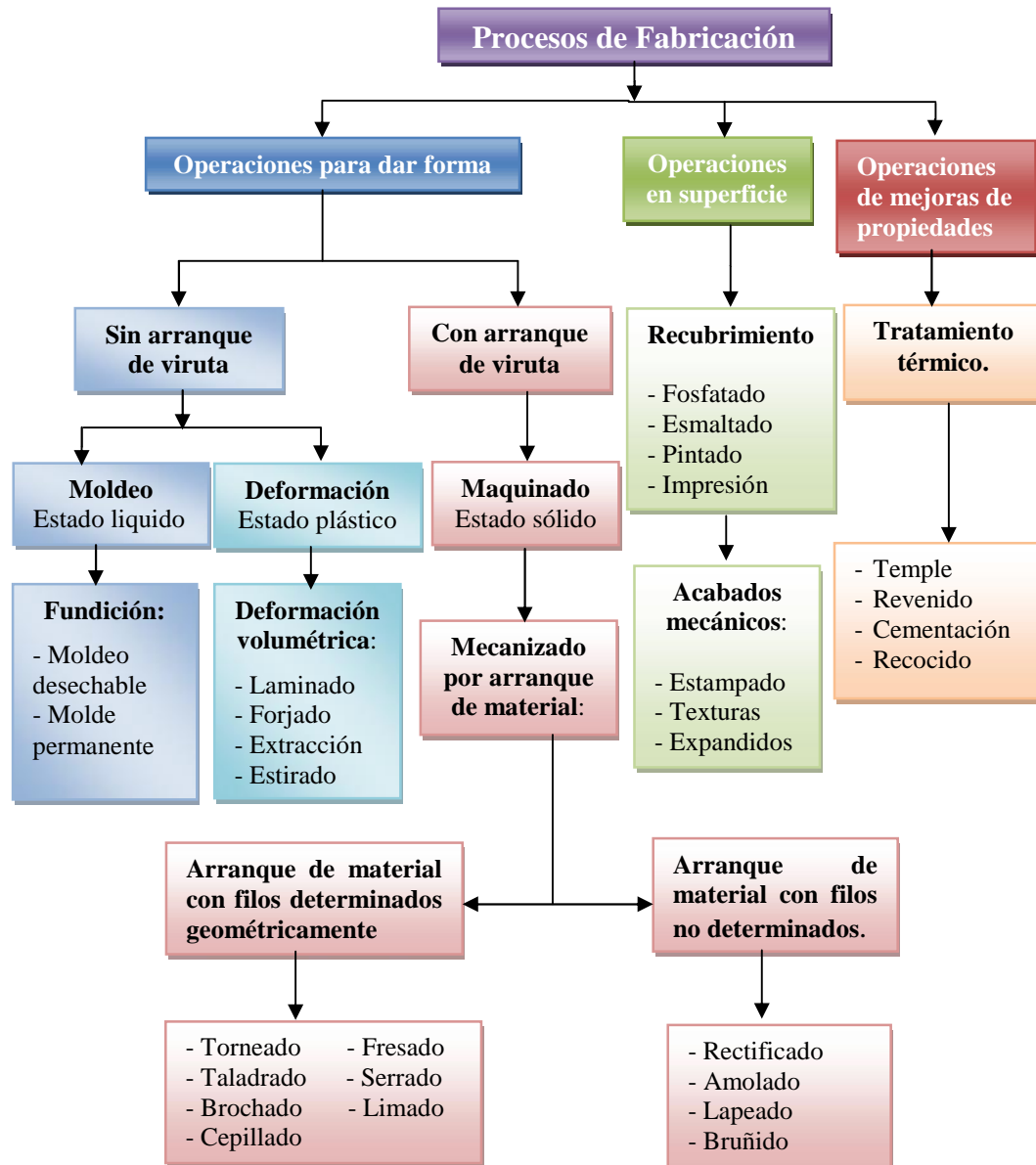
Debido a que en la actualidad los metales continúan siendo los materiales más utilizados en la fabricación de diversas piezas mecánicas, estas operaciones determinan las propiedades mecánicas del producto final.

### ***1.2.1. Clasificación de los Procesos de Fabricación***

A continuación en el organigrama 1.1 se hace una clasificación de los procesos de fabricación más comunes, aplicados a la fabricación de productos metálicos y no metálicos.

Información más detallada se encuentra en el **anexo B - 1**

**Organigrama 1.1.** Clasificación de los procesos de fabricación.



**Fuente:** DE GARMO Paul (2002) “Materiales y procesos de Fabricación”.

### 1.2.2. Operaciones para dar forma con arranque de viruta.

Como se observa en el organigrama 1.1 las operaciones que dan forma a un producto final se realizan sin arranque de viruta aprovechando los estados líquidos y plásticos de los materiales, en cuanto al estado sólido solamente se da forma a través del Maquinado.

### ***1.2.3. Maquinado.***

Según TIMINGS (1992) “El maquinado es una operación para dar forma, en el cual los dispositivos impulsados con potencia causan la eliminación del material en forma de viruta”.

Se describe que el maquinado se lo realiza con equipos que soportan tanto a la herramienta cortante como a la pieza de trabajo, pues ésta última se encuentra en estado sólido, que accionada por el movimiento relativo de la herramienta causa deformación plástica del material antes y después de la formación de viruta. Sin importar que tan frágil sea el elemento a mecanizarse, sufre cierta deformación plástica en la operación de maquinado, en donde la energía está en la forma de una fuerza localizada que causa la deformación plástica y la fractura para producir viruta.

### ***1.2.4. Mecanizado por arranque de material.***

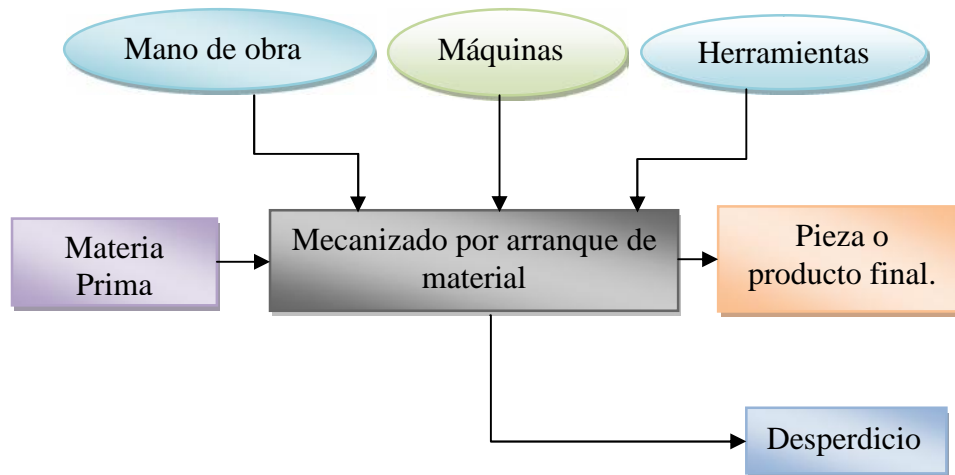
En el mecanizado mediante arranque de material, también conocido como arranque de viruta, en que se obtienen las dimensiones y la naturaleza superficial deseada en las piezas, por medio del mencionado arranque de material, por procedimientos mecánicos.

Esta operación tiene un alto precio, pues requiere de máquinas y herramientas de gran costo, sus principales ventajas son:

- ✓ Excelente precisión obtenida.
- ✓ Transforman y aumentan las limitadas fuerzas del hombre.
- ✓ Aumentan la velocidad de trabajo haciendo mayor la producción y disminuyendo el costo de la misma.
- ✓ Ejecutan operaciones que manualmente serían imposibles por el tamaño de las piezas u otras circunstancias.

Para llevar a cabo esta operación con arranque de material y obtener los resultados deseados, intervienen factores de gran importancia los cuales se deben tener en cuenta al realizar esta operación

**Organigrama 1.2.** Factores de mecanizado por arranque de material



**Fuente:** DE GARMO Paul (2002) “Materiales y procesos de Fabricación”.

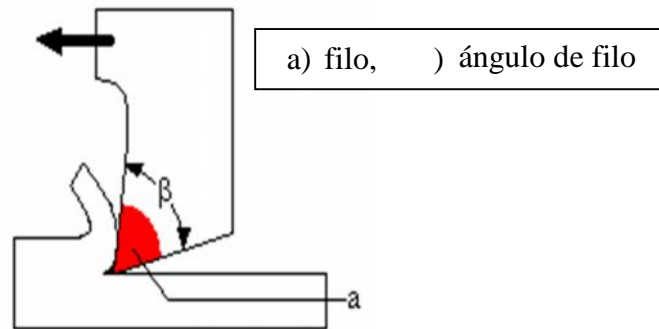
Tratándose así de un procedimiento para dar forma a un cuerpo sólido mediante la separación de partículas, más o menos finas de material, llamadas viruta, que puede clasificarse según la forma de corte establecido por la norma DIN 8580 (Deutsches Institut für Normung - Instituto Alemán de Normalización), en la que se determina el arranque de viruta con filos determinados geoméricamente y arranque de viruta con filos no determinados.

Para esto también se requiere un factor importante, que es el sistema de refrigeración en las piezas a ser mecanizadas, esto se mencionará más adelante.

#### ***1.2.4.1. Arranque de viruta con filos determinados geoméricamente.***

Las virutas son arrancadas mediante los bordes afilados de las herramientas que son determinados geoméricamente, ejemplo este tipo son los procesos de: torneado, fresado, taladrado, etc.

**Figura 1.1.** Arranque de viruta con filos determinados geoméricamente.

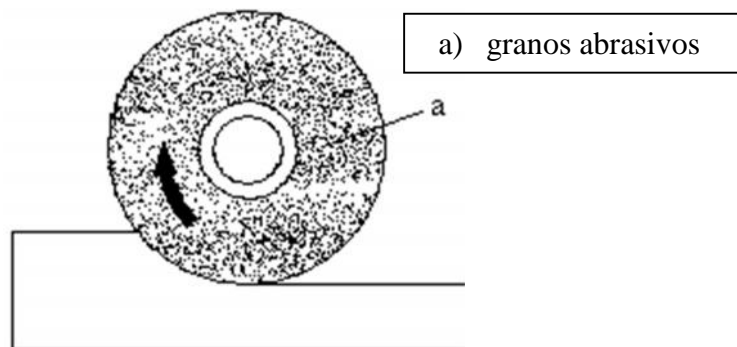


**Fuente:** GERLING Heinrich (1986) “Alrededor de las máquinas-herramienta”.

#### **1.2.4.2. Arranque de viruta con filos no determinados.**

Las finas virutas son arrancadas en estos casos por granos abrasivos que carecen de forma geométrica determinada, ejemplo de este tipo son los procesos de: amolado, lapeado, bruñido, etc.

**Figura 1.2.** Arranque de viruta con filo de forma geoméricamente indeterminada.



**Fuente:** GERLING Heinrich (1986) “Alrededor de las máquinas-herramienta”.

Cualquier elemento metálico o no metálico a ser maquinado tomará el nombre de pieza, ésta recibe inicialmente una forma determinada sin arranque de viruta que puede ser hecha mediante fundición, laminación, forjado, etc. Posteriormente a ella se le da una forma definitiva mediante arranque de viruta, que dependiendo del material y el proceso de mecanizado tiene como resultado virutas de diversos tipos explicados de mejor manera en el **anexo B - 2**.

### **1.3. Sistema de lubricación en la máquina herramienta.**

Para la lubricación en las máquinas herramientas es necesario contar con los siguientes elementos:

**1.3.1. Grasa.** Es un producto semilíquido formado por un aceite base que se emplea del 75% de su composición, contiene también agentes espesantes que le dan la consistencia, la cantidad de estos agentes varía desde el 2% que son grasas muy fluidas hasta el 25 % en grasas más consistentes.

**1.3.2. Aceites lubricantes.** Tiene las siguientes funciones:

- ✓ Formar una película entre los componentes en movimiento, para evitar el contacto metálico. La película debe ser suficientemente gruesa para obtener una lubricación satisfactoria.
- ✓ Reducir el rozamiento y eliminar el desgaste.
- ✓ Proteger contra la corrosión.

Hay varias organizaciones que han emitido normas para la clasificación de los aceites lubricantes como son:

- ✓ SAE: Society of Automotive Engineers (Sociedad de Ingenieros Automotrices).
- ✓ API: American Petroleum Institute (Instituto Americano de Petróleo).
- ✓ ASTM: American Society for Testing Materials (Sociedad Americana de Pruebas de Materiales).

**1.3.3. Aceites refrigerantes:** La lubricación, a través del uso de aceites refrigerantes, mejora el trabajo entre la máquina herramienta, el útil y la pieza. la función de este aceite es:

- ✓ Reducir la fricción y el desgaste, mejorando la vida útil de la herramienta y el acabado superficial de la pieza de trabajo.

- ✓ Enfriar la zona de corte, mejorando así la vida útil de la herramienta y reduciendo la temperatura y la distorsión térmica de la pieza de trabajo.
- ✓ Reducir las fuerzas y el consumo de energía.
- ✓ Retirar las virutas de la zona de corte, evitando que interfieran en el proceso de corte.

## **1.4. Acabados Superficiales.**

El aspecto o calidad superficial de una pieza depende del material y del proceso empleado en su fabricación. El funcionamiento de las piezas no será correcto sin definirse el acabado superficial exigible a la superficie que la conforma, el cual deberá adecuarse a las exigencias funcionales de cada una de las superficies. Por ejemplo si el acabado superficial de un rodamiento presenta una rugosidad o irregularidad excesiva, se presentaría un elevado rozamiento con la consiguiente disipación de energía, calentamiento y en definitiva pérdida de eficiencia.

### ***1.4.1. Irregularidades Superficiales***

Considerando la superficie de una pieza como el lugar geométrico de los puntos que separan los pertenecientes a la pieza de los exteriores a la misma; si una superficie se corta por un plano normal a la misma, se tiene una curva llamada perfil de la superficie. Es a partir de este perfil donde se examina los distintos defectos de la superficie. Analizando una superficie en toda su extensión, utilizando un procedimiento de medida lo suficientemente preciso en el que se puede observar dos tipos de irregularidades: ondulación y rugosidad; manifestándose por lo general ambas simultáneamente.

### ***1.4.2. Ondulación.***

Es una irregularidad superficial de gran longitud de onda, de tipo periódico y con paso superior a 1 mm. Se produce como consecuencia del desajuste y la holgura existente entre la máquina herramienta utilizada para mecanizar la superficie,

vibraciones, flexión del material, desgaste de la bancada de la máquina herramienta, etc.

### 1.4.3. Rugosidad.

Es una irregularidad superficial de pequeña longitud de onda en relación a su amplitud; suele ser de carácter aleatorio y con longitud entre crestas uniforme e inferior a 1 mm. Está originada generalmente por la acción de los filos cortantes de las herramientas al ser mecanizada, o por los granúlos abrasivos de las muelas.

**Tabla 1.1.** Rugosidad media obtenida por diferentes procesos de fabricación.

Procesos de fabricación	Rugosidad media Ra ( $\mu\text{m}$ )
Cepillado.	5 -30
Torneado.	
Fresado.	
Taladrado.	
Brochado.	0,15 – 15
Rectificado.	0,3 – 3
Rectificado muy fino	0,1 – 0,5

**Fuente:** ARRUTI Javier (2008) “Dibujo Mecánico-Acabados Superficial”

Los sistemas que indican los requerimientos de los estados superficiales han sido varios, remontándose a especificaciones antiguas que todavía pueden verse en muchos planos de producción, se utilizan las designaciones de las superficies con una, dos, tres, o cuatro triángulos que tienen el siguiente significado:

- ✓ **Un triángulo.-** Las huellas de mecanizado son apreciables al tacto y a simple vista.
- ✓ **Dos triángulos.-** Huellas de mecanizado son difícilmente apreciables al tacto y se siguen apreciando a simple vista.
- ✓ **Tres triángulos.-** Las huellas de mecanizado no son apreciables al tacto y difícilmente a simple vista.
- ✓ **Cuatro triángulos.-** Huellas de mecanizado no son apreciables ni al tacto ni a la vista.

Las designaciones superficiales de los triángulos ya no se utilizan en esta época, más bien se ha encontrado una nueva forma de especificar el acabado superficial como se muestra a continuación:

**Tabla 1.2.** Clases de rugosidades.

Valor de la rugosidad Ra		Clases de rugosidad	Símbolo antiguo ISO.	Símbolo actual COVENIN 2621
$\mu\text{m}$	$\mu\text{in}$			
50 25	2000 1000	N 12 N 11		<p><b>a</b> = valor de la rugosidad Ra o número de clase de rugosidad N 1 a N 12.</p> <p><b>b</b> = proceso de fabricación, tratamiento o recubrimiento.</p> <p><b>c</b> = longitud básica.</p> <p><b>d</b> = dirección de las estrías de mecanizado.</p> <p><b>e</b> = sobre medida para mecanizado.</p> <p><b>f</b> = otros valores de la rugosidad (entre paréntesis).</p>
12.5 6.3	500 250	N 10 N 9		
3.2 1.6	125 63	N 8 N 7		
0.8 0.4	32 16	N 6 N 5		
0.2 0.1 0.05 0.025	8 4 2 1	N 4 N 3 N 2 N 1		

**Fuente:** FELEZ Jesús, MARTINEZ Luisa (2008) “Ingeniería gráfica y diseño”

### 1.5. Clasificación de las máquinas herramientas, según el mecanizado por arranque de material.

Las superficies de las piezas son las consecuencias de los defectos originados por los procesos de fabricación con máquinas herramientas con arranque de viruta,

distan de esa uniformidad, presentando irregularidades que serán controlados para que la pieza cumpla con la función para la que se crea.



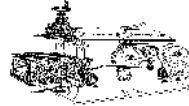
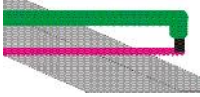
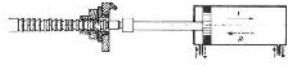
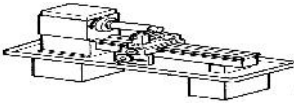
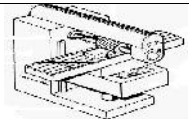

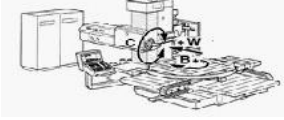

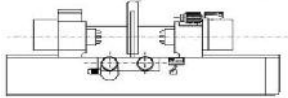
**Tabla 1.3.** Clases de Acabados Superficiales de acuerdo al proceso de fabricación.

MAQUINAS PARA EL MECANIZADO POR ARRANQUE DE MATERIAL	Clases de rugosidades	Estados superficiales	Procedimientos de fabricación	Aplicaciones
	N10 N9	Se logra mediante uno o más desbastados con levantamiento de virutas. Las huellas dejadas por la operación pueden ser apreciados claramente por tacto o a simple vista	Lima Torno Fresadora	Agujeros avellanados, superficies no funcionales ajustes fijos
	N8 N7	Tal como se consigue mediante uno o más afinados con levantamiento de virutas. Las huellas son perceptibles al tacto y apreciarse a la vista.	Lima Torno Fresadora con mayor precisión	Ajustes duros caras de piezas para referencia y apoyo
	N6 N5	Se consigue en un acabado muy fino. Las marcas no visibles ni perceptibles para el tacto	Preparación previa en tornos o fresadora para acabar con rasqueteo, escariado, etc.	Ajuste deslizante, correderas, aparataje de medida y control
	N4 N3 N2 N1	Se adquiere un acabado finísimos. Las marcas son totalmente invisibles para el tacto y para la vista.	Acabado final mediante lapeado, bruñido o rectificado con calidad.	Calibres y piezas especiales de precisión

**Fuente:** POVEDA Santiago (2001) “Lectura Complementaria de Acabados superficiales”

## 1.6. Clasificación de las máquinas según su movimiento principal.

**Tabla 1.4.** Clasificación de mecanizado por el tipo de movimiento de las herramientas.

Tipos de movimiento	Herramienta de corte	Máquina-herramienta	Grafico
Movimiento rectilíneo	Herramienta de corte simple	Limadora	
		Cepilladora	
		Mortajadora	
	Herramienta de corte múltiple	Aserradora alternativa	
		Brochadora	
Movimiento circular	Herramienta de corte simple	Torno	
	Herramienta de corte múltiple	Fresadora	
		Taladradora	
		Mandrinadora	
		Sierra circular	
		Rectificadora	

**Fuente:** [www.juntadeandalucia.es](http://www.juntadeandalucia.es).

Es indispensable saber cómo se transmite el movimiento a la herramienta de corte o la pieza a ser mecanizada por el funcionamiento, las formas constructivas de una pieza van ligadas a su función y a los esfuerzos que de ella se derivan. Así mismo la elección de los procedimientos de fabricación, está condicionada por dichos factores y a su vez, condiciona la elección de la máquina que permita satisfacer los requerimientos constructivos y tecnológicos de la pieza. Revisar el **anexo B-3**.

## **1.7. Tolerancia dimensional.**

Según FELEZ Jesús, MARTINEZ Luisa (2008) “Tolerancia dimensional fija un margen de valor permitido para las cotas funcionales de una pieza y afectan, lógicamente, solo a las dimensiones de la misma.

Todas las piezas de un tamaño uniforme y resultante de un mismo procedimiento de fabricación, deberían ser exactamente iguales en sus dimensiones, pero por las variaciones normales de los procesos de manufactura se permiten pequeñas variaciones que no impidan el desempeño de la pieza, en el sistema del cual son una parte, por tal razón, le es permitido variar a una dimensión determinada y es la diferencia entre los límites superior e inferior especificados, siendo así la máxima diferencia que se admite entre el valor nominal y el valor real o efectivo entre las características físicas de un material, pieza o producto, las principales causas de las variaciones son:

- ✓ El calentamiento de las máquinas y/o piezas fabricadas.
- ✓ Desgaste de las herramientas.
- ✓ Vibraciones en la máquina-herramienta.
- ✓ Falta de homogeneidad de la materia prima.
- ✓ Distorsiones de la pieza durante la fabricación.

### ***1.7.1. Forma de expresar las tolerancias***

Las tolerancias se clasifican en unilaterales y bilaterales. Son unilaterales las que permiten variaciones hacia valores más grandes o más pequeños, pero no ambos;

son bilaterales las que permiten variaciones hacia ambos lados de la medida nominal.

Se pueden expresar de la siguiente forma:

- ✓ Medida dimensional seguida de la variación unilateral o bilateral permitida:

$$30^{+0.110}_{+0.021} \text{ mm.}$$

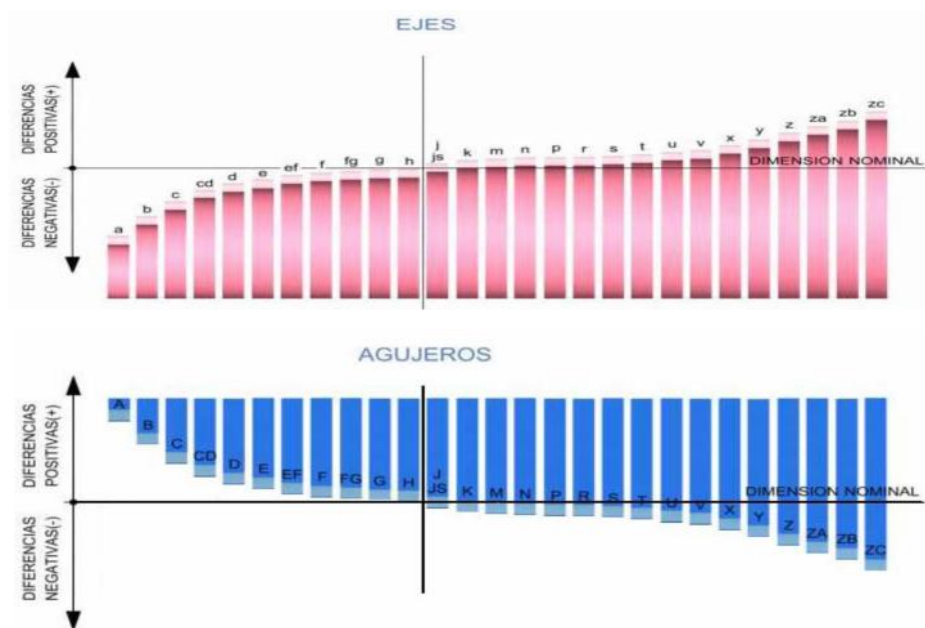
- ✓ Medida dimensional del límite superior seguida del límite inferior:

$$[30.11-30.131]$$

### 1.7.2. Sistema ISO de tolerancias.

El Sistema ISO de tolerancias define veintisiete posiciones diferentes para las zonas de tolerancia, situadas respecto a la línea cero. Se definen por unas letras mayúsculas para agujeros y minúsculas para ejes que se observa en el **anexo B - 4** con los valores determinados para cada uno.

**Figura 1.3.** Posición de tolerancias en ejes y agujeros.



**Fuente:** FELEZ Jesús, MARTINEZ Luisa (2008) “Ingeniería gráfica y diseño”

## **1.8. Metrología e instrumentos de verificación.**

La metrología es la ciencia que trata de las mediciones, de los sistemas de unidades adoptados y los instrumentos usados para efectuarlas e interpretarlas, en su generalidad, trata del estudio y aplicación de todos los medios propios para la medida de magnitudes, tales como: longitudes, ángulos, masas, tiempos, velocidades, potencias, temperaturas, intensidades de corriente, etc. Por esta enumeración, es fácil ver que la metrología entra en todos los dominios de la ciencia.

### ***1.8.1. Medición.***

La medición sirve para la determinación de tamaño, cantidad, peso o extensión de algo, que describe a un objeto mediante magnitudes numéricas. Esta proporciona una manera fácil, casi única, de controlar la forma en que se dimensionan las partes.

Tiene como propósito reconocer el tamaño exacto de las partes y facilitar la inspección ágil, sujeta a requerimientos y especificaciones determinados, de antemano, a la fabricación.

### ***1.8.2. Instrumentos de medición.***

Un instrumento de medición es un equipo, aparato o máquina que realiza la lectura de una propiedad de una variable aleatoria, la procesa, la traduce y la hace entendible al analista encargado de la medición, para deducir de mejor manera es necesario tener en cuenta lo siguiente:

#### ***1.8.2.1. Precisión.***

Se habla de precisión cuando existe la ausencia de errores sistemáticos. Es el grado de similitud entre dos o varias mediciones consecutivas del mismo objeto,

con el mismo aparato y con el mismo procedimiento incluida la persona que realiza la medición.

#### ***1.8.2.2. Exactitud.***

Concordancia de una medición con el valor verdadero conocido, para la cantidad que se está midiendo.

Desviación entre el valor medido y el valor de un patrón de referencia tomado como verdadero.

#### ***1.8.2.3. Confiabilidad.***

Condición en la cual los resultados obtenidos son iguales a los resultados deseados o previstos. Asociada a la confiabilidad existe la contraparte llamada incertidumbre de medición.

#### ***1.8.2.4. Incertidumbre de medición.***

Estimación que caracteriza el intervalo de valores dentro de los cuales se encuentra el valor verdadero de la magnitud.






#### ***1.8.2.5. Resolución o apreciación.***

Es la menor división o la lectura más pequeña que se puede hacer en un instrumento de medición.

#### ***1.8.2.6. Rango.***

Indica cual es la medición mínima y máxima que se puede realizar con un determinado instrumento de medición. Cada instrumento de medición desempeña usos variados de acuerdo a lo que se requiere medir para tener en cuenta los detalles en la fabricación de piezas mecánicas.

**Tabla 1.5.** Instrumentos de medición dimensional.

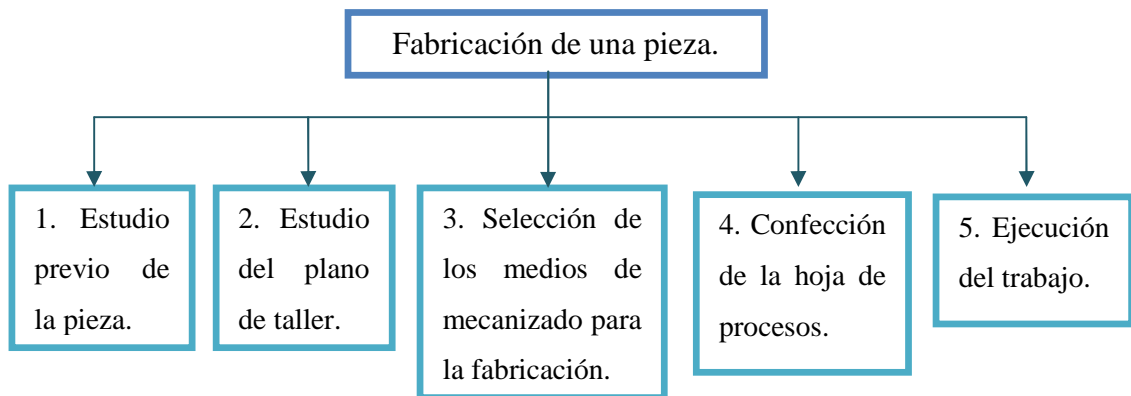
Instrumento.	Descripción.	Ilustración.
<i>Calibrador o pie de rey.</i>	Es el aparato de medida más utilizado para realizar medidas reales de precisión en el mecanizado, con lecturas de aproximación en escala métrica hasta 0.05 mm ó 0.02 mm y en escala inglesa de 1/128 inch ó 0.01 inch.	
<i>Micrómetro.</i>	Instrumento de medida directa utilizado principalmente para medir con precisión centésimas de milímetros.	
<i>Galga pasa/no pasa.</i>	Dispositivos diseñados para verificar las dimensiones de una parte en sus límites de tamaño superior e inferior, de acuerdo con las tolerancias especificadas por las normas.	
<i>Comparador de carátula.</i>	Instrumento de medición en el cual un pequeño movimiento del husillo se amplifica mediante un tren de engranajes de movimiento angular. Una aguja es la encargada de indicar el resultado sobre la carátula del dispositivo.	
<i>Calibre o galgas de espesores.</i>	Son una serie de láminas calibradas con diferentes grosores que van de 0.05 mm hasta 100 mm.	
<i>Galgas de radios.</i>	Son una serie de láminas, marcadas en milímetros y pulgadas con radios cóncavos y convexos, se determina que patrón se ajusta mejor al borde de una pieza.	
<i>Galgas para roscas.</i>	Tiene una serie de láminas que corresponden a la forma de rosca de varios pasos o hilos por pulgada, los valores están indicados sobre cada lámina.	
<i>Bloques patrón.</i>	Instrumento de control destinado a definir o materializar, conservar o reproducir la unidad o varios valores conocidos de una magnitud, para transmitirlos a otros instrumentos.	

**Fuente:** GARCIA José, FERNADEZ Pedro (2009) “Mecanizado Básico”

## 1.9. Pasos para la fabricación de una pieza.

A continuación en el organigrama 1.3. Se refiere a los cinco pasos recomendados para la fabricación de una pieza.

**Organigrama 1.3.** Fabricación de piezas.



**Fuente:** VELASTEGUI Tito. "Guías de prácticas de máquinas herramientas"

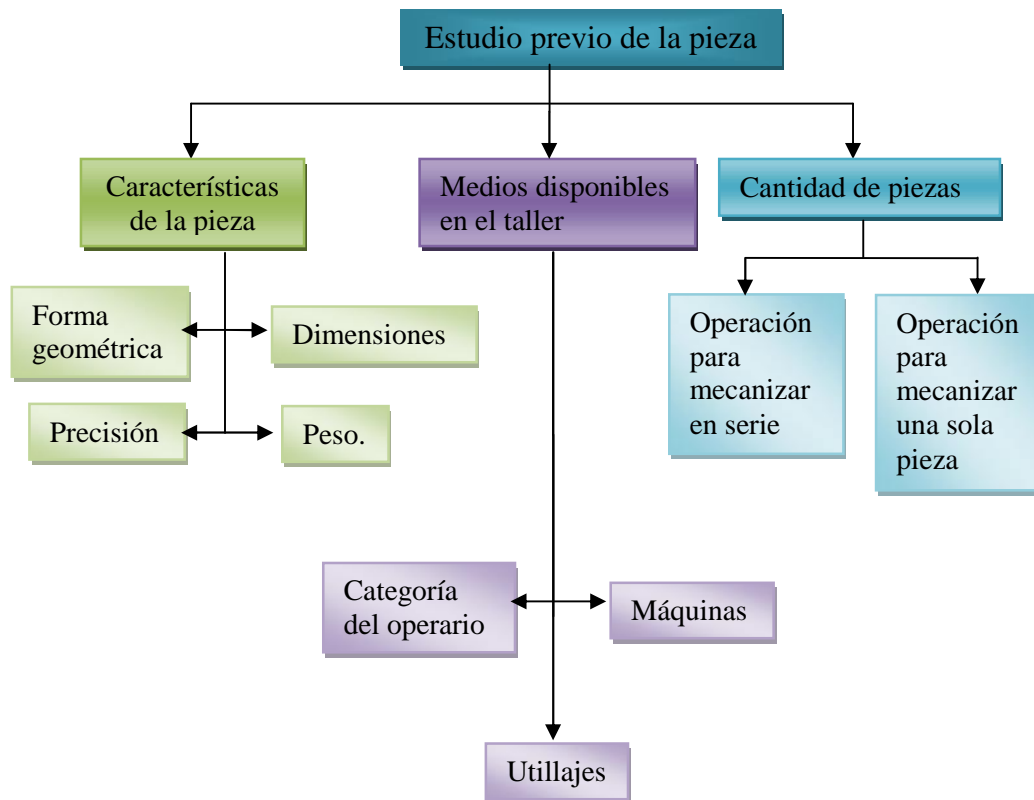
### 1.9.1. Estudio previo de la pieza.

Lo primero que hay que hacer es estudiar el origen de la pieza en bruto que ordinariamente procede de material en barra, tochos, planchas, pletinas de forja, fundición, etc., mientras que para el trabajo en serie, además de la alimentación en barra, las piezas suelen venir preparadas en grandes cantidades procedentes de forja, estampado, moldeado, etc.

Todo esto tiene importancia, ya que en algunos casos, la pieza tiene que responder a algunas especificaciones técnicas particulares de estructura, como por ejemplo, orientación de las fibras o exigencias de forma y dimensiones.

En el **anexo B - 5** se muestran las tablas de los diferentes tipos de aceros y su designación de la norma AISI/SAE.

**Organigrama 1.4.** Estudio previo de la pieza.



**Fuente:** VELASTEGUI Tito. "Guías de prácticas de máquinas herramientas"

### **1.9.2. Estudio del plano de taller.**

Los planos de taller son como órdenes escritas que indican las características y especificaciones técnicas de la pieza a mecanizar. El plano y el proceso, son dos informaciones necesarias que deben acompañar la fabricación de la pieza. Es conveniente hacer un estudio detallado del plano antes de iniciar en forma definitiva la fabricación.

Se debe leer con atención todo lo referente a las formas como son: dimensiones, tolerancia, estados superficiales, etc. Si se observa alguna deficiencia de carácter técnico, tanto de representación como de especificación, se debe corregir. Estudiar el sistema de acotado y si éste tiende a facilitar la construcción y el control de la pieza, en los dos siguientes aspectos:

- a) Observar si las tolerancias se corresponden con el plano de conjunto y que no exista ninguna incompatibilidad entre las mismas, tanto de medidas, como de forma y de posición.
- b) Observar el dibujo antes y durante la ejecución.

Pueden surgir ideas que obliguen a modificar el plano, como por ejemplo, modificar las superficies no funcionales para hacer posible la mecanización, modificaciones que faciliten el empleo de herramientas más económicas.

**1.9.3. Selección de los medios de mecanizado para la fabricación.**

Con frecuencia se presenta el caso de que las piezas llevan operaciones que se pueden realizar de forma económica de diversas maneras y resulta difícil la elección del medio más favorable. Una misma operación se puede realizar en diversas máquinas-herramientas, y es por tanto necesario tener un criterio de elección al respecto. Existe una gran variedad de piezas de procesos de fabricación que están involucrados en las máquinas-herramientas.

**Tabla 1.6.** Determinación de un proceso de fabricación.

<b>Determinación de un proceso de fabricación.</b>	Cuando es una pieza de gran responsabilidad y precisión
	Siempre que tengan que intervenir varios operarios sucesivamente
	Cuando es necesario un presupuesto lo más exacto posible.
	Cuando las piezas tienen dificultad de fabricación.
	Para controlar los tiempos de fabricación
	Para poder exigir responsabilidades a los que han intervenido en la fabricación.
	Para facilitar la realización del trabajo, que redunde en un ahorro de tiempo y dinero.
	En este tipo de procesos, se emplean (es aconsejable) aparatos y herramientas normales, poniendo en práctica los métodos ordinarios y elementales de fabricación.

**Fuente:** VELASTEGUI Tito. “Guías de prácticas de máquinas herramientas”

Es importante también tener un criterio de selección de la máquina, según la superficie que ha de mecanizarse, en la selección correcta de la máquina se debe tomar en cuenta algunos factores:

- ✓ Tipo de superficie, es decir es exterior o interior, si tiene forma cilíndrica, cónica o irregular. Naturalmente, estos factores ya condicionan la selección de unas máquinas determinadas. No se podrá realizar por ejemplo, una superficie cónica exterior en un taladro.
- ✓ Cuando una misma operación se pueda realizar en distintas máquinas se escogerá aquella que ofrezca mejores garantías y que invierta menos tiempo realizarla. Tomando en cuenta la economía en la selección.
- ✓ El tamaño y el peso de la pieza. Las de grandes dimensiones y gran peso, se colocarán mucho mejor sobre las mesas del torno vertical, o de la mandrinadora. Las piezas pequeñas y de poco peso, se montan en los elementos de sujeción del torno, fresadora, rectificadora, cepilladora, taladro.
- ✓ Se debe evitar las flexiones de las piezas durante el mecanizado, debiendo guardar una proporción entre el diámetro y la longitud de la pieza.
- ✓ En las piezas en bruto forma irregular, se debe evitar que giren, para no someter a la acción de fuerzas centrífugas no equilibradas montándolas en una mandrinadora o similar. En caso de que la pieza tenga que girar, se equilibrará el conjunto de contrapesos.

Desde el punto de vista de las piezas, es también importante tener un criterio para clasificarlas:

- ✓ Según la función mecánica que desempeña, por ejemplo: utillaje, montaje, engrase, acoplamiento, soporte, conducción transmisión y transformación de

movimientos, conducción de fluidos, etc. Esto puede dar el grado de calidad y precisión en la fabricación de las diferentes piezas.

Según el procedimiento de corte, las piezas pueden ser esencialmente mecanizadas por corte circular y rectilíneo.

- ✓ Piezas mecanizadas por corte circular. A este grupo pertenecen las piezas torneadas, taladradas, mandrinadas, etc. Cuando todas las superficies de una pieza son de revolución, se dice que ella está mecanizada por torneado, por ejemplo: ejes, arandelas, casquillos, etc.
  
- ✓ Piezas mecanizadas por corte rectilíneo. Pertenecen a este grupo, piezas cepillas, brochadas, rectificadas por rectificado plano, mortajadas, etc.

#### ***1.9.4. Confección de la hoja de procesos.***

Se define como hoja de proceso al conjunto de las operaciones, ordenadas según una secuencia preestablecida, que deben efectuarse sobre una pieza determinada para transformarla en un producto semi elaborado o acabado, empleando para ello herramientas y máquinas determinadas. En la mayoría de los casos, no basta una sola operación para concluir el ciclo de trabajo que debe sufrir una pieza para poder quedar dispuesta para su empleo. En general, cada operación forma parte de una serie de operaciones que van transformando progresivamente un material en bruto, hasta convertirlo en una pieza acabada.

El estudio del ciclo viene impuesto por la necesidad de determinar, para cada pieza, la secuencia de operaciones más corta, empleando el menor tiempo posible, con los medios más adecuados y a un costo de fabricación más reducido. Cuando se debe efectuar una fabricación que comprende operaciones diversas adquiere una gran importancia la programación detallada de todo el proceso: deben quedar bien claros el número de operaciones simples, la forma de efectuarlas, su secuencia y sus tiempos de ejecución, con el fin de evitar pérdidas de tiempo, pasos inútiles, etc.

#### ***1.9.4.1. Estructura de una hoja de procesos.***

Toda hoja de proceso se subdivide en una serie ordenada de operaciones. Cada operación está formada por un conjunto de fases de trabajo que el operario debe efectuar, en un mismo puesto de trabajo y en una misma máquina. Es importante explicar que la hoja planteada es un modelo que en este caso se adecúa a las necesidades nuestras de enseñanza.

El objeto es ilustrar al estudiante, en términos generales la necesidad de la misma y de diseñarla de acuerdo a las necesidades de producción que profesionalmente cada quien tenga.

A continuación explicamos el contenido de la hoja de procesos (**ver el anexo B-6**) enunciando casillero por casillero con la numeración establecida:

1. Nombre de la hoja (de procesos)
2. Número de práctica.
3. Nombre de la Unidad
4. Tiempo total de duración en la fabricación de la pieza.
5. 6. 7. 8. 9. 10. Va aquí correspondientemente la información del cajetín del conjunto, en lo que se refiere a la pieza en particular.
11. Va un esquema de la pieza en el que se denote claramente las superficies de la misma. Estas irán enumeradas como referencia general para los pasos de mecanizado en las diferentes superficies.
12. Aquí se van colocando consecutivamente las fases requeridas para la obtención de la pieza. Llámese fase al conjunto de procesos que se operan en la pieza en una sola máquina herramienta. Por conveniencia se las enumera en orden ascendente: 1, 2, 3,.....

13. Sub fase, es el conjunto de operaciones que se realizan en máquina pero en una misma posición de la pieza. Se enumera en forma ascendente de diez en diez.
14. 15. Se colocan respectivamente el número y la designación de cada operación constructiva, que el operario debe realizar en la pieza. Va entonces aquí una indicación muy sintética de cada operación. Los números que se acompañan a ellas, van en forma ascendente de uno en uno en el rango de la decena usada en la correspondiente sub fase. En la designación de cada operación se debe especificar el número de la superficie a trabajarse en ella.
16. Croquis. Aquí se coloca un dibujo explicativo de las operaciones que deben realizarse en una misma posición de la pieza, es decir en una subfase. En él se colocan también los números de las superficies a trabajarse, ya que estos acompañan a la descripción de las operaciones en el casillero 15.
17. Se coloca el número de revoluciones por minuto, aconsejado para cada operación.
18. Se enlistan los útiles tanto de trabajo como de control requeridos en las diferentes operaciones. Los nombres van especificados en códigos, el mismo que se especifica en el casillero 20.
19. Se colocan los tiempos, tanto el máximo (teórico) previsto así como el que en realidad se ha empleado en cada operación. La suma de todos ellos nos dará el tiempo total de duración de la práctica.

#### ***1.9.4.2. Elaboración de la hoja de Procesos***

En esta hoja de procesos deberá constar toda la información (paso a paso) que se requiere para que el operario o constructor pueda llevar a la ejecución y obtener la

pieza. Para el efecto se propone una hoja tipo de instrucciones de fabricación, en el **anexo D** se muestran ejemplo del diseño de una hoja de procesos.

### 1.9.5. Ejecución del trabajo.

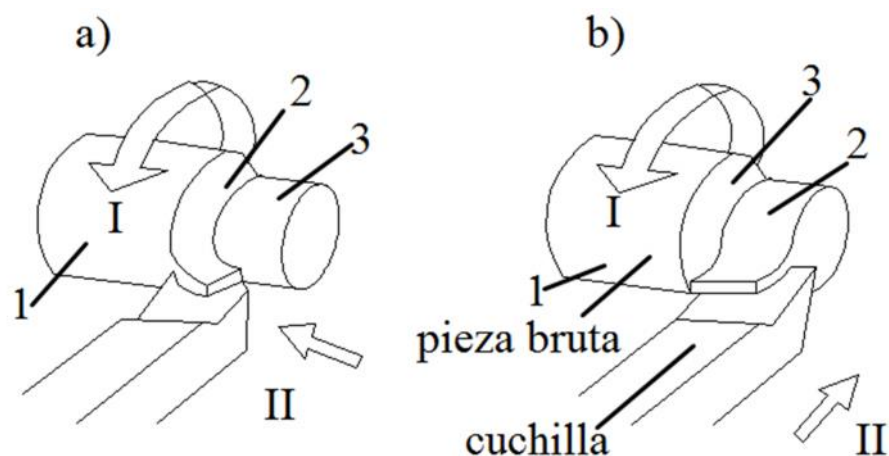
En la ejecución del trabajo se hace referencia a todo lo que está escrito en la hoja de proceso, con lo que se va a desarrollar piezas en el taller mecánico, que se ilustra en el **anexo D**.

## 1.10. Proceso de torneado.

GERLING (1986) “Tornear es arrancar virutas con un útil filo de forma geoméricamente determinada que ataca constantemente a la pieza que se trabaja. El movimiento de corte lo efectúa la pieza y consiste en una rápida rotación alrededor de su eje. El movimiento de avance es una traslación continua de la herramienta que recorre el perfil meridiano de la pieza”.

En la figura. 1.4. se puede observar los movimientos de corte y avance mediante el proceso de fabricación con arranque de viruta:

**Figura 1.4.** Movimiento de corte y avance.



**Fuente:** GERLING Heinrich (1986). “Alrededor de las máquinas-herramienta”.

**Dónde:**


**a) Torneado Exterior**

- 1.- Superficie de trabajo
- 2.- Superficie de corte
- 3.- Superficie trabajada.

**b) Al Refrentar y Tronzar**

- I – Movimiento de corte
- II –Movimiento de Avance

**Tabla 1.7.** Tipos de tornos.

TIPOS DE TORNOS	CONCEPTO.	GRAFICO.
<i>Torno paralelo o mecánico</i>	Es el tipo de torno que evolucionó partiendo de los tornos antiguos cuando se le fueron incorporando nuevos equipamientos que lograron convertirlo en una de las máquinas-herramienta más importante que han existido.	
<i>Torno revólver.</i>	Es una variedad de torno diseñado para mecanizar piezas sobre las que sea posible el trabajo simultáneo de varias herramientas con el fin de disminuir el tiempo total de mecanizado.	
<i>Torno vertical.</i>	Es una variedad de torno diseñado para mecanizar piezas de gran tamaño, que van sujetas al plato de garras u otros operadores y que por sus dimensiones o peso harían difícil su fijación en un torno horizontal.	
<i>Torno copiador.</i>	Se llama torno copiador a un tipo de torno que operando con un dispositivo hidráulico y electrónico permite el torneado de piezas de acuerdo a las características de la misma siguiendo el perfil de una plantilla que reproduce el perfil de la pieza.	
<i>Torno CNC.</i>	Es un tipo de torno operado mediante control numérico por computadora. Se caracteriza por ser una máquina herramienta muy eficaz para mecanizar piezas de revolución.	

**Fuente:** ARUKASI “Archivos de categoría tipos de tornos”.

## 1.11. Torno Paralelo.

Según GROOVER Mikell (2007) “El torno mecánico o paralelo es una máquina-herramienta muy versátil que se opera en forma manual y se utiliza ampliamente en producción baja y media”

En esta máquina-herramienta, el arranque de viruta se produce al acercar la herramienta de corte a la pieza en rotación, mediante el movimiento de ajuste. Al terminar una revolución completa, si no hubiera otros movimientos, debería interrumpirse la formación de viruta; pero como el mecanizado se ha de realizar, además en profundidad según la dirección de ajuste, en longitud según el eje de rotación de la pieza, la herramienta deberá llevar un movimiento de avance.

Según sea éste paralelo o no al eje de giro se obtendrán superficies cilíndricas o cónicas respectivamente. Se deduce de aquí que las partes esenciales del torno serán, aparte de la bancada, las que proporcionen los dos movimientos, de avance y corte.

**Figura 1.5.** Torno paralelo.



**Fuente:** [img5.xooimage.com](http://img5.xooimage.com)

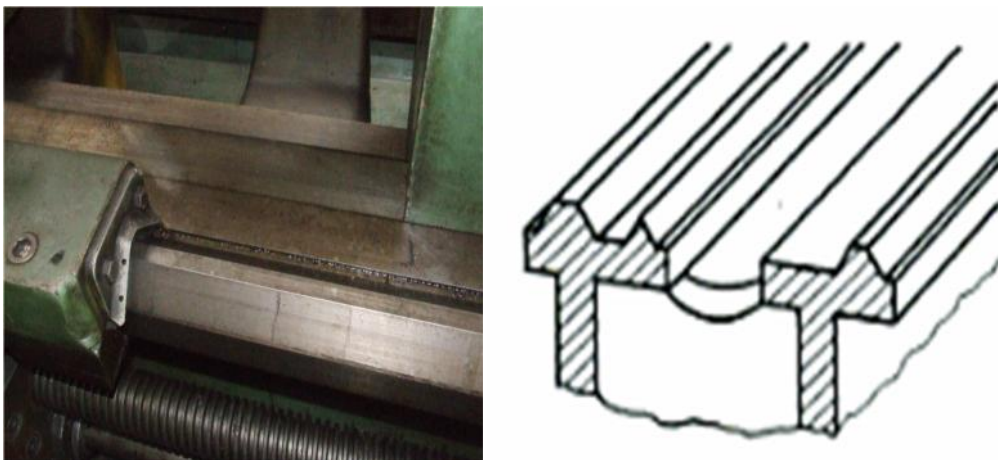
El torno paralelo consta de partes principales que serán detalladas a continuación:

### ***1.11.1. Bancada.***

Es una pieza compacta hecha de fundición, muy rígida y robusta. En su parte superior lleva las guías para los carros. A su izquierda se encuentra el cabezal principal y a la derecha generalmente el contrapunto.

La bancada también tiene la bandeja para recepción de lubricante.

**Figura 1.6.** Bancada.



**Fuente:** juliocorrea.files.wordpress.com.

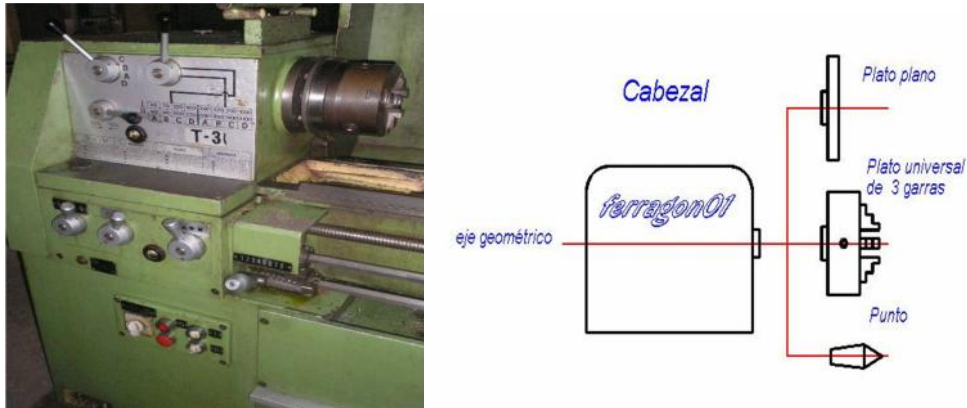
### ***1.11.2. Cabezal fijo.***

Es principalmente una caja de velocidades y además comprende el árbol principal o husillo el cual sostiene al plato que sujeta a la pieza a trabajar, imprimiéndole un movimiento de rotación continua.

Dada la diversidad de materiales y tamaños de las piezas a trabajar, el cabezal permite que el husillo gire según diferentes velocidades mediante cambios accionados por palancas exteriores.

El cabezal fijo lleva en su interior un conjunto de engranajes que permite el cambio de velocidades requeridas por el operario, las cuales giran al mandril o al eje principal a una velocidad alta o baja.

**Figura 1.7.** Cabezal fijo.



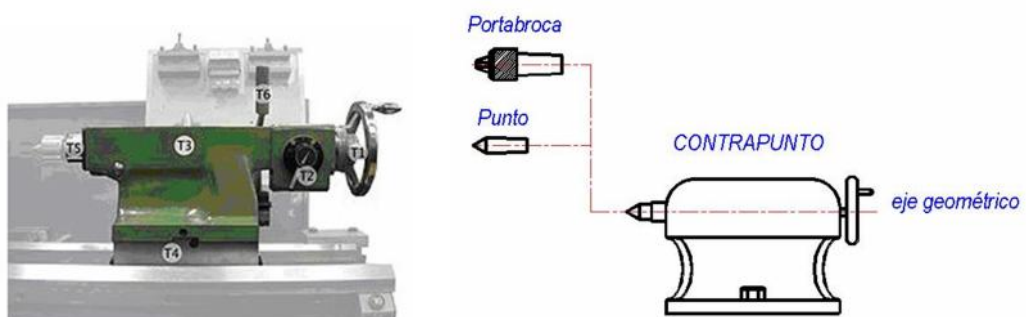
**Fuente:** juliocorrea.files.wordpress.com.

### 1.11.3. Cabezal móvil.

Viene montado sobre las guías de la bancada y se puede deslizar sobre ellas acercándose o alejándose del cabezal principal. Su función es:

- ✓ Sustener las piezas que giran, cuando éstas son muy largas.
- ✓ Colocar el contrapunto.
- ✓ Ubicar la broca para realizar mecanizados en el interior de la pieza.

**Figura 1.8.** Cabezal móvil.



**Fuente:** [www.ferragon01.es/DIBTORNO02/contrapunto.jpg](http://www.ferragon01.es/DIBTORNO02/contrapunto.jpg).

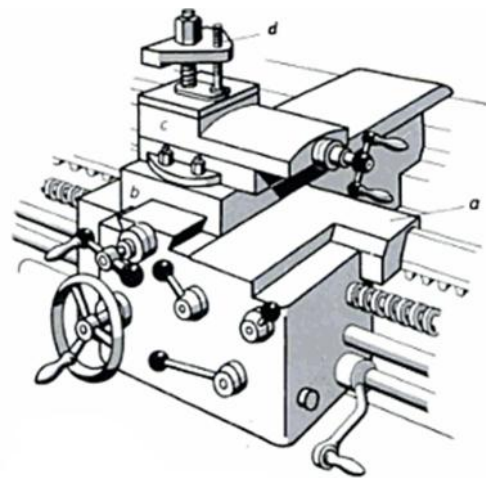
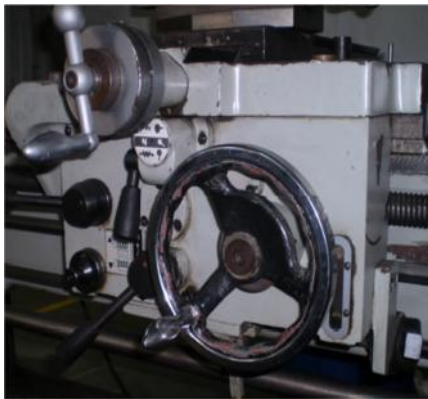
#### **1.11.4. Carro longitudinal.**

Comprende el carro compuesto, el porta herramientas y el delantal. Dado que el carro soporta y guía a la herramienta de corte, debe ser rígido y construido con precisión.

El carro compuesto son en realidad 3 carros:

- a) El carro longitudinal que se desplaza sobre las guías de la bancada imprimiendo el movimiento de avance a la herramienta.
- b) El carro transversal que provee un movimiento perpendicular al anterior y la herramienta puede en ese caso tener un movimiento oblicuo como resultado de la composición del longitudinal y transversal. Estos 2 movimientos separadamente pueden ser automáticos con un mecanismo interno, pero el movimiento oblicuo sólo se consigue con accionamiento manual del operario en los volantes.
- c) Un tercer carro más pequeño va sobre el transversal y puede ser inclinable por un transportador que lo coloca en diferentes posiciones angulares.
- d) Encima de este carro se encuentra el portaherramientas que sirve para sujetar en posición correcta las cuchillas o buriles.

**Figura 1.9.** Carro longitudinal.

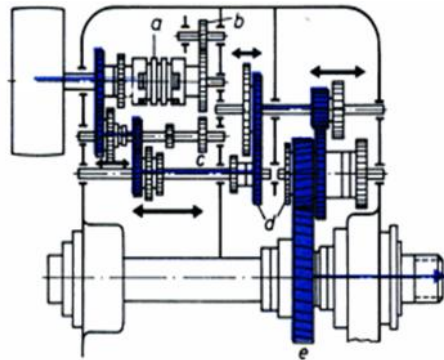


**Fuente:** juliocorrea.files.wordpress.com.

### ***1.11.5. Caja de avances.***

Es el mecanismo que permite hacer cambios rápidos. El movimiento automático para los carros longitudinal y transversal es propulsado por el husillo de cilindrar o de roscar.

**Figura 1.10.** Caja de avances.



**Fuente:** foro.metalaficion.com

#### ***1.11.5.1. Palanca del tren de engranes del cabezal o contramarcha.***

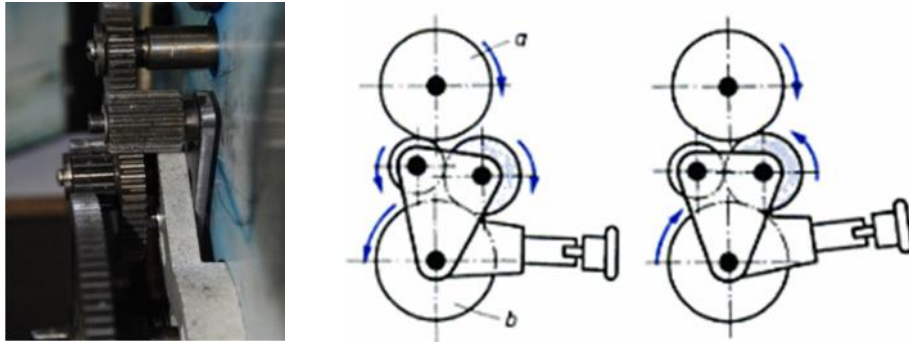
Para conseguir velocidades pequeñas del árbol principal se debe intercalar la contramarcha, para esto se debe tirar de la clavija o pasador y una vez que ha salido de su alojamiento, hacerlo girar para que ruede el carro de poleas desconectándose del árbol, entonces desplazar la contramarcha hacia adelante.

#### ***1.11.5.2. Mecanismo de inversión de marcha.***

Con el objeto de hacer que el carro portátil pueda correr de derecha a izquierda o viceversa, tiene que poderse invertir de sentido de giro del husillo de guía y de cilindrar, o el de tornillo sin fin de caída.

Esta misión la cumple el mecanismo de inversión de marcha o de avance. La variación del sentido de giro se produce, intercalando otra rueda dentada.

**Figura 1.11.** Inversor de marcha.



**Fuente:** img5.xooimage.com.

## **1.12. Herramientas de sujeción de piezas.**

Al torneado, el movimiento de corte se transmite de la máquina a la pieza mediante un aparato de sujeción. El plato es un dispositivo que, cuando se le fija el husillo de una máquina, se emplea para sujetar el material que se va a trabajar. Las mordazas o garras del plato sujetan la herramienta o el material y son regulables.

Las garras funcionan a base de tornillos o bien por medio de un ajuste espiral movido por engranajes. Para sujetar piezas cortas, lo más frecuente es el empleo de los platos centradores con dos, tres o cuatro mordazas.

El más corriente es el plato de tres mordazas, porque en él se puede sujetar también piezas redondas dándoles una posición centrada. La punta del husillo roscado recibe un disco roscado o llamado porta platos que sirve de adaptador para sostener e impulsar el plato del torno. Este disco queda bien alineado respecto al eje del husillo gracias al encaje de la rosca.

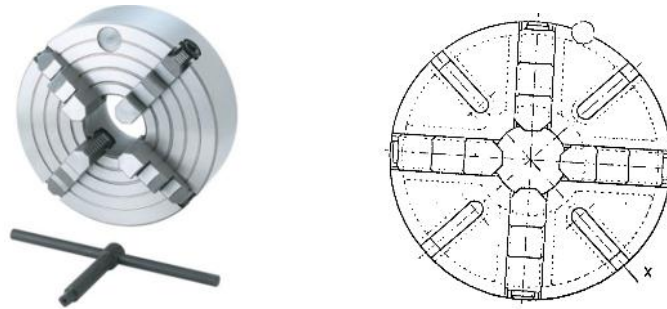
El porta plato también encaja concéntricamente y con precisión en un entrante maquinado en la parte posterior del plato gira bien nivelado y alineado. Aunque los platos varían de forma y medida, los principios de funcionamiento de los platos universales y de garras independientes son los mismos.

### ***1.12.1. Platos de cuatro garras independientes.***

Tal como lo indica su nombre, las garras de este tipo de plato pueden ajustarse independientemente una a otra. Las garras pueden invertirse de posición y son escalonadas para aceptar piezas de gran diámetro. El frente del plato tiene unos surcos o ranuras concéntricas, a distancias iguales entre sí.

Estos surcos torneados ayudan a determinar la posición aproximada de las garras del plato, para aceptar piezas de distintas formas y medidas.

**Figura 1.12.** Plato de cuatro garras.



**Fuente:** btatools.com.ar.

### ***1.12.2. Plato universal de tres mordazas.***

El plato universal generalmente tiene tres garras que se autocentran con precisión y que se regulan por medio de una ranura espiral movida por un engranaje en bisel. Las tres garras se mueven dando vueltas a cualquiera de los tres casquillos de ajuste.

**Figura 1.13.** Plato de tres garras.



**Fuente:** juliocorrea.files.wordpress.com.

Las piezas redondas pueden sujetarse fácil y rápidamente en el plato universal de tres mordazas debido a que las garras se autocentran y no se necesita ajustar una por una tal como ocurre con el plato de garras independientes.

### ***1.12.3. Plato combinado.***

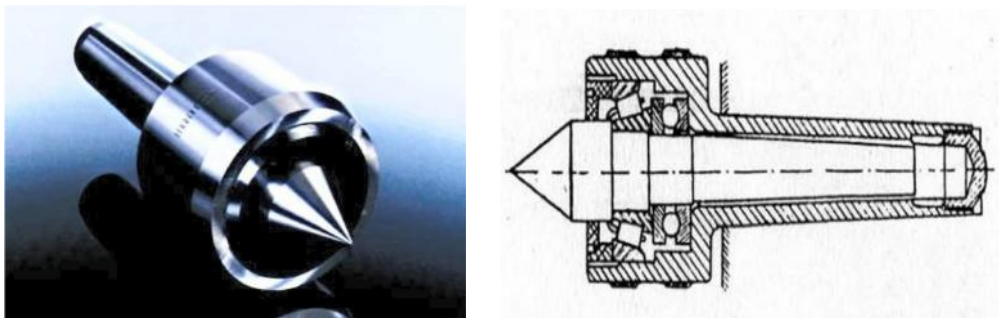
El plato combinado reúne mecanismos tanto del plato universal de ajuste espiral como los platos de garras independientes.

El plato combinado está construido de tal forma que permite el ajuste de las garras ya sea independientemente una de otra, dando vueltas al tornillo de ajuste de cada una de ellas, o bien universalmente haciendo girar el casquillo de ajuste que hace funcionar la espiral movida por el engranaje del bisel.

### ***1.12.4. Puntos.***

Se emplea para sujetar los extremos libres de las piezas de longitud considerable. Los mismos pueden ser fijos en cuyo caso deben mantener su punta constantemente lubricadas, o giratorios, los cuales no necesitan la lubricación, ya que cuentan en el interior de su cabeza con un juego de dos rodamientos que le permiten clavar y mantener fija su cola, mientras su punta gira a la misma velocidad de la pieza con la que está en contacto.

**Figura 1.14.** Punto móvil.



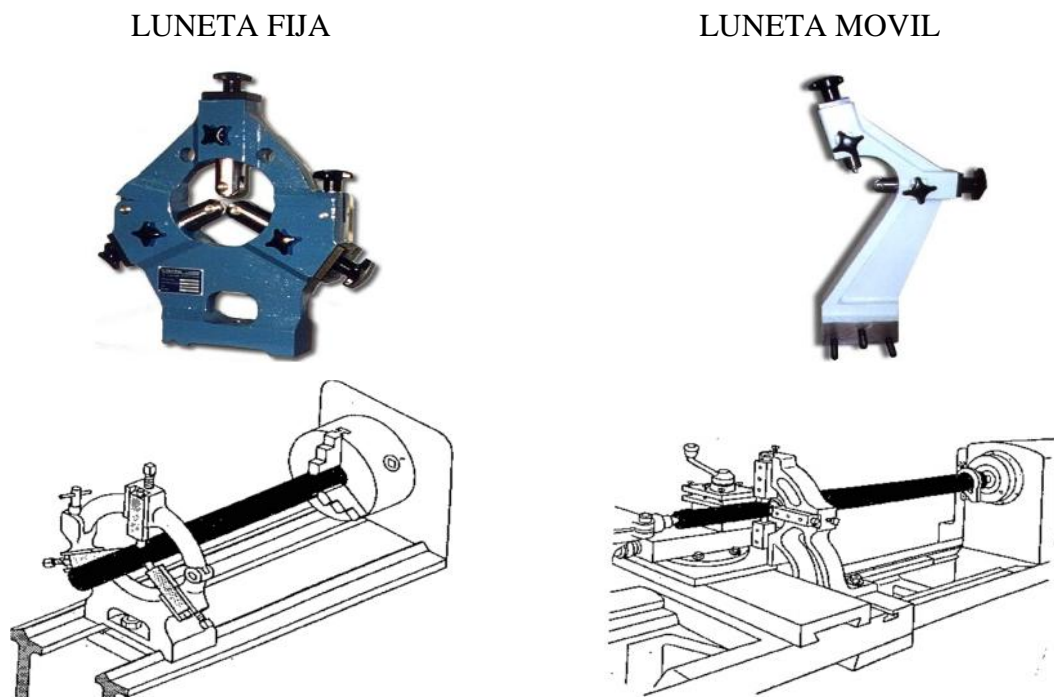
**Fuente:** juliocorrea.files.wordpress.com.

### 1.12.5. Lunetas.

Reciben este nombre los soportes que se emplean para el apoyo intermedio de las piezas de gran longitud. Por su forma de montaje se distingue en dos clases:

- ✓ **Lunetas fijas.-** Se montan sobre la bancada y por lo tanto es necesario en muchos casos modificar su posición a medida que se avanza el trabajo.
- ✓ **Lunetas móviles.-** Van montadas sobre el mismo carro del torno y se deslizan a lo largo de la pieza durante el movimiento de aquel.

**Figura 1.15.** Tipos de lunetas.

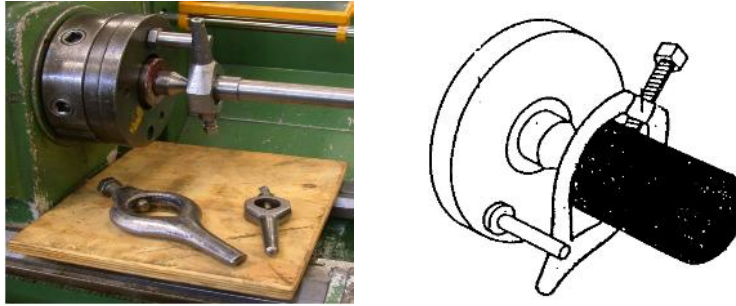


**Fuente:** juliocorrea.files.wordpress.com.

### 1.12.6. Perros de arrastre.

Los perros de arrastre o corazones de arrastre sirven para arrastrar la pieza en su movimiento de rotación tomado de un tope o pistón que viene montado en el orificio del plato por medio de una tuerca.

**Figura 1.16.** Perro de arrastre.



**Fuente:** juliocorrea.files.wordpress.com.

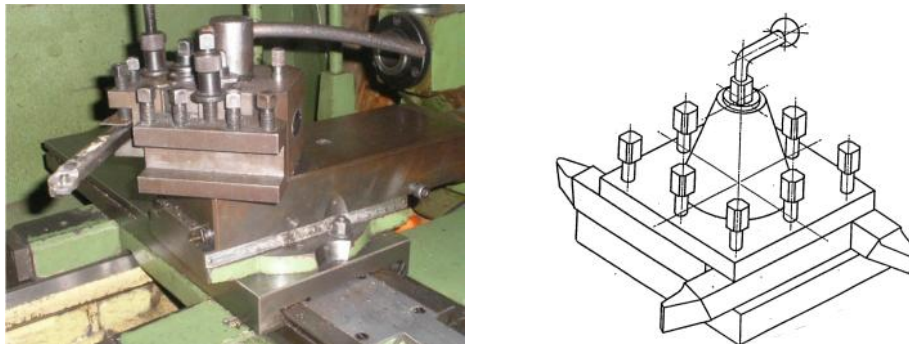
### **1.13. Herramientas de sujeción de cortantes.**

En el arranque de viruta, la herramienta de corte está sometida al esfuerzo de corte, la magnitud de ese esfuerzo depende de la resistencia del material que se trabaja y de la magnitud de la sección de la viruta, las herramientas de sujeción por su parte aseguran que la herramienta de corte se encuentre completamente fija, de esta manera los esfuerzos mencionados anteriormente hacen posible el arranque de viruta.

#### ***1.13.1. Torreta múltiple.***

En esta herramienta de sujeción es posible colocar simultáneamente hasta 4 herramientas de corte, lo cual permite que con un simple giro en sentido antihorario de la torreta se presente un nuevo buril sobre la superficie de la pieza.

**Figura 1.17.** Torreta múltiple.



**Fuente:** juliocorrea.files.wordpress.com.

## 1.14. Herramientas de corte.

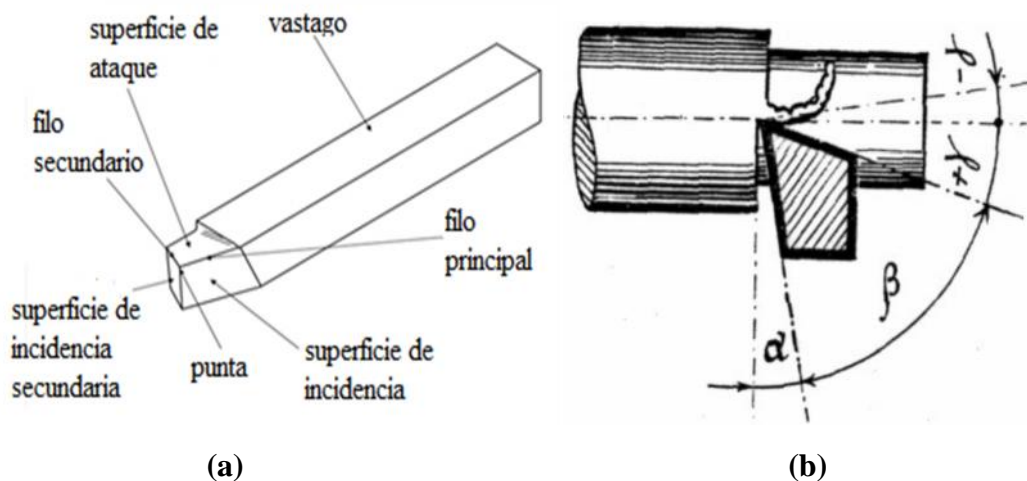
El conjunto de éstas se instalan en las máquinas-herramientas que funcionan por arranque de viruta. Ejemplo: torno, taladradora, fresadora, etc. Las herramientas de corte realizan el arranque de viruta a través de una navaja filosa determinada geoméricamente como se observa a continuación.

### 1.14.1. Formas Geométricas de las herramientas de corte y estructura.

La geometría de la herramienta de corte tiene gran influencia en el mecanizado, incidiendo en los siguientes factores: desgaste y vida útil de la herramienta, potencia de mecanizado, calidad superficial y geométrica, entre otros.

Así se tienen desde simples cuñas hasta complejas geometrías de herramientas de corte que para su buen funcionamiento depende de los ángulos de incidencia ( $\alpha$ ) y de ataque ( $\beta$ ) que deben formarse en la herramienta.

**Figura 1.18.** Estructura y ángulos de corte en la cuchilla.



**Fuente:** GAMBOA Erika (2009) "Teoría de corte".

En la figura anterior se observa (a) las partes principales de una herramienta integral y (b) los distintos ángulos: ( $\alpha$ ) ángulos de incidencia, ( $\beta$ ) de filo y ( $\gamma$ ) de ataque de una herramienta, la sumatoria de estos ángulos deben ser igual a  $90^\circ$ .

En el **anexo B - 7** se muestra los ángulos para el afilado de una herramienta de corte según el material mecanizarse. Para determinar el tipo y el valor del ángulo de ataque debe considerarse lo siguiente:

- ✓ La dureza del material a cortar.
- ✓ El tipo de operación de corte (continuo o interrumpido).
- ✓ El material y forma de la herramienta de corte.
- ✓ La resistencia al borde del corte.

#### ***1.14.2. Tipos de herramientas de corte.***

Existen numerosas herramientas de corte que varían de acuerdo a su composición, forma geométrica, velocidad de corte, resistencia térmica y el material a trabajar el mismo que puede ser acero, aleaciones férricas, aleaciones no férricas como también cerámicas, etc. En general se construyen utilizando diferentes materiales que son:

##### ***1.14.2.1. Aceros al carbono endurecidos (templados).***

La aleación de hierro con carbono en proporciones menores que el 2% y el tratamiento térmico del acero determinan sus propiedades, en cuanto a dureza y resistencia mecánica, por lo que una gran parte del acero se fabrica con un estricto control de contenido de carbono y se somete a tratamiento térmico posterior, para darle las cualidades apropiadas de acuerdo al futuro uso.

##### ***1.14.2.2. Aceros aleados (HSS).***

Estas herramientas son aptas para trabajos a alta velocidad ya que son resistentes al calor y no se deforman con facilidad. Entre los elementos aleantes principales se encuentran el cromo y el vanadio, estos aceros son sometidos a un tratamiento térmico complejo para lograr las mejores propiedades. De aceros rápidos se fabrican brocas, cuchillas de torneado, fresas de corte, etc.

#### ***1.14.2.3. Carburo de tungsteno sinterizado.***

El carburo de tungsteno muy utilizado para fabricar piezas de formas variadas las que soldadas a un soporte de acero y bien afiladas constituyen las herramientas de corte más duras comúnmente.

Se fabrican herramientas de corte con calzo de tungsteno para trabajos muy pesados como son: perforado de rocas, cuchillas de torneear materiales duros, brocas para concreto, cerámicas y vidrios, dientes para sierras circulares de larga duración. El inconveniente principal de estas herramientas es que son de difícil reafilado y que su fragilidad hace que no se puedan obtener bordes afilados.

#### ***1.14.2.4. Corindón (óxido de aluminio).***

Es una de las sustancias más duras que se conoce después del diamante y se usa extensamente para la fabricación de abrasivos, papeles de lija y muelas de afilado. Una capa gruesa de óxido de aluminio fabricada por electrólisis, sobre la base blanda de una pieza de aluminio, puede hacer que el metal se comporte como extremadamente duro (resiste al limado) lo que se aprovecha para la elaboración de las cuchillas de rasurado desechables.

#### ***1.14.2.5. Partículas de diamante.***

Estas herramientas son unas de las más caras y de muy buen funcionamiento gracias a sus propiedades que lo hace muy resistente generalmente se utilizan trozos pequeños para trabajar.

#### ***1.14.3. Insertos.***

Las plaquitas de corte que se emplea en el mecanizado de metales, están constituidas fundamentalmente por carburo de tungsteno y cobalto, incluyendo además carburo de titanio, de tántalo, de cromo, de molibdeno y de vanadio. Algunas calidades incluyen nitruro de titanio y/o de níquel.

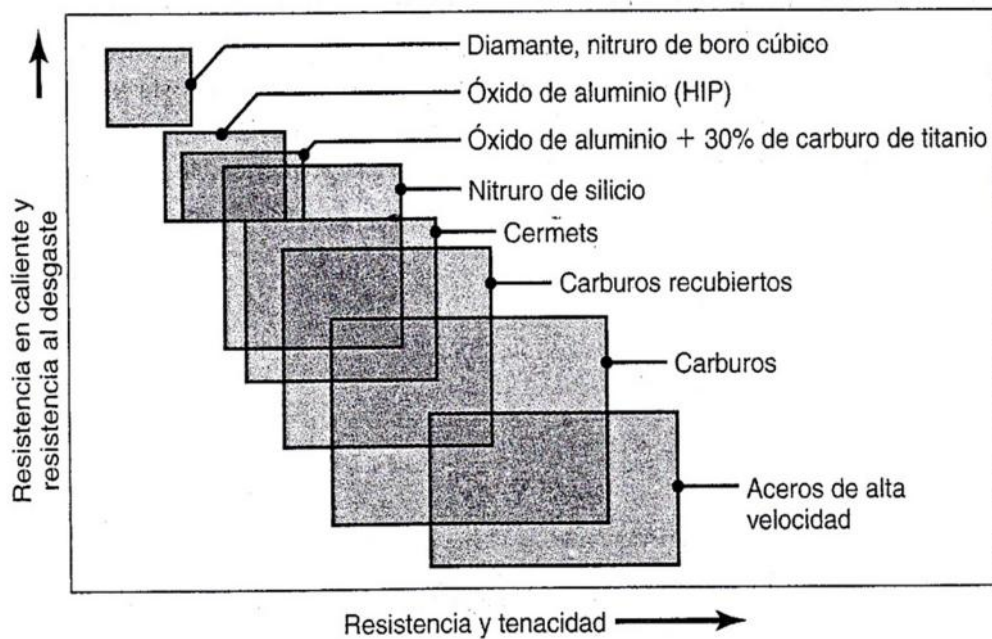
**Figura 1.19.** Insertos.



**Fuente:** juliocorrea.files.wordpress.com

La forma, el tamaño y la calidad de la plaquita, están supeditados al material de la pieza y el tipo de mecanizado a realizar. Los mismos, cuenta en su cara superior con surcos llamados rompe virutas, con la finalidad de evitar la formación de virutas largas.

**Figura 1.20.** Rangos de propiedades para materiales de herramientas.



**Fuente:** KALPAKJIAN, Serope (2008) "Manufactura, ingeniería y tecnología"

#### **1.14.3.1. Porta insertos.**

Este punto es de vital importancia, junto con la sujeción de la herramienta y el portainsertos en la máquina, ya que determinará la correcta estabilidad de la plaquita que está sometida a los esfuerzos del mecanizado. El tamaño y la forma del inserto, más el ángulo de posición definen el porta plaquitas correspondiente. Esta selección también debe garantizar que no entorpezca el libre flujo de virutas, la mayor versatilidad posible y el mínimo de mantenimiento.

También es importante el tamaño del porta plaquitas. Generalmente, se selecciona el mayor tamaño posible, proporcionando la base más rígida para el filo y se evita el voladizo que provocaría vibraciones.

**Figura 1.21.** Portainsertos.



**Fuente:** [juliocorrea.files.wordpress.com](http://juliocorrea.files.wordpress.com).

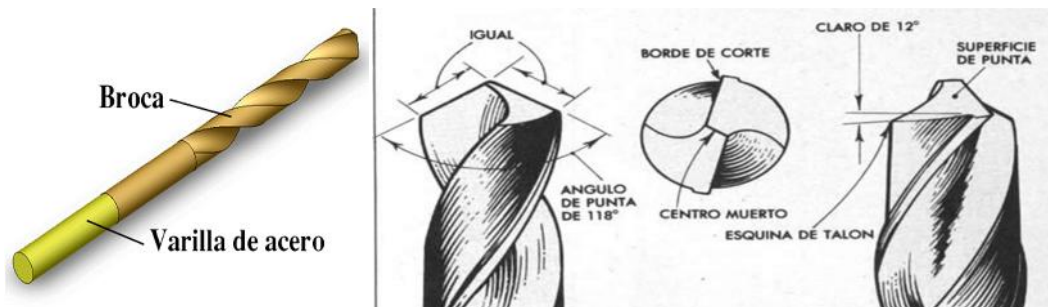
#### **1.14.4. Brocas.**

La broca, también denominada mecha dependiendo de su tamaño, es una pieza metálica de corte que crea orificios en diversos materiales cuando se coloca en una herramienta mecánica como taladro, berbiquí u otra máquina afín.

Su función es quitar material y formar un orificio o cavidad cilíndrica.

Para elegir la broca adecuada al trabajo se debe considerar la velocidad a la que se debe extraer el material y la dureza del mismo. La broca se desgasta con el uso y puede perder su filo, siendo necesario un reafilado, para lo cual pueden emplearse máquinas afiladoras, utilizadas en la industria del mecanizado. También es posible afilar brocas a mano mediante pequeñas amoladoras, con muelas de grano fino.

**Figura 1.22.** Brocas.



**Fuente:** taladrosybrocas.com.

### 1.15. Operaciones de afilado.

El afilado de las herramientas de torno puede efectuarse en húmedo y en seco.

- ✓ **Afilado en húmedo.-** El afilado a mano se efectúa casi siempre en húmedo, es decir, con un chorro reducido y regular de refrigerante sin que sumerja completamente la zona del filo en contacto con la muela.
- ✓ **Afilado en seco.-** Si no se dispone de un chorro regular o bien se desea observar el proceso de la operación de afilado, se afila en seco. En este caso se evita el recalentamiento de la herramienta trabajando con pasadas ligeras, usando muelas de aglutinante elástico.

#### 1.15.1. Colocación de la herramienta.

Tanto para el afilado a mano como para el efectuado a máquina en la afiladora, es importante establecer la posición relativa entre herramienta y la muela. Se prefiere generalmente el afilado contra el filo.

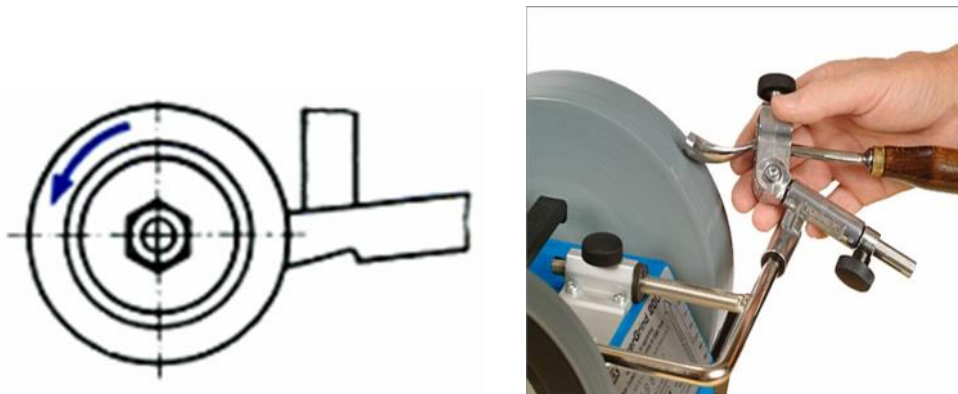
Esto es, la abrasión se inicia en el filo y se prosigue a lo largo del flanco del filo principal. De esta forma se atenúa el calentamiento del filo y se evita la formación de rebabas.

En el afilado de las herramientas de filo simple se amolan todas las superficies que forman el filo. En el afilado de herramientas de perfil constante solamente es preciso amolar la superficie de desprendimiento.

Una vez efectuado el afilado con la muela, si se trata de herramientas para trabajos de acabado se pasa el filo por la piedra de aceite. El orden progresivo del afilado de las superficies que forman los filos principal y secundario de la herramienta de la figura son los siguientes:

- ✓ Superficie de desprendimiento.
- ✓ Flanco del filo principal.
- ✓ Flanco del filo secundario.

**Figura 1.23.** Afilado de herramientas de corte.

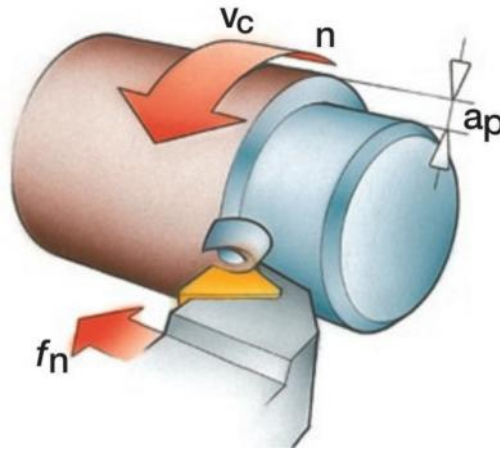


**Fuente:** [www.tormek.com](http://www.tormek.com).

### **1.16. Factores de Corte.**

Como se lo muestra en la figura 1.23. Los factores principales de corte que intervienen en el mecanizado son:

**Figura 1.24.** Factores de corte.



**Fuente:** <http://juliocorrea.files.wordpress.com>.

**Dónde:**

**V<sub>c</sub>** = velocidad de corte.

**f<sub>n</sub>** = velocidad de avance.

**a<sub>p</sub>** = profundidad de corte

**n** = revoluciones por minuto del husillo.

#### **1.16.1. Velocidad de Corte.**

La velocidad de corte ( $V_c$ ) es la velocidad tangencial de la pieza de trabajo. La velocidad máxima de corte se localiza en el diámetro exterior ( $D$ ) y se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$V_c = \pi D n \quad \text{Ec. 1.1}$$

Este parámetro influye directamente en el acabado y la durabilidad de la herramienta. Si la velocidad de corte admitida por la herramienta es mayor, las propiedades cortantes y el rendimiento será también mayores, también la velocidad de corte se relaciona con la velocidad de rotación del husillo y de la pieza.

Para las unidades en pulgadas se aplica la fórmula:

$$V_c = \frac{\pi D n}{12} \quad \text{Ec. 1.2}$$

De esta ecuación se tiene en pies por minuto (fpm).

Para las unidades métricas se aplica la fórmula:

$$V_c = \frac{\pi D n}{1000} \quad \text{Ec. 1.3}$$

De esta ecuación se tiene en metros por minuto (m/min).

**Dónde:**

$V_c$  = velocidad de corte de la pieza (m/min)

$n$  = revoluciones por minuto del husillo. (rpm)

$D$  = diámetro de la pieza (mm).

Es importante hacer una elección de la herramienta de acuerdo al material que se desea maquinar, además se deben considerar factores tales como:

- ✓ Dureza de la pieza.
- ✓ Condición de la pieza.
- ✓ Condición de la maquina (velocidades disponibles, potencia disponible)
- ✓ Vida de la herramienta.
- ✓ Dureza en caliente de la herramienta.

#### ***1.16.2. Velocidad de Avance.***

El Avance, es el movimiento del filo de la herramienta en una vuelta completa de la pieza que se está torneando o por unidad de tiempo; se mide en mm/rev o en

mm/min y se representa como  $f_n$ . La siguiente formula sirve para calcular la equivalencia del avance en las dos unidades anteriormente citadas:

$$f_n' = f_n \times n \quad \text{Ec. 1.4}$$

**Dónde:**

$f_n'$  = avance (mm/min)

$f_n$  = avance (mm/rev)

$n$  = revoluciones por minuto del husillo.

El avance puede ser longitudinal, cuando la herramienta se mueve perpendicular a este eje y transversal si la herramienta se mueve perpendicular a dicho eje. Este parámetro está limitado por las fuerzas que se generan durante el proceso de corte.

Dichas fuerzas pueden originar la rotura de la herramienta cortante o una deformación de la pieza maquinada. Está recomendado utilizar el máximo avance posible.

Este parámetro puede ser modificado en base al comportamiento de la herramienta durante el proceso de corte; sin embargo nunca se debe exceder las especificaciones del fabricante para evitar defectos en la fabricación de la pieza. Al momento de decidir el avance a emplear en el proceso, intervienen diversos factores, tales como:

- ✓ La potencia de la máquina.
- ✓ El acabado superficial.
- ✓ El radio de punta de la herramienta.
- ✓ La rigidez de la sujeción y de la máquina.

Para obtener el acabado superficial deseado, se debe considerar el radio de punta de la herramienta de corte. Entre más grande sea el radio y menor sea el avance se obtiene un mejor acabado superficial.

### **1.16.3. Profundidad de corte.**

Respecto a la profundidad de corte, se dice que es la capa de metal cortada en una pasada de la cuchilla y se mide perpendicularmente a la superficie maquinada; se mide en milímetros y se designa por la letra *ap*. Para determinar la profundidad de corte se debe tomar como base el sobre-espesor de maquinado. Se recomienda hacer varias pasadas: de desbaste, de semi-acabado y de acabado fino, cada una de menor espesor, a fin de obtener un mejor acabado. Un parámetro que se desprende de la profundidad de corte y que es empleado en el desarrollo de los cálculos de los planes de proceso, es la sección viruta, que se determina mediante la siguiente fórmula:

$$q = fn \times ap \text{ [mm}^2\text{]} \quad \text{Ec. 1.5}$$

**Dónde:**

**q** = sección viruta. (mm<sup>2</sup>)

**fn** = avance. (mm/rev.)

**ap** = profundidad de corte. (mm)

En el **anexo B – 8** menciona las cuchillas de aceros rápidos y el **anexo B - 9** trata de los diferentes tipos de insertos se observa las tablas con las diferentes herramientas de corte, material a ser mecanizado, donde se especifican los valores de los tres factores de corte mencionados anteriormente.

### **1.16.4. Tiempos de mecanizado.**

El tiempo de mecanizado se calcula por la siguiente ecuación:

$$t = \frac{l}{fn \cdot n} \quad \text{Ec. 1.6}$$

**Dónde:**

**t** = tiempo (min.)

**fn** = avance (mm/rev.)

**l** = longitud de pasada (mm.)

**n** = número de revoluciones (rpm.)

## 1.17. Operaciones en el Torno Paralelo.

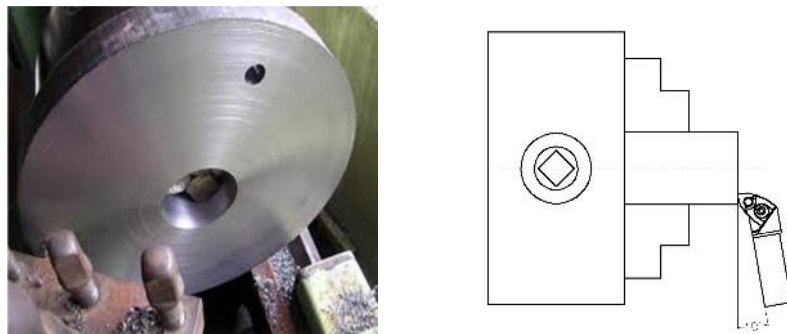
En el torno, los mecanizados que se consiguen son siempre de volúmenes de revolución, cilindros, conos, perforados en el eje, ranuras laterales, roscas y torneados interiores. Considerando, como primera medida que, la herramienta debe estar perfectamente centrada, admitiéndose, en algunas operaciones, que se encuentre levemente por arriba del centro de la pieza.

Existen diversas maneras para centrar la herramienta de corte, una de ellas es usar como referencia el contrapunto colocado en el punto móvil, otra manera es posible con ayuda de un calibre (reloj palpador) con la medida previamente calculada de la altura del eje sobre la bancada, otra forma es hacer tangencia en el frente del material girando, en este caso, se observa si la punta cortante de la herramienta se encuentra a la misma altura que el centro de la pieza.

### 1.17.1. Refrentado o desbaste frontal.

Tienen lugar limpiando el frente de la pieza. El cuerpo de la herramienta y el filo principal de corte, deben formar un ángulo pequeño contra la cara a mecanizar.

**Figura 1.25.** Refrentado.



**Fuente:** juliocorrea.files.wordpress.com.

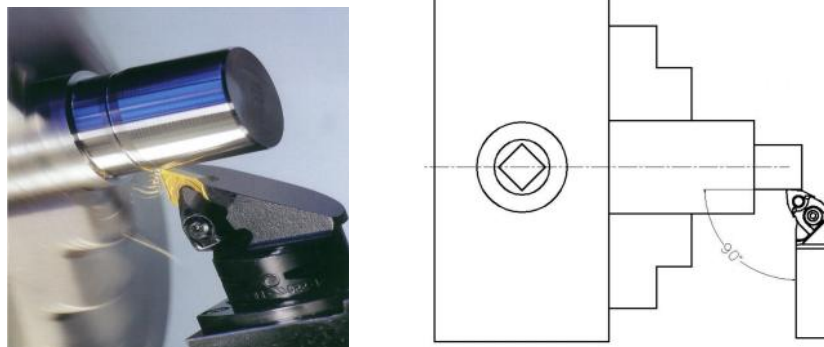
Para la mejor formación de viruta, es conveniente elegir siempre una dirección del corte que proporcione un ángulo lo más cercano a  $90^\circ$  como sea posible (se debe evitar que el ángulo de entrada sea muy pequeño). Una mejor formación de la

viruta se puede alcanzar con una dirección de avance hacia el eje que también reduce al mínimo el riesgo de la vibración.

### ***1.17.2. Desbaste lateral o cilindrado.***

Se consigue mecanizando la cara lateral de la pieza, con movimientos de penetración perpendiculares al eje de la misma, por medio del carro transversal; y con movimiento de avance paralelo al eje, por medio del carro longitudinal. Para un mejor desprendimiento de la viruta, se recomienda en la mayoría de los casos que el ángulo que forme el filo de corte con la superficie de la pieza, sea levemente mayor a  $90^\circ$  ( $92^\circ$ - $93^\circ$ ). Esto se consigue posicionando el porta insertos, perpendicular al eje del torno, ya que entre el cuerpo del portainsertos y el apoyo del inserto existen 2 o 3 grados de diferencia.

**Figura 1.26.** Desbastado lateral.

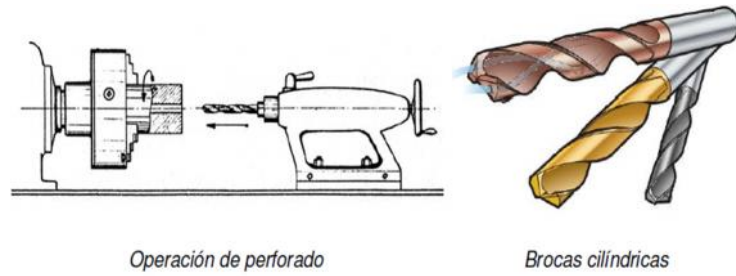


**Fuente:** [juliocorrea.files.wordpress.com](http://juliocorrea.files.wordpress.com).

### ***1.17.3. Perforados.***

Este mecanizado se efectúa en la cara frontal de la pieza, coincidiendo con la dirección de su eje, haciendo girar el plato con el material, y penetrando con un útil de corte en su eje. Esta herramienta de corte puede ser una broca colocada en un portabrocas (mandril). Este dispositivo se inserta en el agujero cónico tipo morse del vástago y se introduce por medio del volante del contrapunto, manteniendo bloqueada la misma sobre la bancada.

**Figura 1.27.** Perforados.

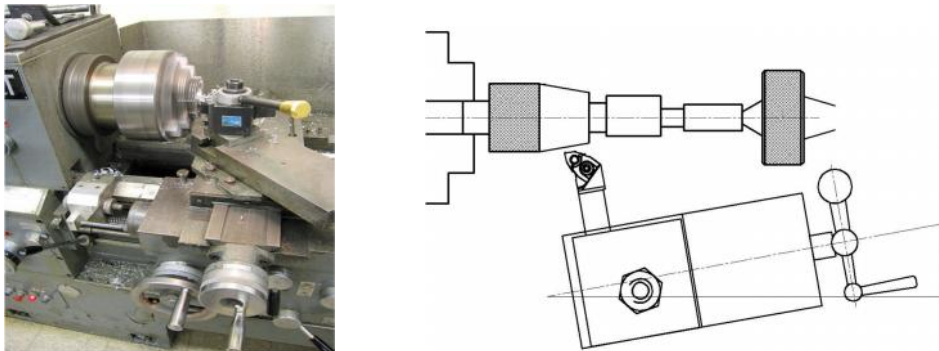


**Fuente:** juliocorrea.files.wordpress.com.

#### **1.17.4. Desbaste Cónico.**

En este caso, el mecanizado se realiza avanzando con el carro superior (charriot) en lugar de hacerlo con el longitudinal. El inconveniente es que dicho desplazamiento solo se puede hacer de manera manual, teniendo superficies de terminación algo imperfectas. Para posicionar el charriot inclinado, se deben aflojar las tuercas que tienen en su parte anterior y posterior. De esta manera, la base del charriot gira sobre el carro transversal un determinado ángulo.

**Figura 1.28.** Desbaste cónico.



**Fuente:** juliocorrea.files.wordpress.com

Otra forma de hacer conos en el torno, es corriendo lateralmente el contrapunto sobre su base. Como la carrera del carro superior es de longitud limitada, para torneear conos largos (si la conicidad no es pronunciada), se puede mover lateralmente ajustando o aflojando los tornillos de registro laterales del cuerpo del contrapunto, se puede desplazar el mismo un par de milímetros, de acuerdo a una regla milimetrada ubicada en la parte posterior.

Esto es posible, debido a la alineación el eje del contrapunto con respecto al eje del torno, y como el carro longitudinal solamente se desplaza en forma paralela al eje, la herramienta desbastará material en un extremo más que en el otro. Obviamente, se lo hace con un montaje entre puntas.

#### ***1.17.5. Ranurado.***

Es la operación en la cual una herramienta de perfil delgado, penetra en la pieza perpendicularmente a su eje. La dirección de avance de corte es coincidente con la de penetración, salvo en los casos en los cuales la ranura a cortar sea de mayor ancho que la herramienta de corte, en los cuales se desplazará paralela al eje del material.

En estos casos, debe tenerse especial cuidado en el mecanizado, ya que la herramienta está diseñada con un filo de corte principal con el cual ataca la pieza, y trabajarla lateralmente someterá al inserto a esfuerzos adicionales.

**Figura 1.29.** Ranurado.



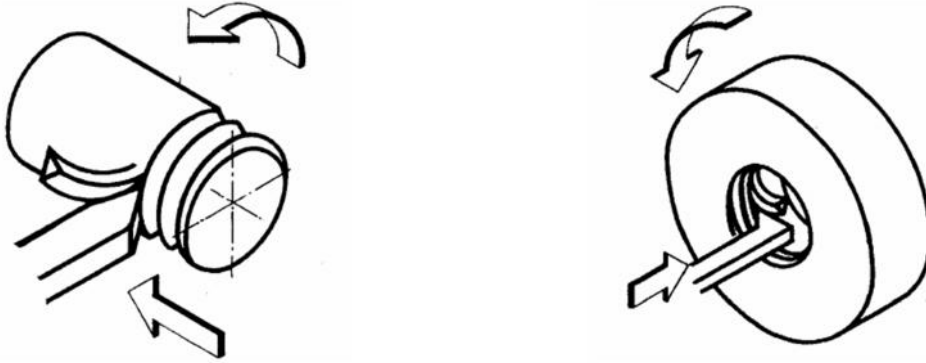
**Fuente:** [juliocorrea.files.wordpress.com](http://juliocorrea.files.wordpress.com).

#### ***1.17.6. Roscado.***

Una rosca es un hueco helicoidal construido sobre una superficie cilíndrica, con un perfil determinado y de una manera continua y uniforme, producida al girar dicha superficie sobre su eje y desplazarse una cuchilla paralelamente al mismo.

La herramienta cortante se desplaza con lentitud hacia la izquierda. Se hacen varias pasadas de corte, cada una con un poco más de profundidad, hasta alcanzar la medida correcta.

**Figura 1.30.** Roscado.



**Fuente:** [www.liceoer.cl](http://www.liceoer.cl)

Los elementos fundamentales de una rosca se detallan a continuación:

- ✓ **Hilo o filete.**- Es la superficie prismática en forma de hélice constitutiva de la rosca.
- ✓ **Flancos.**- Son las caras laterales de los filetes.
- ✓ **Cresta.**- Es la unión de los flancos por la parte exterior.
- ✓ **Fondo.**- Es la unión de los flancos por la parte interior.
- ✓ **Vano.**- Es el espacio vacío entre dos flancos consecutivos.
- ✓ **Núcleo.**- Es el volumen ideal sobre el que se encuentra la rosca.
- ✓ **Base.**- Es la línea imaginaria donde el filete se apoya en el núcleo.

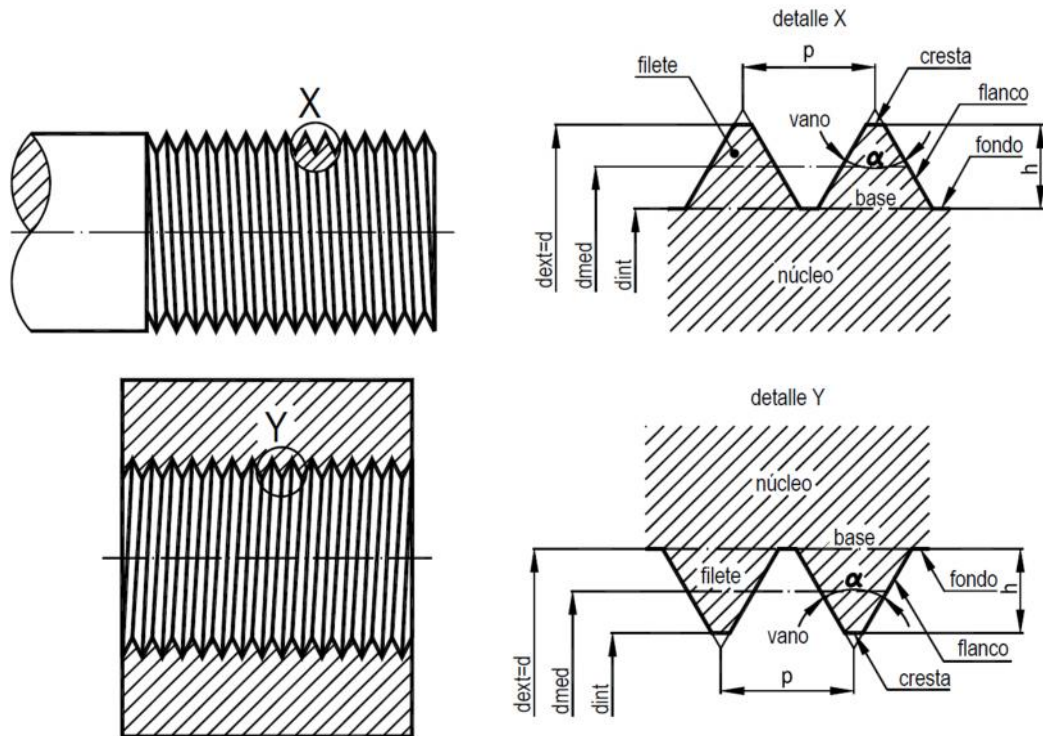
Enseguida se detallan las dimensiones fundamentales de una rosca.

- ✓ **Diámetro exterior ( $d_{ext}$ ).**- Es el diámetro mayor de la rosca.
- ✓ **Diámetro interior ( $d_{int}$ ).**- Es el diámetro menor de la rosca.
- ✓ **Diámetro medio ( $d_{med}$ ).**- Es aquel que da lugar a un ancho de filete igual al del vano.
- ✓ **Diámetro nominal ( $d$ ).**- Es el diámetro utilizado para identificar la rosca. Suele ser el diámetro mayor de la rosca.

- ✓ **Angulo de flancos (  $\alpha$  )**.- Es el ángulo que forman los flancos según un plano axial.
- ✓ **Profundidad o altura (h)**.- Es la distancia entre la cresta y la base de la rosca.
- ✓ **Paso (p)**.- Es la distancia entre dos crestas consecutivas medida en dirección axial.

En la siguiente figura ilustra los elementos y las dimensiones fundamentales de una rosca.

**Figura 1.31.** Elementos y dimensiones de una rosca.



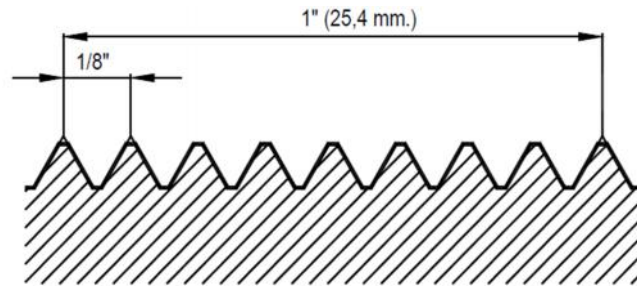
**Fuente:** [www.liceoer.cl](http://www.liceoer.cl)

#### 1.17.6.1. Paso de la rosca.

El paso de una rosca es la distancia, paralela al eje, desde un punto en una vuelta o hilo, al punto correspondiente en un hilo adyacente. Por lo general el termino de fileteo o número de hilos por pulgadas es igual al número de pasos por pulgadas.

Así, por ejemplo, una rosca de paso 1/8", se dice que tiene un paso de 8 hilos por pulgada.

**Figura 1.32.** Números de hilos por pulgadas (hpp).

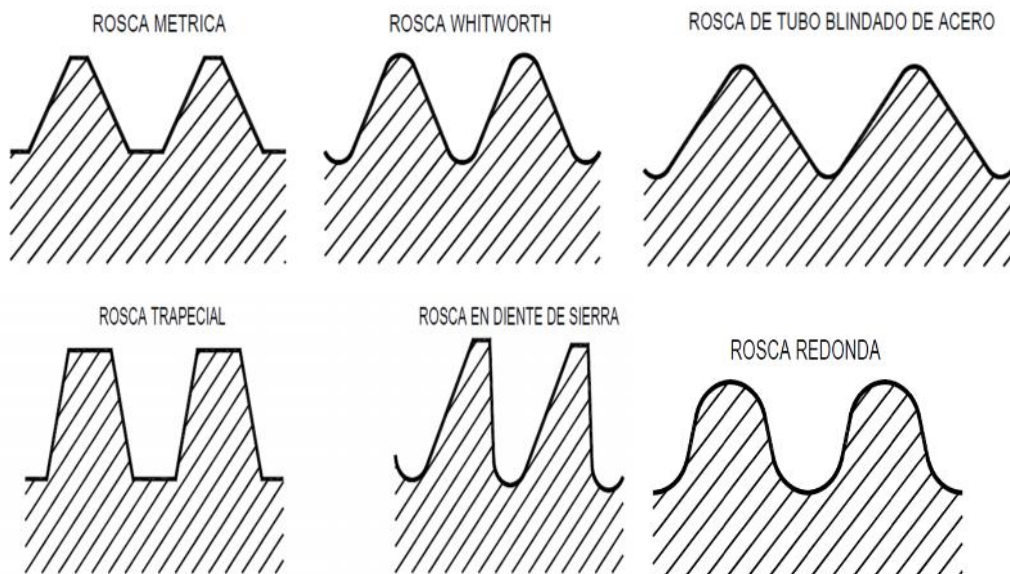


**Fuente:** [www.liceoer.cl](http://www.liceoer.cl)

#### 1.17.6.2. Formas de una rosca.

La forma de una rosca la determina la configuración de la punta de la herramienta de corte, existen una gran variedad de tipos de roscado como lo observamos en la siguiente figura y en el **anexo B - 10** se muestra las especificaciones de cada una.

**Figura 1.33.** Diferentes tipos de roscas.



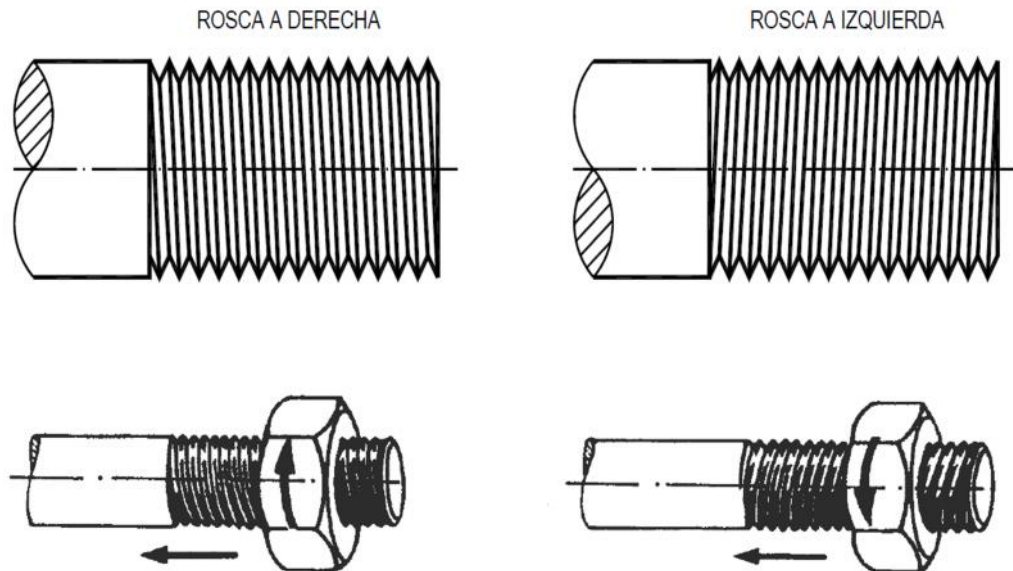
**Fuente:** [www.liceoer.cl](http://www.liceoer.cl)

### 1.17.6.3. Rosca derecha e izquierda.

Un tornillo con rosca derecha (RD) avanza dentro de una tuerca cuando se gira en sentido de las manecillas del reloj. Si es de rosca izquierda (RI) avanza cuando se gira en dirección opuesta.

Si la mano derecha o izquierda se coloca con los dedos a lo largo de los hilos, la dirección del pulgar indica si la cuerda es derecha o izquierda como se muestra a continuación:

**Figura 1.34.** Rosca derecha e izquierda.



**Fuente:** [www.liceoaer.cl](http://www.liceoaer.cl)

### 1.17.6.4. Designación de una rosca.

Las roscas se designan según el sistema a que pertenecen y hay que distinguir si son:

- ✓ Ordinarias o finas.
- ✓ De una o más entradas.
- ✓ Derechas o izquierdas.

Los sistemas más comunes son el sistema métrico o internacional, el sistema británico y el sistema Whitworth.

En el sistema métrico o internacional (**anexo B - 11**) se designa de la siguiente forma:

**M 24 x 1,5**

**Dónde:**

**M:** Rosca métrica

**24:** diámetro exterior.

**1,5:** paso de la rosca.

Mientras que en el sistema británico o whitworth (**Anexo B-12**) se designa así:

**W 3/4”- 10**

**Dónde:**

**3/4”:** es el diámetro exterior

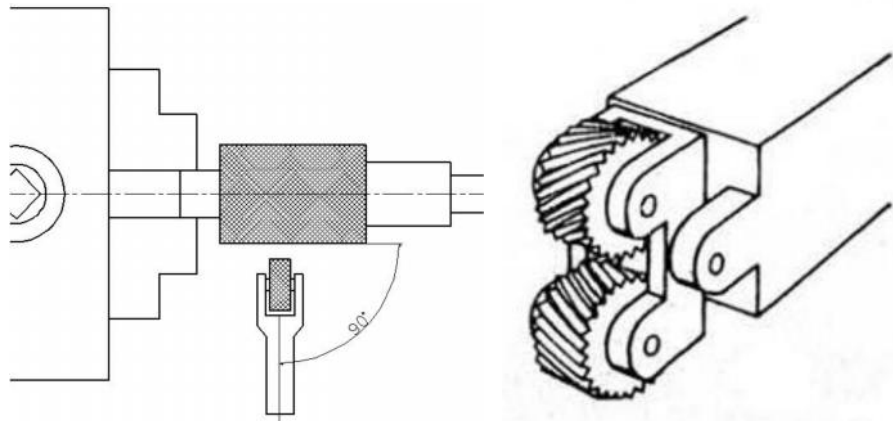
**10:** es el número de hilos por pulgada.

#### ***1.17.7. Moleteado.***

Es la única operación de mecanizado en el torno que no desprende viruta, ya que trabaja comprimiendo sobre la superficie lateral de la pieza, una o dos ruedas con un labrado especial.

Esta herramienta, llamada molete, dibuja sobre el material, un grabado cuya finalidad es evitar el deslizamiento en superficie que requiera agarre.

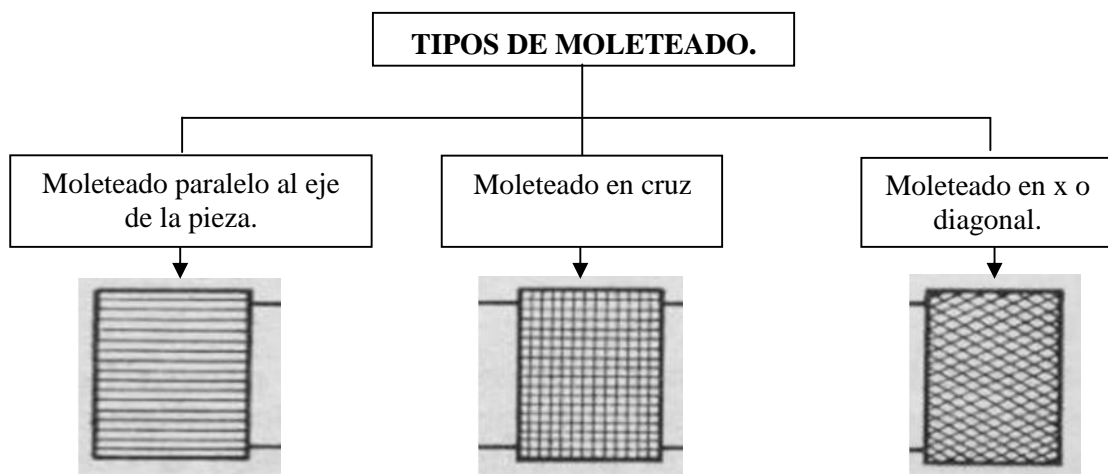
**Figura 1.35.** Moleteado.



**Fuente:** juliocorrea.files.wordpress.com

Existen diferentes tipos de moleteados y su forma que se detalla en el siguiente organigrama.

**Organigrama 1.5.** Tipos de moleteado.



**Fuente:** Grupo Investigador.

### **1.17.8. Torneados interiores.**

Todas las operaciones mencionadas para mecanizarlas en el exterior de la pieza (con excepción del moleteado), pueden realizarse en el interior de la pieza.

Previamente la pieza debe ser perforada para permitir el ingreso de la herramienta propiamente dicha para el torneado.

**Figura 1.36.** Torneados interiores.



**Fuente:** [juliocorrea.files.wordpress.com](http://juliocorrea.files.wordpress.com)

## CAPITULO II.

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.

#### 2.1. Población.

La Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas se conforma por autoridades, docentes, estudiantes, y personal administrativo. Por lo cual en especial se logró trabajar con los alumnos de cuarto y quinto nivel de la carrera de Ingeniería Electromecánica del periodo académico octubre 2011 – marzo 2012.

**Tabla 2.1.** Población y muestra.

UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI	POBLACIÓN
CUARTO ELECTROMECHANICA	25
QUINTO ELECTROMECHANICA	20
<b>TOTAL:</b>	<b>45</b>

**Fuente:** Secretaria del CIYA.

**Elaborado por:** Grupo Investigador.

## **2.2. Metodología utilizada.**

En este capítulo se describe el desarrollo del proyecto de tesis, se procedió a utilizar el método científico, el cual describe el conjunto de actividades sistemáticas que el investigador utiliza para descubrir la verdad y enriquecer la ciencia.

En la aplicación de esta investigación el método científico sirvió para detectar errores, llenar vacíos del conocimiento, realizar aplicaciones y descartar errores; para ello, se utilizó los siguientes procedimientos:

- ✓ Se parte de una necesidad sentida.
- ✓ Se formula un problema
- ✓ Se recolecta los datos
- ✓ Se extrae conclusiones.

## **2.3. Técnicas de investigación.**

Para poder precisar el trabajo de obtención de datos se decidió aplicar las siguientes técnicas:

**2.3.1. Investigación de campo.** La cual se realiza desde el lugar en que se desarrolla o producen los acontecimientos, en contacto directo con quien o quienes son los gestores del problema que se investiga. Aquí se obtiene la información de primera mano en forma directa.

**2.3.2. Observación.** La observación se considera como una etapa del método científico que posee un campo específico de actuación, para lograr el máximo grado posible de objetividad en el conocimiento de la realidad.

**2.3.3. Encuesta.** Esta técnica permite recopilar datos de toda la población o de una parte representativa de ella, ayudando al grupo investigador a reconocer las características y las causas del problema planteado, en dicha técnica se involucra a los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi, pues son una parte representativa de la población.

#### **2.4. Análisis de resultados de la encuesta aplicada a los estudiantes de Ingeniería Electromecánica.**

En este punto del estudio se presenta la incertidumbre acerca de cómo presentar los resultados de la investigación, es muy útil comparar los datos, puesto que el estudio se compone de varios resultados de análisis, con la consecuencia de que estos con llevan en cuanto a similitudes y diferencias en el resultado que arroje la encuesta ya que las preguntas tienen un propósito específico el mismo que es el objeto de estudio.

Al incluir la encuesta en la presente investigación garantiza la obtención de datos reales de los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Para el respectivo análisis e interpretación de datos del proyecto, es necesaria la ayuda del software Microsoft Excel, para realizar la interpretación gráfica de los resultados de esta manera se obtiene una ilustración adecuada y de fácil comprensión.

1. ¿Conoce el funcionamiento del torno?

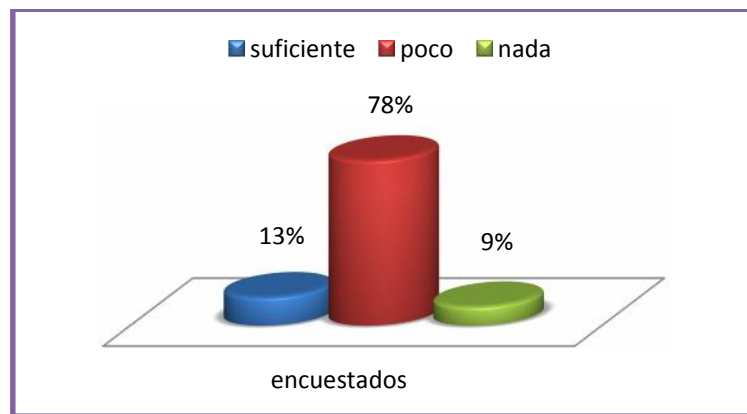
**Tabla 2.2.** Datos de la 1<sup>ra</sup> pregunta de la encuesta.

UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI	OPCIÓN			ENCUESTADOS
	Suficiente	Poco	Nada	
CUARTO ELECTROMECHANICA	2	20	3	25
QUINTO ELECTROMECHANICA	4	15	1	20
<b>TOTAL:</b>	<b>6</b>	<b>35</b>	<b>4</b>	<b>45</b>
<b>Porcentaje:</b>	<b>13%</b>	<b>78%</b>	<b>9%</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Encuesta aplicada a los estudiantes.

**Elaborado por:** Grupo investigador.

**Figura 2.1.** Representación gráfica de la 1<sup>ra</sup> pregunta.



**Fuente:** Encuesta aplicada a los estudiantes.

**Elaborado por:** Grupo Investigador.

**Interpretación.**

Los resultados que las encuestas arrojan, ponen en evidencia que una gran parte de los estudiantes saben poco del funcionamiento del torno.

2. ¿Ud. ha utilizado alguna vez el torno?

**Tabla 2.3.** Datos de la 2<sup>da</sup> pregunta de la encuesta.

UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI	OPCIÓN		ENCUESTADOS
	Si	No	
CUARTO ELECTROMECHANICA	18	7	25
QUINTO ELECTROMECHANICA	16	4	20
<b>TOTAL:</b>	<b>34</b>	<b>11</b>	<b>45</b>
<b>Porcentaje:</b>	<b>76%</b>	<b>24%</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Encuesta aplicada a los estudiantes.

**Elaborado por:** Grupo Investigador.

**Figura 2.2.** Representación gráfica de la 2<sup>da</sup> pregunta.



**Fuente:** Encuesta aplicada a los estudiantes.

**Elaborado por:** Grupo Investigador.

### **Interpretación.**

Según los resultados obtenidos la mayoría de estudiantes encuestados opina que si han utilizado el torno para realizar prácticas correspondientes.

3. ¿Cuándo Ud. ingresa al taller a realizar prácticas, el torno se encuentra operativo?

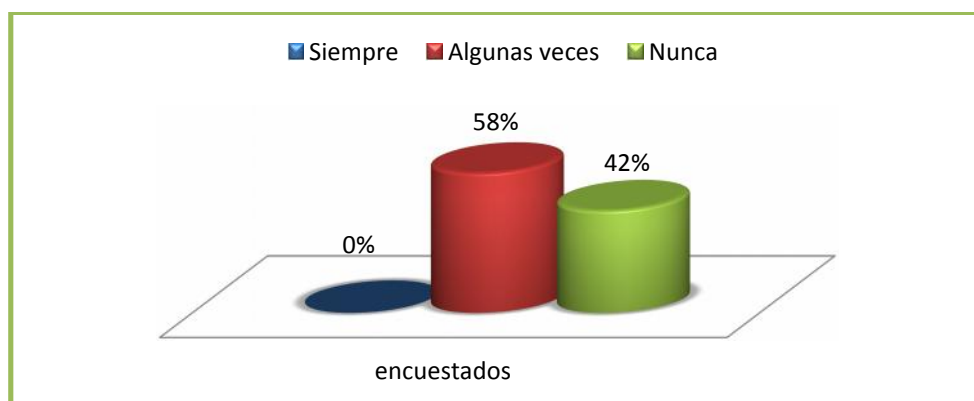
**Tabla 2.4.** Datos de la 3<sup>ra</sup> pregunta de la encuesta.

UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI	OPCIÓN			ENCUESTADOS
	Siempre	Algunas veces	Nunca	
CUARTO ELECTROMECHANICA	0	18	7	25
QUINTO ELECTROMECHANICA	0	8	12	20
<b>TOTAL:</b>	<b>0</b>	<b>26</b>	<b>19</b>	<b>45</b>
<b>Porcentaje:</b>	<b>0%</b>	<b>58%</b>	<b>42%</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Encuesta aplicada a los estudiantes.

**Elaborado por:** Grupo Investigador.

**Figura 2.3.** Representación gráfica de la 3<sup>ra</sup> pregunta.



**Fuente:** Encuesta aplicada a los estudiantes.

**Elaborado por:** Grupo Investigador.

### **Interpretación.**

De los resultados obtenidos, se deduce que existe cierta parte considerable de estudiantes que algunas veces le encuentran operativo al torno. Es de vital importancia mantenerle operativo al torno para la ejecución de prácticas.

4. ¿Ud. ha tenido dificultades al operar el torno?

**Tabla 2.5.** Datos de la 4<sup>ta</sup> pregunta de la encuesta.

UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI	OPCIÓN		ENCUESTADOS
	SI	No	
CUARTO ELECTROMECHANICA	20	5	25
QUINTO ELECTROMECHANICA	15	5	20
<b>TOTAL</b>	<b>35</b>	<b>10</b>	<b>45</b>
<b>Porcentaje</b>	<b>78%</b>	<b>22%</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Encuesta aplicada a los estudiantes

**Elaborado por:** Grupo Investigador.

**Figura 2.4.** Representación gráfica de la 4<sup>ta</sup> pregunta.



**Fuente:** Encuesta aplicada a los estudiantes.

**Elaborado por:** Grupo Investigador.

**Interpretación.**

La mayoría de estudiantes encuestados mencionan que no poseen habilidades ni destrezas para operar el torno, esto repercute en el desarrollo de proyectos con dificultad.

5. ¿Cuál de los siguientes procesos ha realizado en el torno?

- a) Cilindrado.
- b) Refrentado.
- c) Ranurado.
- d) Taladrado.
- e) Desbastado.
- f) Moleteado.
- g) Roscado.
- h) Tronzado.

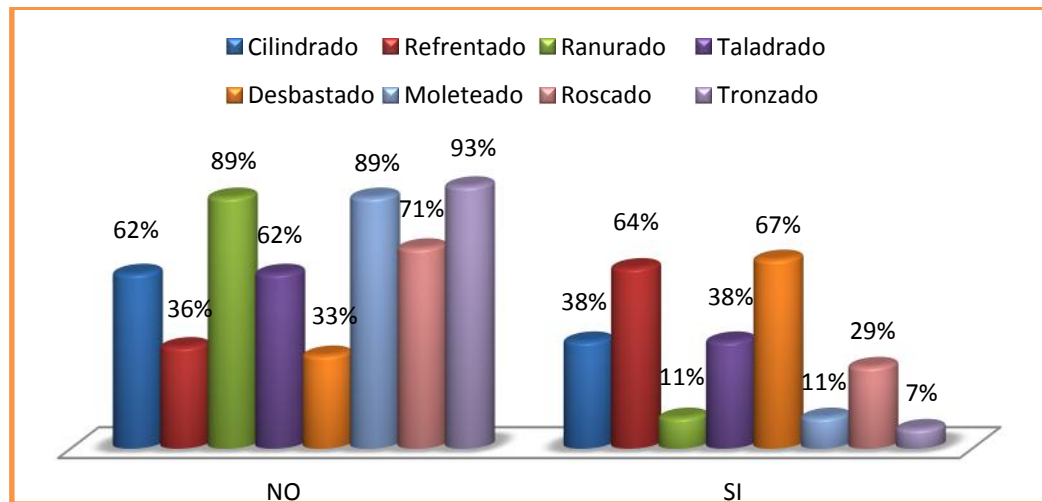
**Tabla 2.6.** Datos de la 5<sup>ta</sup> pregunta de la encuesta.

UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI	OPCIONES							
	a)	b)	c)	d)	e)	f)	g)	h)
CUARTO ELECTROMECHANICA	8	20	2	8	17	1	4	1
QUINTO ELECTROMECHANICA	9	9	3	9	13	4	9	2
<b>SI</b>	17	29	5	17	30	5	13	3
<b>NO</b>	28	16	40	28	15	40	32	42
<b>TOTAL ENCUESTADOS</b>	45	45	45	45	45	45	45	45
<b>Porcentaje Si</b>	38%	64%	11%	38%	67%	11%	29%	7%
<b>Porcentaje No</b>	62%	36%	89%	62%	33%	89%	71%	93%

**Fuente:** Encuesta aplicada a los estudiantes.

**Elaborado por:** Grupo Investigador.

**Figura 2.5.** Representación gráfica de la 5<sup>ta</sup> pregunta.



**Fuente:** Encuesta aplicada a los estudiantes.

**Elaborado por:** Grupo Investigador.

### Interpretación.

Las encuestas demuestran que existe un rango considerable en estudiantes que no saben cómo realizar los distintos procesos que se ejecuta en el torno, esto afectará en su formación profesional.

6. ¿Dispone de guías técnicas para operar con efectividad el torno universal?

**Tabla 2.7.** Datos de la 6<sup>ta</sup> pregunta de la encuesta.

UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI	OPCIÓN		ENCUESTADOS
	Si	No	
CUARTO ELECTROMECHANICA	5	20	25
QUINTO ELECTROMECHANICA	1	19	20
<b>TOTAL</b>	<b>6</b>	<b>39</b>	<b>45</b>
<b>Porcentaje</b>	<b>13%</b>	<b>87%</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Encuesta aplicada a los estudiantes.

**Elaborado por:** Grupo Investigador.

**Figura 2.6.** Representación gráfica de la 6<sup>ta</sup> pregunta.



**Fuente:** Encuesta aplicada a los estudiantes.

**Elaborado por:** Grupo Investigador.

### **Interpretación.**

Según se puede deducir de las respuestas de los encuestados existe un porcentaje considerable que no disponen de guías técnicas para operar el torno con efectividad.

7. ¿Considera que un instructivo de operación y mantenimiento optimizará el tiempo de producción?

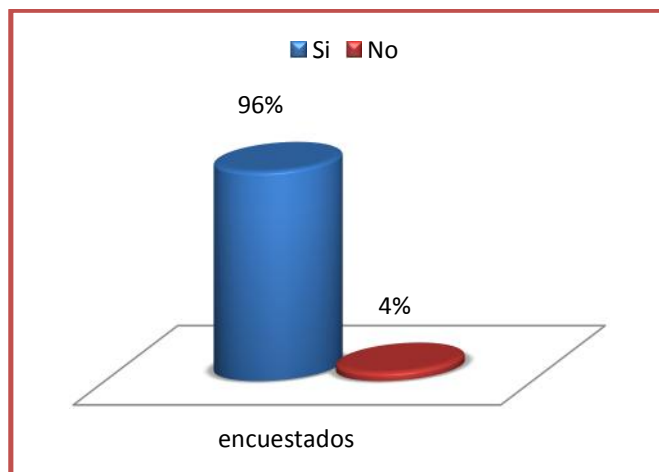
**Tabla 2.8.** Datos de la 7<sup>ma</sup> pregunta de la encuesta.

UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI	OPCIÓN		ENCUESTADOS
	Si	No	
CUARTO ELECTROMECHANICA	23	2	25
QUINTO ELECTROMECHANICA	20	0	20
<b>TOTAL:</b>	<b>43</b>	<b>2</b>	<b>45</b>
<b>Porcentaje:</b>	<b>96%</b>	<b>4%</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Encuesta aplicada a los estudiantes.

**Elaborado por:** Grupo investigador.

**Figura 2.7.** Representación gráfica de la 7<sup>ma</sup> pregunta.



**Fuente:** Encuesta aplicada a los estudiantes.

**Elaborado por:** Grupo Investigador.

### **Interpretación.**

En esta pregunta se aprecia que la mayoría de estudiantes dicen que si es necesario un instructivo de operación y mantenimiento, ya que con ellos se podrá optimizar el tiempo de producción en el torno.

8. ¿Considera que un instructivo de operación y mantenimiento facilitará el aprendizaje teórico – técnico en el torno y su manejo con mayor seguridad?

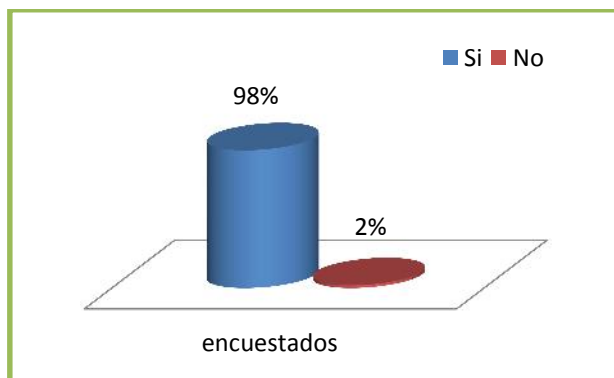
**Tabla 2.9.** Datos de la 8<sup>va</sup> pregunta de la encuesta.

UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI	OPCIÓN		ENCUESTADOS
	Si	No	
CUARTO ELECTROMECHANICA	25	0	25
QUINTO ELECTROMECHANICA	19	1	20
<b>TOTAL :</b>	<b>44</b>	<b>1</b>	<b>45</b>
<b>Porcentaje:</b>	<b>98%</b>	<b>2%</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Encuesta aplicada a los estudiantes.

**Elaborado por:** Grupo Investigador

**Figura 2.8.** Representación gráfica de la 8<sup>va</sup> pregunta.



**Fuente:** Encuesta aplicada a los estudiantes.

**Elaborado por:** Grupo Investigador.

### Interpretación.

Del resultado de las encuestas se deduce que los estudiantes en su totalidad están de acuerdo que es de suma importancia contar con un instructivo de operación y mantenimiento que facilite el aprendizaje teórico - técnico en el torno y sea de ayuda en el manejo del torno con mayor seguridad.

9. ¿Cuál de estas herramientas se desgastan con el funcionamiento del torno?

- a) Mandril.
- b) Contrapunto.
- c) Cuchillas.
- d) Brocas.
- e) Portaherramientas.
- f) Cabezal móvil.

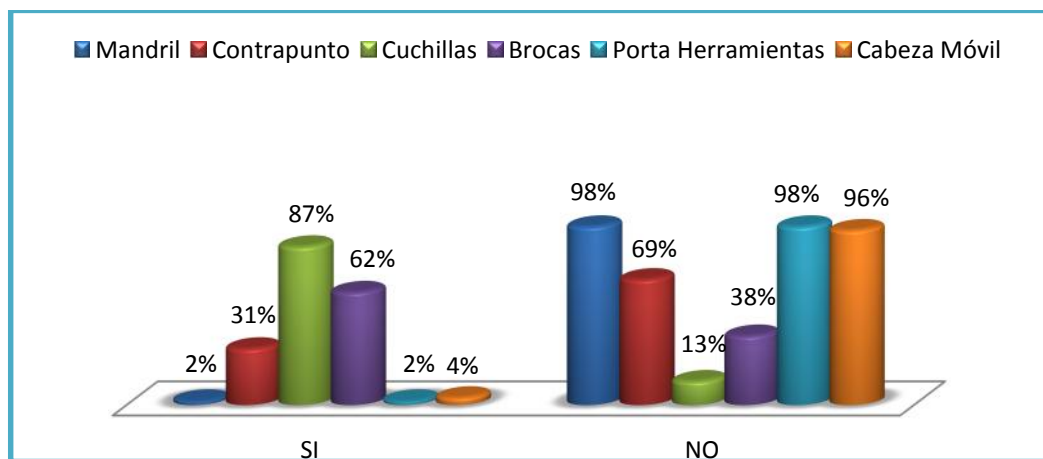
**Tabla 2.10.** Datos de la 9<sup>na</sup> pregunta de la encuesta.

UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI	OPCIONES					
	a)	b)	c)	d)	e)	f)
CUARTO ELECTROMECHANICA	0	7	23	18	0	1
QUINTO ELECTROMECHANICA	1	7	16	10	1	1
<b>SI</b>	1	14	39	28	1	2
<b>NO</b>	44	31	6	17	44	43
<b>TOTAL ENCUESTADOS</b>	45	45	45	45	45	45
<b>Porcentaje SI</b>	2%	31%	87%	62%	2%	4%
<b>Porcentaje NO</b>	98%	69%	13%	38%	98%	96%

**Fuente:** Encuesta aplicada a los estudiantes.

**Elaborado por:** Grupo Investigador.

**Figura 2.9.** Representación gráfica de la 9<sup>na</sup> pregunta.



**Fuente:** Encuesta aplicada a los estudiantes.

**Elaborado por:** Grupo Investigador.

### Interpretación.

Según los resultados obtenidos en las encuestas se mencionan que las herramientas de fácil desgaste son las cuchillas y brocas al contacto directo con la superficie de trabajo o mecanizado.

10. ¿Conoce las ventajas y desventajas de un mandril de tres mordazas?

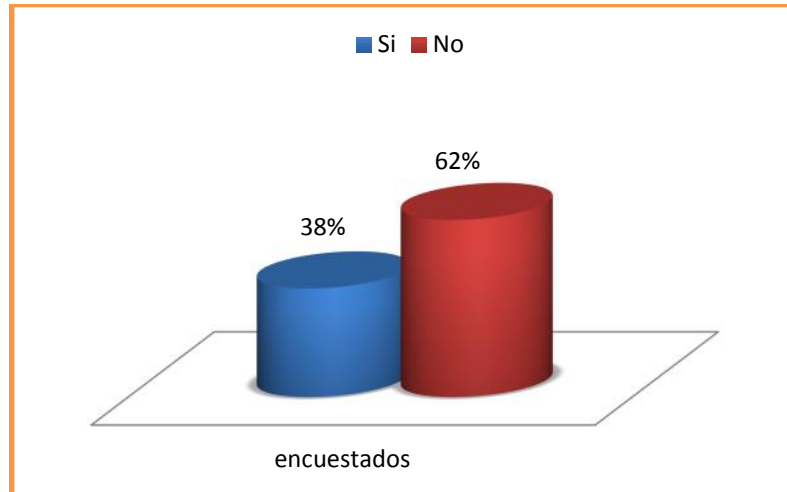
**Tabla 2.11.** Datos de la 10<sup>ma</sup> pregunta de la encuesta.

UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI	OPCIÓN		ENCUESTADOS
	Si	No	
CUARTO ELECTROMECHANICA	11	14	25
QUINTO ELECTROMECHANICA	6	14	20
<b>TOTAL :</b>	<b>17</b>	<b>28</b>	<b>45</b>
<b>Porcentaje:</b>	<b>38%</b>	<b>62%</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Encuesta aplicada a los estudiantes.

**Elaborado por:** Grupo Investigador

**Figura 2.10.** Representación gráfica de la 10<sup>ma</sup> pregunta.



**Fuente:** Encuesta aplicada a los estudiantes.

**Elaborado por:** Grupo Investigador.

### **Interpretación.**

Las encuestas demuestran que casi la mayoría de encuestados no conocen las ventajas y desventajas del mandril de 3 mordazas.

## **2.5. Verificación de las preguntas directrices.**

**¿Cómo mejorar la capacitación de los estudiantes con la utilización del torno universal dentro del taller práctico?**

Por medio de la ejecución de los planos que se describen en las guías de prácticas y con el herramental adecuado para el torno marca YUCY modelo 6250C.

**¿Qué elementos teóricos serán necesarios tener en cuenta, para la implementación de herramientas faltantes en el torno?**

Mediante el análisis de funcionamiento, capacidad de operación del torno y la guías de prácticas.

**¿Qué operaciones son posibles realizar en el torno?**

Todas las operaciones mencionadas en las guías de prácticas, por ejemplo: cilindrado de exteriores e interiores, refrentado, roscado de exteriores e interiores, Ranurado, moleteado, etc.

**¿Qué disposiciones técnicas se deberán tomar en cuenta para la adquisición de herramientas en el torno?**

Normas técnicas de herramientas de corte.

Material de herramientas de corte.

Material a ser mecanizado.

Capacidad operativa del torno.

**¿Cuáles son las habilidades o destrezas que pueden ser desarrollados por el estudiante al operar el torno?**

Interpretar los planos de taller.

Manejar instrumentos de medición.

Adquirir conocimientos sobre el torno.

## **2.6. Comprobación de resultados.**

Para la comprobación de resultados se utilizó la técnica de investigación de campo, la observación y la herramienta que permitió recopilar datos de la población la encuesta las cuales fueron de gran ayuda para desarrollar la presente investigación.

## **2.7. Decisión.**

Después de haber aplicado las encuestas, tabulado los datos y analizados los resultados, se puede concluir que el análisis de funcionamiento, operación, mantenimiento e implementación de herramientas para el torno marca YUCY modelo 6250C del centro de producción de la U.T.C es factible ya que servirá como estrategia tanto teórica como práctica con la cual los estudiantes podrán mejorar sus conocimientos en la manipulación de esta máquina herramienta, mejorando el nivel de preparación académica de los estudiantes.

Tomando en cuenta que la mayoría de encuestados manifiestan que la falta de herramental e instructivos de operación y mantenimiento del torno dificulta la adquisición de nociones prácticas de los mismos, entonces se concluye que se tiene gran deficiencia de conocimiento acerca de esta tecnología y su correcta aplicación dentro del campo laboral, por lo cual el grupo investigador manifiesta que la ejecución de este proyecto será de gran utilidad para los futuros profesionales.

## **CAPITULO III**

### **PROPUESTA**

#### **3.1. Introducción.**

El presente capítulo parte dimensionando las características de la máquina herramienta, revisión de datos de fabricante y su verificación física, además se realiza un instructivo que detalla algunas de las aplicaciones posibles en el torno mecánico marca YUCY modelo 6250C, como también su mantenimiento preventivo determinado por horas de trabajo con el fin de evitar el deterioro de las partes mecánicas debido a factores como la humedad, polvo, etc., además la implementación de herramientas y accesorios que facilitarán la operación en el mismo.

Se realiza además una esquematización a través de un procedimiento sugerido para la fabricación y elaboración de piezas mecánicas utilizando como medio hojas de procesos, análisis de planos de taller y la información técnica desarrollada en el capítulo I con el fin de facilitar el aprendizaje de los estudiantes en el proceso de producción para el cual se están preparando.

### 3.2. Especificaciones técnicas del torno paralelo marca YUCY modelo 6250C.

La Universidad Técnica de Cotopaxi en el taller de electromecánica de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas (CIYA) cuenta con un torno paralelo con las siguientes características de fabricación, teniendo en cuenta el sistema eléctrico nacional que define una frecuencia en la red eléctrica de 60 Hz:

**Tabla 3.1.** Especificaciones técnicas del torno.

<b>Tipo:</b>	Paralelo
<b>Color:</b>	Verde
<b>Marca:</b>	YUCY
<b>Modelo:</b>	6250C
<b>Serie:</b>	2002091293
<b>Fabricación:</b>	China
<b>Año de fabricación:</b>	2002
<b>Dimensiones.</b>	
<b>Largo:</b>	3125 mm.
<b>Ancho:</b>	1043 mm.
<b>Altura:</b>	1315 mm.
<b>Peso neto:</b>	2500 Kg.
<b>Fuerzas</b>	
<b>Fuerza de corte máxima (P2):</b>	1400 Kgf
<b>Fuerza de avance máxima (Px):</b>	350 Kgf

**Fuente:** Instructivo de operación del torno marca YUCY modelo 6250C.

**Figura 3.1.** Torno paralelo marca YUCY modelo 6250C.



**Fuente:** Taller de electromecánica del CIYA.

A continuación se detalla y verifica las capacidades máximas permisibles en el torno marca YUCY, modelo 6250C para la fabricación de piezas mecánicas:

**Tabla 3.2.** Capacidad operativa del torno marca YUCY modelo 6250C.

Designación.	Radio.	Diámetro.	Longitud
<b>Volteo sobre la bancada:</b>	250 mm.	500 mm.	-----
<b>Volteo sobre el escote:</b>	355 mm.	710 mm.	-----
<b>Volteo sobre el carro transversal:</b>	150 mm.	300 mm.	-----
<b>Distancia entre puntos:</b>	-----	-----	1500 mm.
<b>Diámetro interior del husillo:</b>	-----	105 mm.	-----

**Fuente:** Instructivo de operación del torno marca YUCY modelo 6250C.

**Figura 3.2.** Dimensiones de la capacidad operativa.



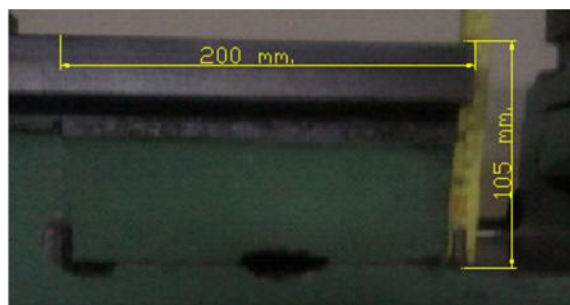
a)



b)



c)



d)



e)

**Fuente:** Taller de electromecánica del CIYA.

Se describe la figura 3.2 donde:

- a) Volteo sobre la bancada es la distancia que existe entre el centro del mandril y las guías de la bancada se observa una dimensión de 250 mm, esta corresponde al máximo radio, determinando así la capacidad de volteo de 500 mm de diámetro.
- b) Distancia entre puntos es la longitud que es posible mecanizar desde el centro del mandril hasta el contrapunto ubicado en el punto móvil y tiene una distancia de 1500 mm.
- c) Volteo sobre el carro transversal es la distancia que tiene desde la base del carro transversal hasta el centro del mandril, con una distancia de 150 mm de radio, entonces el diámetro es de 300 mm.
- d) El escote es una parte desprendible de la bancada, tiene una altura de 105 mm, sumando con el radio del volteo sobre la bancada da una distancia de 355 mm de radio, entonces el volteo sin el escote es de 710 mm de diámetro.
- e) El diámetro interior del husillo principal es de 105 mm.

El torno marca YUCY modelo 6250C utiliza tres motores eléctricos que cumplen funciones específicas.

El motor principal tiene la función de generar movimiento mecánico rotativo al husillo para su utilización con diferentes velocidades de rotación y posee las siguientes características:

**Tabla 3.3.** Características del motor principal.

<b>Capacidad:</b>	7.5 KVA.
<b>Voltaje:</b>	220 Voltios.
<b>Corriente:</b>	12 Amperios.
<b>Fases:</b>	Tres fases.
<b>Tipo:</b>	Motor Asincrónico.
<b>Velocidad Angular:</b>	1750 RPM.

**Fuente:** Instructivo de operación del torno marca YUCY modelo 6250C.

**Figura 3.3.** Placa de características del motor principal.



**Fotografía:** Taller de electromecánica del CIYA.

El segundo motor facilita el movimiento rápido del carro longitudinal o el carro transversal en sus direcciones tanto de avance como retroceso, este se encuentra en la parte inferior del delantal y se detalla a continuación:

**Tabla 3.4.** Características del motor del carro longitudinal.

<b>N° de modelo:</b>	AO2S5634-TH.
<b>Energía:</b>	Eléctrico.
<b>Tipo:</b>	Motor Asíncrono.
<b>Voltaje:</b>	220 Voltios.
<b>Potencia:</b>	250 W.
<b>Corriente:</b>	2,68 A.
<b>Velocidad Angular:</b>	1630 RPM.

**Fuente:** Instructivo de operación del torno marca YUCY modelo 6250C.

**Figura 3.4.** Placa de características del motor del carro longitudinal.



**Fotografía:** Taller de electromecánica del CIYA.

El tercer motor que acciona a la bomba de refrigeración que suministra de líquido refrigerante a la herramienta en su trabajo con el material a mecanizar.

. **Tabla 3.5.** Características de la bomba de refrigeración.

<b>N° de modelo:</b>	AOB-25.
<b>Energía:</b>	Eléctrico.
<b>Tipo:</b>	Bomba de aceite.
<b>Flujo:</b>	25 Lit. /min.
<b>Voltaje:</b>	220 Voltios.
<b>Potencia:</b>	60 W.
<b>Corriente:</b>	0,46 A.
<b>Teoría:</b>	Bomba Centrífuga.
<b>Tamaño de la tubería:</b>	1 pulgada.

**Fuente:** Instructivo de operación del torno marca YUCY modelo 6250C.

**Figura 3.5.** Placa de características de la bomba de refrigeración.



**Fotografía:** Taller de electromecánica del CIYA.

### **3.3. Análisis de funcionamiento del torno paralelo marca YUCY modelo 6250C.**

Para desarrollar el análisis de funcionamiento de dicho torno es necesario revisar los elementos operativos constitutivos, como se detalla a continuación:

#### **3.3.1. Interruptor Principal de Seguridad.**

Se encuentra en la parte posterior del torno, su función es energizar al circuito del sistema eléctrico y protegerlo de alguna anomalía.

**Figura 3.6.** Interruptor principal de seguridad



**Fotografía:** Taller de electromecánica del CIYA.

### 3.3.2. *Tablero de control.*

Se encuentra ubicado en la parte superior izquierda del torno, contiene pulsadores que permiten ejecutar maniobras de paro y marcha del motor principal, además los pulsadores de control para la bomba de refrigeración. Además se dispone por facilidad de operación de un pulsador de arranque y paro del motor principal sobre el delantal del carro de carro longitudinal

**Figura 3.7.** Tablero de control.



**Fotografía:** Taller de electromecánica del CIYA.

### 3.3.3. *Conjunto del cabezal fijo.*

El conjunto del cabezal principal va sujeto en forma permanente a la bancada en el extremo izquierdo del torno, el movimiento es transmitido por bandas en V

desde la polea del motor eléctrico principal hacia la polea del conjunto del cabezal.

La relación de transmisión de las poleas es la siguiente:

$$i = \frac{d_1}{d_2} \quad \text{Ecu. 3.1}$$

**Dónde:**

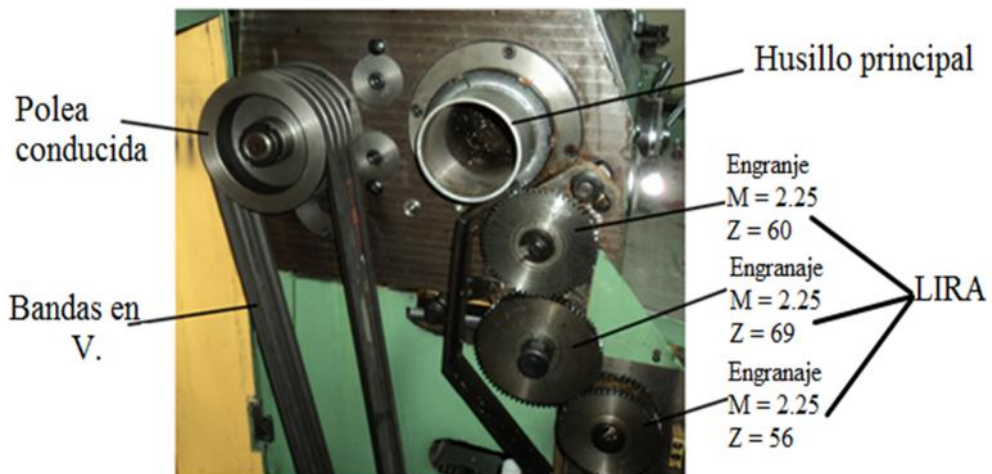
**i** = Relación de transmisión.      **d<sub>1</sub>** = Polea motriz.      **d<sub>2</sub>** = Polea conducida.

El torno tiene una polea motriz con un diámetro Ø 110 mm. La polea conducida con un diámetro Ø 180 mm. Siendo la relación de transmisión (**i**) la siguiente:

$$i = \frac{110 \text{ mm}}{180 \text{ mm}} \quad \text{Remplazamos Ec. 3.1}$$

$$i = 0,61$$

**Figura 3.8.** Transmisión por bandas.

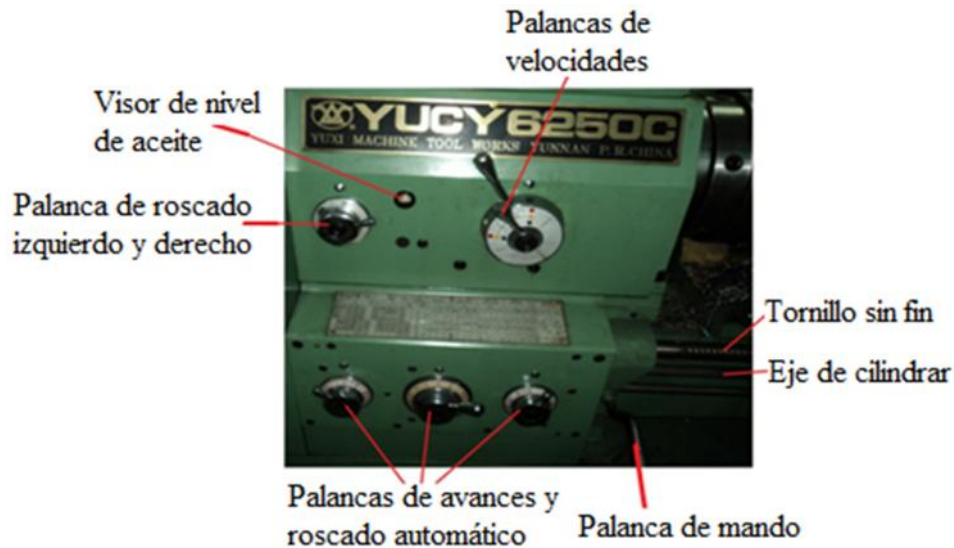


**Fotografía:** Taller de electromecánica del CIYA.

En el cabezal fijo se alojan los distintos engranajes que transmiten el movimiento de rotación, mediante la caja de cambios se seleccionan distintas velocidades con

el fin de variar el movimiento del husillo principal, a través del conjunto de la lira (véase figura 3.8) se transmite el movimiento a la caja Norton o también llamado mecanismo de avance y roscado.

**Figura 3.9.** Partes del cabezal fijo.

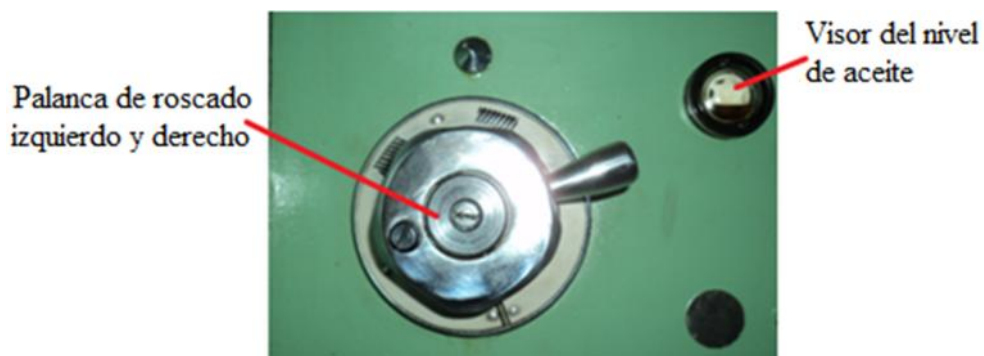


**Fotografía:** Taller de electromecánica del CIYA.

En la parte frontal del torno acoplado al cabezal fijo se muestra una configuración de palancas que definen aplicaciones específicas.

*Palanca de roscado izquierdo y derecho*, permite definir el sentido del avance de la rosca que puede ser en sentido horario o antihorario.

**Figura 3.10.** Palanca de roscado izquierdo y derecho.

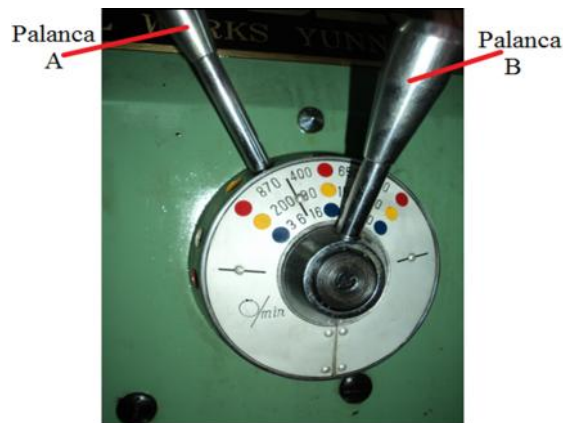


**Fotografía:** Taller de electromecánica del CIYA.

*Palancas de velocidades*, permiten seleccionar las velocidades de rotación posibles del husillo (véase figura 3.11).

La palanca A permite seleccionar un grupo de velocidades de rotación del husillo a través de un método de colores, es decir cada color representa 4 velocidades (a excepción del color blanco) que podrían ser seleccionadas con la palanca B. El color azul tiene el rango más bajo de revoluciones, el color amarillo un rango medio y el color rojo el rango alto, el color blanco es un punto neutro en donde no existe transmisión de potencia al husillo. La palanca B, permite seleccionar la velocidad específica determinada en cada grupo de color.

**Figura 3.11.** Palancas para el cambio de velocidades.



**Fotografía:** Taller de electromecánica del CIYA.

**Tabla 3.6.** Selección de velocidades de rotación del husillo.

		PALANCA A.			
PUNTOS		AZUL	AMARILLO	ROJO	BLANCO
Revoluciones por minuto.	16	90	400	Neutro o Nulo	
	27	150	650		
	36	200	870		
	50	280	1200		
		PALANCA B			

**Fuente:** Grupo Investigador.

El cambio de velocidades debe realizarse cuando el husillo este completamente detenido para esto se recomienda colocar la palanca de mando en el centro y sea posible realizar el cambio de velocidad sin ninguna dificultad.

**La palanca de mando** tiene la función de acoplar el sistema de transmisión de potencia para dar la dirección de movimiento al husillo principal, esta palanca se desplaza en tres posiciones:

- ✓ Apuntando hacia el piso, el husillo principal se mueve en sentido antihorario.
- ✓ Deslizándola verticalmente hacia arriba se ubica en la posición central, el movimiento del husillo es nulo o neutro.
- ✓ Y la tercera posición se encuentra al desplazar verticalmente la palanca de mando hacia arriba del punto central en su posición máxima, el husillo principal se mueve en sentido horario.

**Figura 3.12.** Palanca de Mando



**Fotografía:** Taller de electromecánica del CIYA.

**Palancas de avances y roscado automático** seleccionan los distintos avances del carro tanto longitudinal como transversal y además los diferentes tipos de roscas, es necesario sincronizar las tres palancas (figura 3.13) de acuerdo al avance o paso que se requiera como muestra las tablas 3.7, 3.8 y 3.9, respectivamente.

**Figura 3.13.** Palancas para seleccionar los avances o pasos.



**Fotografía:** Taller de electromecánica del CIYA.

Las tres palancas son indispensables para sincronizar y desarrollar un determinado movimiento ya sea de avance automático o de roscado automático.

La palanca 1 determina la selección de dos funciones principales a través de la rotación de la palanca y la selección requerida utilizando el indicador superior: el avance automático del carro y el roscado automático, como se describe a continuación:

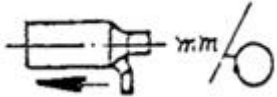
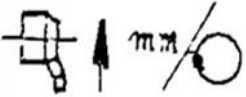
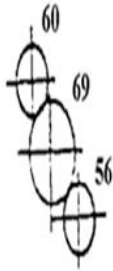
- ✓ El grupo determinado por letras mayúsculas A, B, C y D permite generar los avances longitudinales o transversales del carro de manera automática, son posiciones que permiten transmitir rotación al eje para cilindrar.
- ✓ El grupo determinado por números romanos I, II, III, y IV son posiciones utilizadas para el roscado, estas conectan el tornillo sin fin dándole la posibilidad de rotación y desconecta la opción de cilindrar.

La palanca 2 tiene una secuencia de números del 1 al 15 marcados en el plato circular que se desplaza junto con la palanca, permite seleccionar un rango para el avance del carro (considerando la palanca 1 se encuentra en el grupo de letras) o un rango de opciones para el paso de rosca (si la palanca 1 se encuentra en el grupo de los números romanos).

La palanca 3 tiene una secuencia de tres opciones, considerando que la palanca 1 se encuentre en el grupo de letras, la palanca 3 permite ubicar el grupo para la

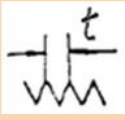
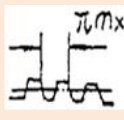
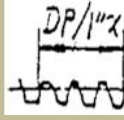
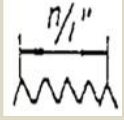
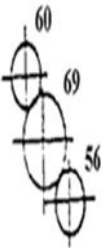
selección de la velocidad del avance del carro en milímetros por revolución a través del uso de la palanca 2, ahora si se considera que la palanca 1 se encuentre en el grupo de números romanos, la palanca 3 permite ubicar el tipo de rosca sea esta métrica o inglesa y determinar el paso de la misma con la utilización de la palanca 2, siendo el paso en milímetros para rosca métrica y en hilos por pulgada para el sistema inglés. Es necesario para obtener los valores detallados en la tabla 3.7 y tabla 3.8 que la combinación de los engranajes en la lira sea la mostrada en cada tabla.

**Tabla 3.7.** Rangos de avance longitudinal y transversal.

		AVANCE LONGITUDINAL					AVANCE TRANSVERSAL					LIRA		
														
Palanca 3	Palanca 1	n	t				m	n	t				m	
		A	A	B	C	D	D	A	A	B	C	D	D	
		0.063	0.091	0.18	0.36	0.71		0.027	0.040	0.076	0.15	0.30		1
		0.071	0.10	0.20	0.40	0.80		0.030	0.043	0.085	0.17	0.34		2
		0.073		0.21	0.42	0.84		0.031		0.089	0.18	0.35		3
		0.079	0.11	0.22	0.44	0.88		0.033	0.047	0.095	0.19	0.38		4
		0.081		0.23	0.46	0.92		0.034				0.39		5
		0.084	0.12	0.24	0.48	0.95		0.036	0.050	0.101	0.20	0.40		6
		0.087		0.25	0.49	0.98		0.037	0.052	0.104	0.21	0.42		7
			0.13	0.27	0.53	1.07	1.68		0.057	0.114	0.23	0.46	0.72	8
			0.14	0.28	0.58	1.17	1.84		0.062	0.124	0.24	0.49	0.78	9
			0.15	0.30	0.60	1.21	1.89		0.064	0.128	0.25	0.51	0.80	10
				0.31	0.62	1.25	1.96		0.066	0.133	0.26	0.53	0.83	11
			0.16	0.32	0.64	1.29	2.02		0.068	0.137	0.27	0.55	0.86	12
			0.17	0.34	0.68	1.38	2.16		0.073	0.146	0.29	0.58	0.92	13
						1.43	2.24					0.60	0.95	14
						1.61	2.52					0.68	1.07	15

**Fuente:** Instructivo de operación del torno marca YUCY modelo 6250C.

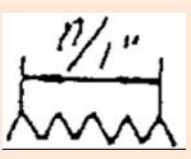
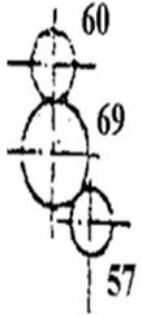
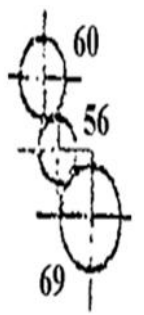
**Tabla 3.8.** Variedad de roscas para el roscado automático.

LIRA	ROSCA METRICA EN V				ROSCA METRICA TRAPEZOIDAL				ROSCA INGLESA TRAPEZIODAL				ROSCA INGLESA EN V				
																	
	t				m				Dp				n				
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	Palanca 3
	Palanca 1																
	1	1	2	4	8	0.5	1	2	4								
	2		2.25	4.5	9			2.25	4.5								
	3																
	4	1.25	2.5	5	10		1.25	2.5	5								
	5									56	28	14	7	28	14	7	3 ½
	6													27			
	7		2.75	5.5	11			2.75	5.5								
	8	1.5	3	6	12	0.75	1.5	3	6	48	24	12	6	24	12	6	3
	9									44	22	11	5 ½	22	11	5 ½	3 ¾
	10																
	11	1.75	3.5	7	14		1.75	3.5	7								
	12									40	20	10	5	20	10	5	2 ½
	13																
	14									36	18	9	4 ½	18	9	4 ½	2 ¼
15									32	16	8	4	16	8	4	2	

**Fuente:** Instructivo de operación del torno marca YUCY modelo 6250C.

Es posible obtener una configuración especial para el roscado en el sistema ingles a través del cambio de los engranajes en la lira, utilizando de igual manera la combinación de las tres palancas como lo muestra la tabla 3.9.

**Tabla 3.9.** Variedad de roscas para el roscado automático (*Continuación*).

		ROSCA INGLESA EN V		
				
		<b>n</b>		Palanca 1
		<b>I</b>	<b>II</b>	Palanca 3
Palanca 2	1			LIRA
	2			
	3			
	4			
	5			
	6			
	7			
	8			
	9			
	10			
	11			
	12			
	13	19	11 ½	
	14			
	15			

**Fuente:** Instructivo de operación del torno marca YUCY modelo 6250C.

### 3.3.4. *Cabezal móvil.*

El cabezal móvil o contrapunto se puede mover a lo largo de las guías de la bancada y sujetarse en cualquier posición, se utiliza para servir de apoyo y poder colocar las piezas que son torneados entre puntos. Su extremo izquierdo posee una perforación tipo cono morse, para recibir mandriles portabrocas y puntos. Al otro extremo existe un volante con un tornillo interior solidario que extrae u oculta el manguito dentro del contrapunto. La máxima longitud del manguito es de 150 mm.

Posee dos palancas de frenos, una para bloquear el punto sobre la bancada, y otro para bloquear el manguito del punto.

**Figura 3.14.** Punto móvil.

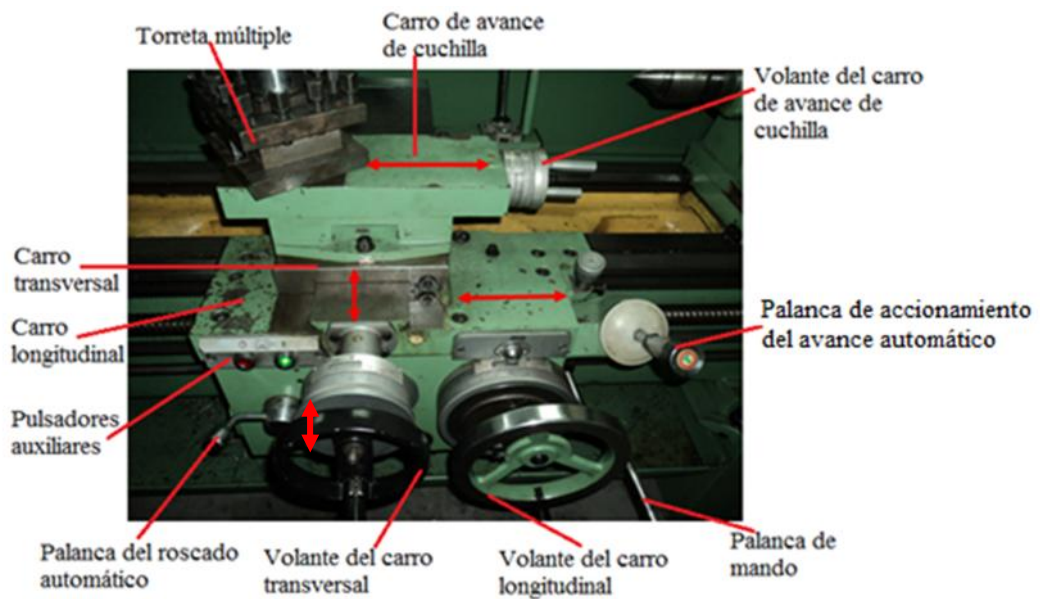


**Fotografía:** Taller de electromecánica del CIYA.

### 3.3.5. Carro de movimientos

Los carros de movimientos está conformado por tres sistemas de desplazamiento: longitudinal, transversal y de avance de cuchilla.

**Figura 3.15.** Carro de movimientos.



**Fotografía:** Taller de electromecánica del CIYA.

Si se considera la disposición de la palanca 1 dentro del grupo de números romanos, y moviendo la palanca de roscado automático (véase figura 3.15) hacia abajo se conecta carro longitudinal al sistema de tornillo sin fin para obtener el paso requerido de acuerdo a la combinación seleccionada con las palancas 2 y 3 de avance y roscado, además con el uso de la palanca de roscado izquierdo y derecho se obtiene el sentido de la rosca a fabricar.

Si se considera la disposición de la palanca 1 dentro del grupo de letras, el avance automático del carro principal sea longitudinal o transversal es posible a través de la palanca de accionamiento de avance automático con una guía tipo cruz (figura 3.16) que garantiza la trayectoria requerida, además el avance rápido de cualquiera de los carros mencionados es posible al direccionar la palanca en el sentido que se necesita y al presionar el pulsador (T) sobre la cabeza de la palanca, y el movimiento manual es posible utilizando los volantes de mando para su desplazamiento.

**Figura 3.16.** Palanca de accionamiento del avance automático.

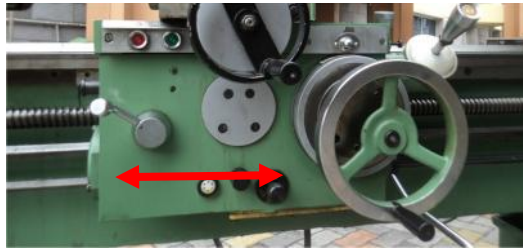


**Fotografía:** Taller de electromecánica del CIYA.

Se identifica en esta configuración los carros:

- ✓ El carro longitudinal tiene un recorrido de 1340 milímetros a través de una corredera de la bancada, sobre el delantal de este carro se ubican diferentes palancas y pulsadores, su movimiento puede ser de manera manual o automática.

**Figura 3.17.** Carro longitudinal.



**Fotografía:** Taller de electromecánica del CIYA.

- ✓ El carro transversal tiene un recorrido de 360 mm a través de una corredera con guías tipo cola de milano ubicadas sobre el carro longitudinal, su movimiento puede ser de manera manual o automática.

**Figura 3.18.** Carro transversal.



**Fotografía:** Taller de electromecánica del CIYA.

- ✓ El carro de avance de cuchilla o también llamado charriot tiene un recorrido de 145 mm a través de una corredera con guías tipo cola de milano ubicadas sobre el carro transversal, además una rotación de 45 grados en sentido horario y de 135 grados en sentido antihorario sobre la superficie del carro vertical. Su movimiento puede ser únicamente manual.

**Figura 3.19.** Carro de avance de cuchilla.



**Fotografía:** Taller de electromecánica del CIYA.

Los volantes de los diferentes carros están equipados con collarines micrométricos graduados y divididos en décimas de milímetros.

### 3.3.6. *Torreta múltiple.*

La torreta múltiple está ubicada en la parte superior del carro de avance de cuchilla, permite la utilización de hasta cuatro portacuchillas de ancho máximo de 25 mm y la altura máxima es de 40 mm dispuestas en cada arista de la torreta, utilizando la palanca de ajuste ubicada sobre la torreta es posible eliminar el apriete entre la palanca y la superficie del carro de avance de cuchilla siendo posible su rotación de 360° en sentido antihorario de acuerdo a la necesidad requerida.

**Figura 3.20.** Torreta múltiple.



**Fotografía:** Taller de electromecánica del CIYA.

En el **anexo C - 1** se muestra en forma general todas las partes principales del torno paralelo marca YUCY modelo 6250C con la descripción de cada uno de los componentes para su conocimiento total.

## 3.4. **Análisis de operación en el torno.**

En el torno paralelo marca YUCY modelo 6250C se encuentra operativo y puede realizar las siguientes operaciones:

Cilindrado.

Ranurado.

Refrentado.

Torneado cónico.

Tronzado.

Moletado.

Perforado.

Roscado.

Véase el **anexo C - 2** ahí se encuentran cada una de las operaciones mencionadas anteriormente realizadas con el torno. Antes de ejecutar un trabajo en el torno o cualquier máquina herramienta se debe considerar los siguientes aspectos de seguridad, limpieza y protección.

#### ***3.4.1. Durante la puesta en marcha del torno.***

Al empezar cualquier trabajo o práctica en el torno se debe tener en cuenta las siguientes precauciones:

1. Las manos deben mantenerse alejadas de las piezas del plato y de las mordazas del mandril, mientras el torno esté en funcionamiento.
2. No se debe intentar ajustar la herramienta o tocar el borde cortante para determinar su filo, mientras el torno esté en movimiento.
3. El cabezal fijo tiene una caja de cambios de velocidades, los cambios deben ser hechos con el torno detenido.
4. No se debe utilizar un calibre de acero o un compás fino para comprobar la medida de una pieza, mientras ésta se encuentra girando.
5. Cuando las puntas empiecen a rechinar, detenga inmediatamente el torno.
6. No debe comenzar a torneear una pieza entre puntas sin tener la seguridad de que éstas están bien centradas con la bancada.
7. Al mecanizar piezas largas en el torno estas pueden curvarse o doblarse debido a los esfuerzos generados por el corte, utilice lunetas fijas o móviles.
8. Las puntas de las mordazas de las lunetas deben tocar levemente la pieza y no apretarla. La pieza tiene que girar suavemente, pero sin juego entre las mordazas.

#### ***3.4.2. Elementos de protección personal para el operario.***

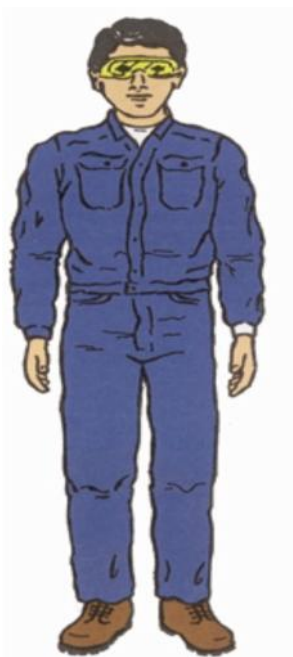
La protección para el operario en el momento de operar el torno son las siguientes:

- ✓ El operario deben llevar ropa cómoda pero ajustada al cuerpo (overol).

- ✓ En ningún caso mangas sueltas, chalecos demasiado grandes, sin abotonar.
- ✓ No se debe usar corbatas o prendas similares que puedan ser cogidas por la pieza que se está mecanizando.
- ✓ Tampoco se debe usar: anillos, relojes de pulsera, brazaletes.
- ✓ El operador del torno no puede usar guantes, ya que constituye un riesgo de atrapamiento con la pieza en movimiento (el guante no se debe usar en ninguna máquina de rotación).
- ✓ Para evitar que la proyección de partículas metálicas lesionen los ojos del operador, éste siempre deberá utilizar lentes de seguridad (policarbonatos) cada vez que esté trabajando en el torno.
- ✓ Para evitar lesiones en los pies por caídas de piezas o accesorios del torno (platos, lunetas, ejes, etc.) deberá estar provisto de calzado de seguridad con punta de acero.

En la figura 3.21. se observa cómo debe estar un operario al momento de manipular el torno dentro del taller mecánico, siguiendo las recomendaciones antes mencionadas, para evitar daños en el mismo.

**Figura 3.21.** Equipo de seguridad para el operario.



**Fuente:** ACHS “Norma de trabajo en torno”

### **3.4.3. Arranque del torno marca YUCY modelo 6250C.**

Para su puesta en marcha el operario iniciará con la siguiente secuencia de maniobras tomando en consideración las medidas de seguridad consideradas más adelante:

1. Mirar el interruptor de giro en la parte de posterior del torno la misma deberá mostrarse en el color rojo cuando el torno no ha sido utilizado algún tiempo. Como primer paso es necesario girar el interruptor a la posición en color verde para permitir el paso de corriente al circuito del sistema (figura 3.6).
2. Girar la perilla de autoenclavado en sentido de las manecillas del reloj (como indica la flecha en la cabeza de la perilla) hasta que se desactive, la misma se encuentra en el panel de control ubicado en la parte frontal de la máquina (figura 3.7).
3. Presionar el pulsador verde de encendido ubicado en el tablero de control, este encenderá el motor principal desacoplado de su sistema de transmisión de potencia hacia el husillo (figura 3.7).
4. Mover la palanca de mando en la posición requerida mencionada en el funcionamiento (figura 3.12).

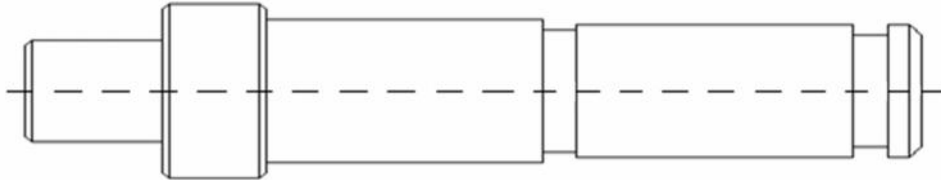
## **3.5. Fabricación de piezas mecánicas.**

Como parte fundamental en la fabricación de piezas por arranque de material que consiste en eliminar el material sobrante de una pieza inicial para transformarla en una pieza terminada con formas y dimensiones concretas, el material sobrante, puede tener forma de virutas, recortes, o limaduras, según el procedimiento empleado.

En la actualidad el conocimiento del conformado de piezas por arranque de material, sus aplicaciones y herramientas fortalece la comprensión de los

diferentes procesos de manufactura y como parte fundamental se encuentra la fabricación de piezas mecánicas.

**Figura 3.22.** Ejemplo del eje a construir.



**Fuente:** Grupo Investigador.

### ***3.5.1. Estudio previo de la pieza.***

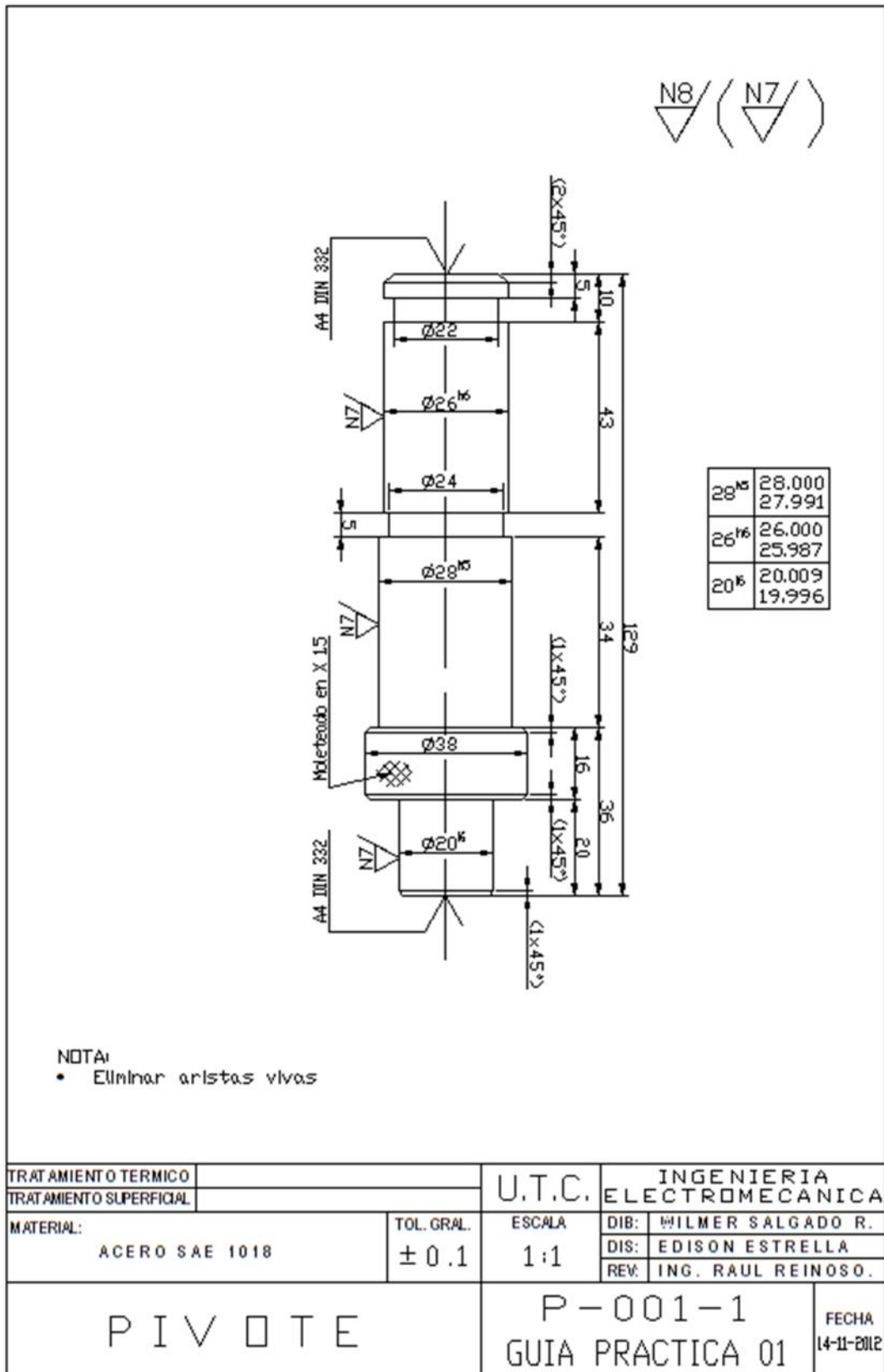
La pieza que se requiere elaborar es una pieza cilíndrica de revolución, no existen radios definidos, contiene eliminación de aristas vivas en sus ranuras, chaflanes que no se requiere verificar su dimensión.

### ***3.5.2. Estudio del plano de taller.***

En los planos de taller se dan las órdenes escritas que indican las características y especificaciones técnicas, se debe tener especial cuidado al leer el plano pues no deben haber incoherencias entre el plano y el proceso pues esta información permitirá la fabricación de la pieza.

El plano de taller del ejemplo indica las dimensiones que la pieza debe obtener siendo el diámetro máximo de 38 mm y una longitud total de 129 mm, además indica que es un eje de acero SAE 1018 sin tratamiento térmico ni superficial, la superficie por 38 mm de diámetro se debe moletar en X a 1,5 mm, existe un cuadro requerido de tolerancias que por la apreciación solicitada es necesaria verificarlas con un micrómetro, la pieza en su totalidad tendrá un acabado superficial N8 a excepción de las superficies en que se requiere un acabado N7, la tolerancia general de la pieza es de 0.1 mm se aplica en las dimensiones que no constan en el cuadro de tolerancias.

Figura 3.23. Ejemplo de un plano de taller.



Fuente: Grupo Investigador.

### 3.5.3. Selección de los medios de mecanizado para la fabricación.

Es necesario contar con una gama de herramientas que harán posible dar la forma requerida de la pieza estos son los medios disponibles para mecanizar:

Seleccionar el tipo de cuchilla que facilite el mecanizado de la pieza, de acuerdo al Anexo B-5, la dureza del acero SAE 1018 es de 200 Brinell (HB) y es considerado de bajo carbono, con referencia al **Anexo B - 9** en la que se sugieren los materiales óptimos para el mecanizado y su respectiva velocidad de corte se selecciona la herramienta tomando en consideración la nota al pie de la tabla para la utilización de un acero rápido el **Anexo B - 8** define las características de las cuchillas de acero rápido con nombre comercial ASSAB en las cuales los rangos de dureza de material, profundidad de corte, avance y la vida del filo de la herramienta son mostradas.

Para la pieza planteada y de acuerdo al rango de dureza se aprecia la velocidad de corte ( $V_c$ ) 44 m/min (aproximadamente la mitad de 90 m/min) recomendada, con una profundidad de corte ( $ap$ ) 1mm, avance ( $fn$ ) 0.3 mm/rev y 8 horas de vida útil del filo de la cuchilla.

- ✓ Cuchillas de acero rápido (HSS) para cilindrar marca ASSAB.
- ✓ Cuchillas de acero rápido (HSS) para refrentar marca ASSAB.
- ✓ Cuchillas de acero rápido (HSS) para achaflanar marca ASSAB.
- ✓ Cuchillas de acero rápido (HSS) para ranurar marca ASSAB.
- ✓ Cuchillas de acero rápido (HSS) para tronzar marca ASSAB.
- ✓ Los ángulos de corte ver **Anexo B - 7**

Como la pieza es un eje de revolución se debe fabricar en el Torno paralelo marca YUCY modelo 6250C, con su respectivo equipamiento como son:

- ✓ Mandril de tres mordazas ( $\emptyset$  325)
- ✓ Llaves del mandril.

- ✓ Moleteador de dos muelas en diagonal.
- ✓ Broca de centro (A4 DIN 332).
- ✓ Punto giratorio.
- ✓ Porta brocas.
- ✓ Porta cuchilla izquierda.
- ✓ Porta cuchilla recta.
- ✓ Calibrador.
- ✓ Micrómetro.

#### 3.5.4. *Confección de la hoja de procesos.*

En base a los datos obtenidos en las tablas anteriormente mencionadas es posible realizar los cálculos que se requiere para determinar los tiempos de producción de la pieza paso a paso como lo detalla la hoja de procesos, la pieza en bruto debe ser de mayor dimensión disponible en el mercado en este caso se tiene una pieza de diámetro 1<sup>3/4</sup>” por 131mm de longitud.

#### **Datos:**

$$V_c = 44 \text{ m/min.}$$

$$f_n = 0.3 \text{ mm/rev.}$$

$$a_p = 1 \text{ mm.}$$

$$D = 1\frac{3}{4}'' = 44.45 \text{ mm.}$$

$$n = ?$$

De la ecuación 1.1.

$$V_c = \frac{\pi * D * n}{1000}$$

Despejando  $n$  (rpm) se tiene:

$$n = \frac{1000 * V_c}{\pi * \phi}$$

Y reemplazando los datos:

$$n = \frac{1000 * 44}{\pi * 44.45}$$

Se obtiene el número de revoluciones:

$$n \approx 315 \text{ RPM}$$

El número de revoluciones es de 315 rpm se verifica la tabla de velocidades del torno la más cercana a este valor es 280 rpm

**Refrentado**, se aplica a la cara frontal de la pieza con el fin de corregir defectos, el movimiento de la cuchilla es transversal por tanto la longitud que esta recorre es el radio de la pieza, y la profundidad modifica las dimensiones longitudinales de la pieza.

La longitud es:

$$l = \frac{D}{2} = \frac{44,45}{2} = 22,22(\text{mm})$$

El tiempo:

$$t = \frac{l}{fn * n}$$

$$t = \frac{22,22}{0,03 * 280}$$

$$t = 2,64 \text{ min}$$

Esta operación se realiza en las dos caras de la pieza por tanto el tiempo empleado es:

$$t_{\text{refrentado}} = 2,64 * 2 = 5,28 \text{ min}$$

**Perforado**, se obtiene a través de brocas y la broca de centros, esta última ensamblada en el cabezal móvil es útil para centrar la pieza, la perforación se

controla manualmente a través del volante del manguito, el tiempo solo es posible medirlo con el reloj.

**Cilindrado**, en la hoja de procesos del ejemplo se tiene cuatro casos para cilindrar:

Primero para obtener un diámetro de 26 mm por 58 mm de longitud

$$ap = \frac{44,45 - 26}{2}$$
$$ap = 9,22$$

La profundidad de corte debe ser de 9,22 mm pero anteriormente se mencionó que  $ap = 1\text{mm}$  por lo tanto se requiere realizar 9 pasadas de 1mm cada una y la última pasada debe ser de 0.22 mm en esta última se puede variar la velocidad de avance para obtener la calidad superficial deseada entonces:

$$t_1 = \frac{58}{0,3 * 280}$$

$$t_1 = 0,69 \text{ min por cada pasada}$$

Para la última pasada se tiene un avance de

$$fn = \frac{58}{280} = 0,20 \left[ \frac{\text{mm}}{\text{rev}} \right]$$

Entonces se tiene:

$$t_2 = \frac{58}{0,2 * 280}$$

$$t_2 = 1,03 \text{ min}$$

El tiempo empleado en esta operación es:

$$t_{empleado} = (t_1 * 9) + t_2$$

$$t_{empleado} = (0,69 * 9) + 1,03$$

$$t_{empleado} = 7,24 \text{ min}$$

Segundo para obtener un diámetro de 28 mm por 34 mm de longitud

$$ap = \frac{44,45 - 28}{2}$$

$$ap = 8,22$$

La profundidad de corte debe ser de 8,22 mm pero de igual manera que el caso anterior ( $ap = 1\text{mm}$ ) por lo tanto se requiere realizar 8 pasadas de 1mm cada una y la última pasada debe ser de 0.22 mm.

$$t_1 = \frac{34}{0,3 * 280}$$

$$t_1 = 0,40 \text{ min} \quad \text{por cada pasada}$$

$$fn = 0,20 \left[ \frac{\text{mm}}{\text{rev}} \right]$$

Entonces se tiene:

$$t_2 = \frac{34}{0,2 * 280}$$

$$t_2 = 0,61 \text{ min}$$

El tiempo empleado en esta operación es:

$$t_{empleado} = (t_1 * 8) + t_2$$

$$t_{empleado} = (0,40 * 8) + 0,61$$

$$t_{empleado} = 3,81 \text{ min}$$

Tercero para obtener un diámetro de 20 mm por 20 mm de longitud

$$ap = \frac{44,45 - 20}{2}$$

$$ap = 12,22$$

La profundidad de corte debe ser de 12,22 mm pero  $ap = 1\text{mm}$  por lo tanto se requiere realizar 12 pasadas de 1mm cada una y la última pasada debe ser de 0.22 mm

$$t_1 = \frac{20}{0,3 * 280}$$

$$t_1 = 0,23 \text{ min} \quad \text{por cada pasada}$$

$$fn = 0,20 \left[ \frac{\text{mm}}{\text{rev}} \right]$$

Entonces se tiene:

$$t_2 = \frac{20}{0,2 * 280}$$

$$t_2 = 0,35 \text{ min}$$

El tiempo empleado en esta operación es:

$$t_{empleado} = (t_1 * 12) + t_2$$

$$t_{empleado} = (0,23 * 12) + 0,35$$

$$t_{empleado} = 3,11 \text{ min}$$

Cuarto para obtener un diámetro de 38 mm por 16 mm de longitud

$$ap = \frac{44,45 - 38}{2}$$

$$ap = 3,22$$

La profundidad de corte debe ser de 3,22 mm pero la profundidad de corte es  $ap = 1$  mm por lo tanto en este caso se requiere realizar un total de 4 pasadas de las cuales tres son a 1 mm de profundidad y la última pasada debe ser de 0,22 mm como en esta última se tiene que moletear no es necesario variar la velocidad de avance para obtener un acabado superficial específico:

$$t = \frac{16}{0,3 * 280}$$

$$t = 0,19 \text{ min} \quad \text{Por cada pasada}$$

El tiempo empleado en esta operación es:

$$t_{empleado} = t * 4$$

$$t_{empleado} = 0,19 * 4$$

$$t_{empleado} = 0,76 \text{ min}$$

$$t_{cilindrado} = 7,24 + 3,81 + 3,11 + 0,76 = 14,92 \text{ min}$$

**Achaflanar**, se tiene cuatro puntos para achaflanar de estos tres son de 1mm por el ángulo de 45° y uno de 2 mm por 45° el tiempo que se necesita para achaflanar es:

$$t_1 = \frac{2}{0,3 * 280} = 0,02 \text{ min}$$

$$t_2 = \frac{1}{0,3 * 280} = 0,01 \text{ min}$$

$$t_{achaflanado} = (0,01 * 3) + 0,02 = 0,05 \text{ min}$$

**Ranurado**, En esta operación el movimiento de avance es transversal a la pieza, se requiere obtener dos ranuras, como se observa en el plano de taller se tiene una ranura de 5 mm de ancho que se profundiza sobre la superficie de diámetro de 26mm hasta obtener un diámetro de 22mm.

$$ap = \frac{26 - 22}{2}$$

$$ap = 2 \text{ mm}$$

Dicha profundidad es la longitud que recorre transversalmente el tiempo queda de la siguiente manera:

$$ap = l$$

$$t = \frac{2}{0,3 * 280}$$

$$t = 0,02 \text{ min}$$

Como los valores son similares entonces:

$$t_{ranurado} = 0,02 * 2 = 0,04 \text{ min}$$

Figura 3.24. Ejemplo de una hoja de procesos.

HOJA DE PROCESOS					PRACTICA N° 1			
Nombre de la unidad: PIVOTE MOLETEADO					Tiempo total de duración: 202 min.			
Posición	Cantidad	Denominación	Material	Dimensiones	Observaciones			
1	1	P - 001 - 1	Acero SAE 1018	Φ 38 x 129 mm.				
Fase	Sub - fase	N°	Operaciones	Croquis	N° DE RPM	UTILES		TIEMPO Máximo (minutos)
						Trabajo	Control	
Torno 1	10	11	Puesta a punto					5
		12	Refrentar 1		280	CRE		10
		13	Agujero de centrar en 1		400	DIN 332		5
		14	Cilindrar 2 (Φ 26 x 58)		280	CCE	Míc.	0,2
		15	Achaflanar 3 (2 x 45°)		280	CCE	Cal.	2
		16	Ranurar 4 (Φ 22 x 5)		280	CR	Cal.	10
		17	Cilindrar 5 (Φ 28 x 34)		280	CCE	Míc.	0,2
		18	Ranurar 6 (Φ 24 x 5)		280	CR	Cal.	15
	20	21	Dar vuelta la pieza					5
		22	Tronzar 7 (L= 130)		280	CT	Cal.	10
		23	Refrentar 7 (L= 129)		280	CRE	Cal.	10
		24	Agujero de centrar en 7		400	DIN 332		5
		25	Cilindrar 8 (Φ 20 x 20)		280	CCE	Míc.	20
		26	Cilindrar 9 (Φ38 x 16)		280	CCE	Cal.	15
		28	Achaflanar 10 (1 x 45°)		280	CRE	Cal.	5
		29	Moletear 9		50	M 1.5	En X	15
	CODIGO DE UTILES:					TALLER MECÁNICO		
	CRE = cuchilla de refrentar exteriores ASSAB 3/8". PG = punto giratorio DIN 332 = brocas de centrar HSS 3/8". PF = punto fijo CCE = cuchilla de cilindrar exteriores ASSAB 3/8". M 1.5 = moletear en X CR = cuchilla de ranurar exteriores ASSAB 3/8". L = Lija de Afinado CT = cuchillar de tronzar exteriores ASSAB 3/8". Míc = Micrómetro CAL = calibrador pie de rey.					ING. ELECTROMECAÁNICA		
					UNIVERSIDAD TÉCNICA COTOPAXI			

Fuente: Grupo Investigador.

**Moleteado**, Se realiza de manera manual a bajas revoluciones en este caso a 50 RPM pues a bajas velocidades esta fuerza aplicada realiza mejor su trabajo en esta operación no existe arranque de viruta y mejora la apariencia de una parte de la pieza proporcionando una buena superficie de agarre, es necesario moletear sobre la superficie de diámetro 38mm por 16mm, el tiempo debe registrarse a través del reloj.

El tiempo de mecanizado es la suma de los tiempos empleados en cada operación, este no es el tiempo total de elaboración de la pieza.

$$t_{\text{mecanizado}} = 5,28 + 14,92 + 0,05 + 0,04 = 20,29 \text{ min}$$

### 3.5.5. Ejecución del trabajo.

En esta parte se fabrica la pieza observando la hoja de procesos que se hace referencia a las órdenes dispuestas en la hoja de procesos, para elaborar la pieza en el taller mecánico.

A más de las operaciones antes mencionadas en el torno marca YUCY modelo 6250C se pueden obtener otras operaciones descritas más adelante y aplicables en los planos de taller del **Anexo D**, los mismos que servirán de guía en la fabricación de piezas mecánicas utilizando el procedimiento sugerido anteriormente.

**Torneado Cónico**, Este proceso se realiza manualmente con el carro superior inclinado a un ángulo determinado, para esto es necesario aflojar las tuercas que le sujetan con el carro transversal, para el ejemplo de la guía de práctica 02 del **Anexo D** se tiene un eje con conicidad, para calcular la desviación del carro de avance de cuchilla se obtiene mediante la fórmula:

$$tg \alpha = \frac{D - d}{2l}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{28 - 20}{2(20)}$$

$$\alpha = 11^\circ$$

En el carro superior no es posible mecanizar automáticamente, por tanto esta operación se la debe ejecutar manualmente.

**Roscado**, este es un proceso en el cual se le da forma de rosca a una pieza cilíndrica. En este caso se requiere la fabricación de una rosca M16 x 2 en la guía de práctica 04 del **anexo D**. Para el mecanizado de una rosca en el torno marca YUCY modelo 6250C, se procede de la siguiente forma:

1. Se coloca la herramienta de corte perfectamente centrada con el eje de la pieza y con su respectivo ángulo de filo para la rosca deseada.
2. Siempre se debe operar a bajas revoluciones para elaborar roscas, en este caso 150 RPM, de acuerdo a las velocidades de corte de la herramienta, para seleccionar el paso de 2 mm véase la tabla 3.8. ponga los engranajes respectivos en el conjunto de la lira, las palancas de la caja Norton o también llamada roscado automático en la posición:
  - ✓ Palanca 1 en la posición II
  - ✓ Palanca 2 en la ubicación 1.
  - ✓ Palanca 3 colocar en t.
3. Conectar la palanca del roscado automático que se encuentra en el delantal cerrándola sobre el tornillo patrón o tornillo sin fin.
4. Ubicar la herramienta de corte en la profundidad adecuada para su labrado y sin mucho esfuerzo para que la punta tenga la dureza necesaria y no se dañe el filo de la cuchilla.

5. Con el encendido del torno y la palanca de mando hacia abajo, la herramienta comenzará a labrar la hélice de rosca sobre la pieza.
6. Al finalizar la longitud del roscado, detener la máquina sin levantar la palanca del roscado automático del tornillo patrón.
7. La herramienta de corte alejar de la pieza con el carro transversal, y conectar el torno en contramarcha hasta el principio de rosca.
8. En este punto, detener el torno y recuperar la distancia recorrida con el transversal nuevamente hasta la posición cero de la rosca.
9. Profundizar con el carro transversal el flanco de la cuchilla de corte de acuerdo a valores recomendados para la herramienta (generalmente en el orden de una o dos décimas).
10. Reiniciar el mecanizado según punto 5°. mecanizando hasta alcanzar la profundidad de rosca necesaria.

Para verificar la profundidad del roscado, se utiliza el cuenta hilos, o a su vez calculando la profundidad necesaria, véase el **anexo B – 11**, trata del sistema métrico y el **anexo B -12**, menciona el sistema whitworth.

**Figura. 3.25.** Cuenta hilos.

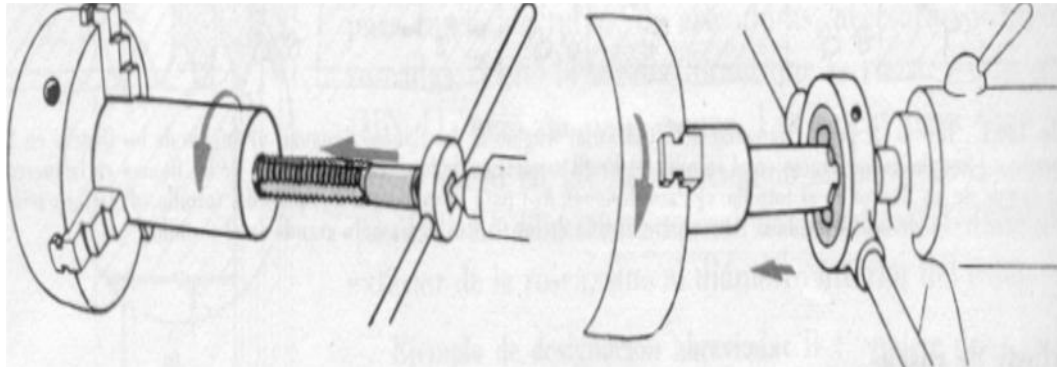


**Fuente:** <http://juliocorrea.files.wordpress.com>

Actualmente los tornos no son herramientas que se dediquen únicamente al roscado, porque existen más procedimientos que han reemplazado esta función, es

decir mediante las herramientas como son: la terraja o el macho de roscar, que se lo ejecuta a bajas revoluciones y las roscadoras automáticas que optimizan costos y calidad de trabajo.

**Figura. 3.26.** Machos de roscar y terrajas.



**Fuente:** <http://juliocorrea.files.wordpress.com>.

### **3.6. Análisis de mantenimiento.**

Para el análisis de mantenimiento se observó el funcionamiento y la operación del torno paralelo marca YUCY modelo 6250C, en este caso para la máquina herramienta se debe realizar un mantenimiento preventivo que consiste en evitar o mitigar las consecuencias de las posibles fallas del torno, logrando prevenir incidencias antes de que estas ocurran conservando mecanismos y sistemas mediante la revisión garantizando su buen funcionamiento y fiabilidad.

#### ***3.6.1. Partes del torno marca YUCY modelo 6250C donde la lubricación es indispensable.***

Para ejecutar el mantenimiento y la lubricación, el fabricante de la máquina herramienta muestra los tiempos determinados en horas de trabajos del torno, los mismos constan en la placa de características para el mantenimiento respectivo, ubicados en la parte posterior izquierda de dicha máquina, como se detalla en la siguiente tabla:

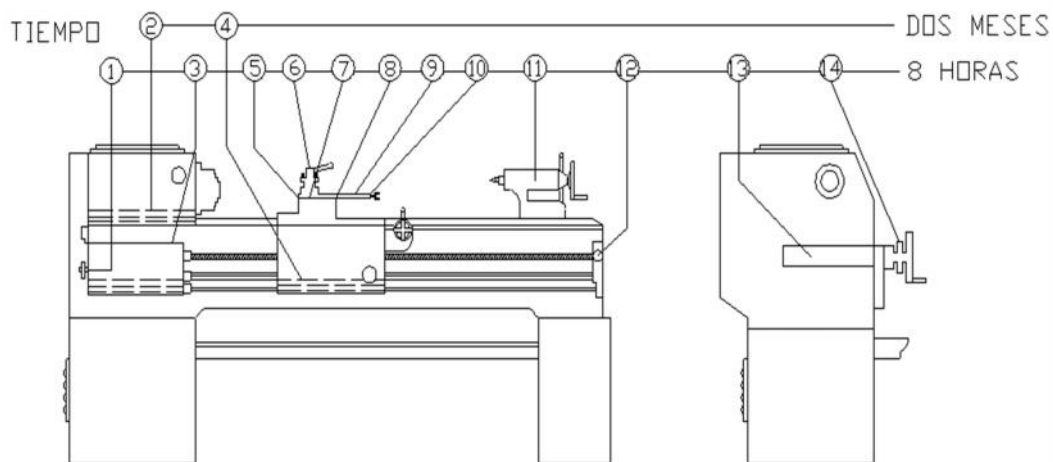
**Tabla 3.10.** Tiempos para la lubricación.

Tiempo	Puntos N°	Sistema de lubricación.
Lubricar con aceite cada 8 horas.	3, 5,6,7,8,9,10,11,12,13,14	Aceite SAE 30 (SAE 75W – 80).
Colocar la grasa en el engranaje y el tornillo cada 8 horas.	1	Grasa NLGI 2.
Cambio de aceite cada 2 meses o 1440 horas.	2 – 4	Aceite SAE 30 (SAE 75W – 80).
Cambio del líquido refrigerante cada 6 meses o 4320 horas	15	Aceite soluble tipo “D”

**Fuente:** Placa de lubricación del torno.

A continuación se muestran los puntos donde se deben lubricar correctamente y realizar el mantenimiento obligatorio.

**Figura 3.27.** Puntos de lubricación indispensable.



**Fuente:** Placa de lubricación del torno.

### 3.6.2. Grasa.

La grasa que recomienda el fabricante de dicho torno es NLGI 2. Esta grasa se emplea en los engranajes del conjunto de la lira.

**Tabla 3.11.** Características de la grasa.

Grado NLGI	PENETRACIÓN: Cono de 150 g Grasa a 25°C (0.1 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 (Autos, Camiones, Industria, etc.)
3	220 – 250	Liviana
4	175 – 205	Mediana
5	130 – 160	Pesada
6	85 – 115	Bloque

**Fuente:** oilven.com

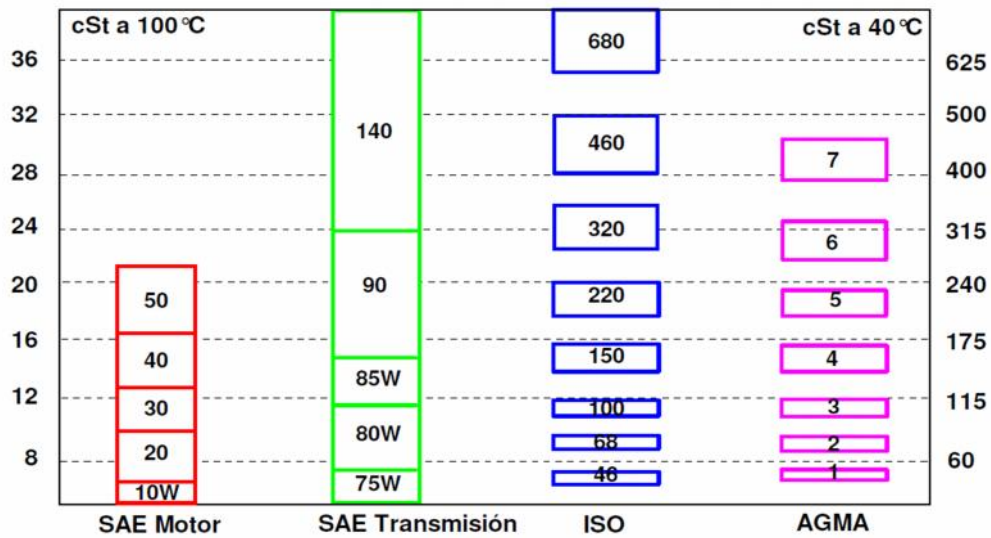
### **3.6.3. Aceites lubricantes.**

Los puntos de lubricación, mostrados en la figura 3.27 ayudan a evitar que las piezas metálicas entren en contacto para que así no haya fricción y por ende desgaste dentro de las piezas que están en movimiento.

El sistema de lubricación del torno paralelo marca YUCY modelo 6250C también ayuda a evacuar el calor que produce la fricción de las ruedas dentadas en los sistemas de transmisión, la caja de velocidades, sistemas de avances y roscado automáticos o caja Norton, es decir en todo conjunto del cabezal fijo y en el carro longitudinal, es necesario realizar el cambio de aceite en las dos partes mencionadas y en los tiempos especificados por el fabricante (ver tabla 3.10) para el óptimo rendimiento del torno.

El aceite lubricante que recomienda el fabricante es un aceite para motor, pero el cabezal fijo y el carro longitudinal son caja de transmisión de movimiento y no motores, en este caso el aceite que se va a utilizar es el SAE 75W – 80 como lo muestra la siguiente figura, además se consulta las opiniones de algunos fabricantes de aceites (**anexo C - 3**).

**Figura 3.28.** Tabla de comparación entre clasificaciones



**Fuente:** industriales.utu.edu.uy.

#### 3.6.4. Líquidos refrigerantes.

Los líquidos refrigerantes se usan principalmente para la extracción del calor del instrumento cortante. Ellos hacen descender la temperatura en la zona de maquinado, con lo que eleva la resistencia de la herramienta, mejora la calidad de la superficie que se trata y protege contra la corrosión la herramienta cortante y la pieza bruta que se trabaja.

El líquido refrigerante que se recomienda y emplea es el aceite soluble tipo “D” (ver anexo C-3), para la refrigeración de la herramienta de corte y la pieza a ser mecanizada. El aceite soluble tipo D se debe mezclar con una cantidad de agua 15:1 recomendada (ver anexo C-4):

Como el torno paralelo marca YUCY modelo 6250C que existe en el taller de electromecánica es utilizado como un material didáctico para realizar las prácticas de los estudiantes y no se realiza ninguna producción diaria, por tal motivo es necesario llenar un formulario de control y verificación de las horas de operación del torno señalado (ver tabla 3.12), esto hace posible realizar el mantenimiento correspondiente que se detalla en la tabla 3.11.

**Tabla 3.12.** Horas de operación del torno paralelo marca YUCY modelo 6250C.

<b>HOJA DE CONTROL DE HORAS DE OPERACIÓN DEL TORNO PARALELO MARCA YUCY MODELO 6250C PARA SU MANTENIMIENTO.</b>							
Fecha.	Nombre del operario.	Hora de inicio.	Hora de terminación	Trabajos realizados	Observaciones	Horas y minutos	Suma total de horas
<b>Nota:</b> Estos datos deben llenarse obligatorio sin excepción de persona.							
<b>RESPONSABLE DEL TALLER:</b> .....				<b>FIRMA:</b> _____			

Fuente: Grupo Investigador.

En el **anexo C - 5** se muestra un diagrama del sistema de transmisión del torno con los diferentes engranajes, en este caso la falla o ruptura de los engranajes por el uso inadecuado, el cambio de velocidades incorrecta se puede afectar el engranaje 21 y 17 ya que son los engranajes que se deslizan para el cambio de velocidades.

Mientras que en el **anexo C - 6** se identifica los tipos, la posición, el número de serie, el número de dientes y el módulo de cada uno de los engranajes para su respectivo cambio en caso de una falla o ruptura de los mismos.

### 3.7. Implementación de herramientas.

Para realizar la implementación de herramientas en el torno marca YUCY modelo 6250C que se dispone inicialmente se verificó el inventario existente en las bodegas del taller mecánico.

**Tabla 3.13.** Herramientas disponibles en el taller mecánico.

Nº	Nombre de la herramienta	Existe	Cantidad	Observaciones
1	Calibrador pie de rey.	X	1	
2	Portabrocas hasta 1/2".	X	1	
3	Portacuchilla recta.	X	1	
4	Punto giratorio.	X	1	
5	Puntos fijos.	X	3	
6	Llaves hexagonales.	X	5	
7	Llaves para mandril.	X	1	
8	Llave cuadrada.	X	2	
9	Llave triangular.	X	1	
10	Engrasador.	X	1	
11	Contrapunto móvil.	X	1	
12	Luneta fija.	X	1	

13	Luneta móvil.	X	1	
14	Plato de arrastre.	X	1	
15	Mandril de tres mordazas.	X	1	
16	Mandril de cuatro mordazas.	X	1	
17	Mandril de multiusos.	X	1	
18	Micrómetro exterior.	X	1	
19	Micrómetro interior.	X	1	
20	Galgas de roscas.	X	1	

**Fuente:** Grupo Investigador.

Para la selección de las herramientas se consideró las operaciones posibles a realizar en el torno y definidas anteriormente, se analizó las herramientas que permitan mejorar los acabados superficiales y facilidad de operación de herramental, así como provisiones que permitan el mantenimiento del torno A continuación se menciona las siguientes:

- ✓ **1 Portacuchilla derecha 3/8"**, permite dar una inclinación hacia la derecha a la herramienta de corte para realizar trabajos a una distancia muy cercana del mandril.
- ✓ **1 Portacuchilla izquierda 3/8"**, permite dar una inclinación hacia la izquierda a la herramienta de corte para realizar trabajos a una distancia muy cercana del contrapunto.
- ✓ **1 Moleteador 3/4"**, es una herramienta que posee dos muelas en sentido diagonal para imprimir una rugosidad sobre la pieza
- ✓ **1 Reloj Comparador y su base magnética PANTEC**, es un instrumento de medición, que a través de su base magnética se hace posible verificar que la pieza este centrada.

- ✓ **6 Brocas de Centros Somta (1.16 a 6.30 mm)**, este tipo de brocas están normalizadas y sirven para realizar un agujero en el centro de la pieza para que sea fijada entre puntos.
- ✓ **5 Plaquitas Soldadas de widia**, estas son de carburo no recubierto se encuentran soldadas en una barra cuadrada, son utilizadas en diferentes operaciones con el torno.
- ✓ **2 juegos de brocas recubiertas de Titanio (milímetros y en pulgadas)**, este tipo de brocas por su recubrimiento son más resistentes, sirven para realizar trabajos de perforado en los aceros.
- ✓ **1 Inserto CNMG 120408-MM-2025**, es de diamante utilizado que se utiliza para obtener un buen acabado de la pieza.
- ✓ **1 Portainsertos PCLNR 1616H12-M**, se utiliza para colocar y sujetar al inserto antes mencionado.
- ✓ **10 Plaquitas para soldar**, antes de utilizarlas en cualquier operación, se requiere soldarlas en una barra cuadrada de acero y son las más utilizadas dentro del ámbito industrial.
- ✓ **20 litros de aceite Soluble D**, sirve para enfriar la pieza a ser mecanizada y prolonga la vida útil del filo de la herramienta de corte.
- ✓ **40 litros de aceite SAE 75W85**, el aceite sirve para evitar el desgaste, la corrosión y lubricar las partes internas que estén en movimiento.

### **3.8. Conclusiones.**

- ✓ Se llegó a conocer los aspectos importantes de las herramientas que actúan en los diferentes procesos de fabricación que se realizan con un torno universal como el existente en el taller de la Universidad Técnica de Cotopaxi.
- ✓ Los resultados obtenidos de las técnicas de investigación usadas estimularon interés y apoyo al presente proyecto, demostrándose así su necesidad, en vista de lo cual la propuesta si es factible para su implementación.
- ✓ Con la implementación de estas estrategias técnicas y operativas se establece que el torno paralelo marca YUCY modelo 6250C brindará un desempeño favorable al aprendizaje de los procesos de fabricación de una forma correcta y segura.

### **3.9. Recomendaciones.**

- ✓ Es recomendable que se tenga en cuenta las normas de seguridad y las debidas precauciones al momento de operar en el torno puesto que es una máquina herramienta de revolución y al ser operadas en manera insegura puede causar graves daños al operario.
  
- ✓ Se recomienda hacer una selección correcta de las herramientas para su utilización en las distintas operaciones, prolongando la vida útil de la herramienta de corte, evitando sobreesfuerzo y daños a la máquina herramienta.
  
- ✓ Es necesario llenar la hoja de control de horas en la operación del torno marca YUCY modelo 6250C para la ejecución del respectivo mantenimiento evitando de esta manera el deterioro de la máquina herramienta.

### 3.10. *Bibliografía.*

#### **Bibliografía Citada.**

- ✓ SALUEÑA Xavier. Tecnología Mecánica. Primera edición. Ediciones UPC. Barcelona. 2000. pág. 7.
- ✓ DEUTSCHMAN Aarón. Diseño de Máquinas. Primera edición. Editorial Continental. México. 1991. pág. 164.
- ✓ DEGARMO E.P. Materiales y procesos de fabricación. Volumen 1. Segunda edición. Editorial Reverte S.A. España. 2002. pág. 12 -20.
- ✓ TIMINGS R.L. Tecnología de Fabricación. Primera edición. Editorial Alfaomega. México. 1992. pág.197.
- ✓ GERLING Heinrich. Alrededor de máquinas herramientas. Editorial Reverté. Barcelona. 1986. pág. 2 – 12.
- ✓ FELEZ Jesús, MARTÍNEZ Luisa. Ingeniería gráfica y diseño. Editorial Síntesis. S.A. España. 2008. pág. 452.
- ✓ GARCÍA José, FERNANDEZ Pedro. Mecanizado Básico. Editorial Paraninfo S.A. México 2009. 104-107.
- ✓ VELASTEGUI Tito. Guías de prácticas de máquinas herramientas. Escuela Politécnica Nacional. Quito. pág. 2 – 10.
- ✓ KALPAKJIAN Serope. Manufactura, ingeniería y tecnología. Quinta Edición. Editorial Pearson Educación. México. 2008. Pág. 647-700

#### **Páginas web citadas.**

- ✓ Tecnología mecánica. (2009). (En línea). Disponible en:  
<http://www.sitenordeste.com/mecanica/index.htm> [12-09-2009].
- ✓ ARRUTI Javier. (2000). Acabado superficial. (En línea). Disponible en:  
[http://soyuc-ing.web.officelive.com/Documents/Tema5.Acabado\\_Superficial.pdf](http://soyuc-ing.web.officelive.com/Documents/Tema5.Acabado_Superficial.pdf). [15-01-2013].
- ✓ ANDALUCÍA. (2009). (En línea). Disponible en:  
<http://www.2fe.ccoo.es/andalucía/docu/p5sd7857.pdf>.

- ✓ Tolerancias de fabricación. (2011). (En línea). Disponible en:  
<http://gamorenorod.files.wordpress.com/2011/05/Toleranciasdefabricación1.pdf>. [15-01-2013].
- ✓ ARUKASI. (2008). Archivos de la categoría tipos de tornos. (En línea). Disponible en:  
[arukasi.wordpress.com/category/tornos/tipos-de-torno](http://arukasi.wordpress.com/category/tornos/tipos-de-torno).
- ✓ El torno. (En línea). Disponible en:  
<http://img5.xooimage.com/files/c/e/b/maquinas---el-torno-1-956b98.pdf>. [01-08-2011].
- ✓ CORREA Julio. (2008). Principios de torneado. (En línea). Disponible en:  
<http://juliocorrea.files.wordpress.com/2008/04/principios-de-torneado.pdf>. [15-01-2012].
- ✓ LICEO aer. (2010). Roscado. (En línea). Disponible en:  
[www.liceoer.cl/v.7/index.../62-proyectos-mecanicos?...roscas](http://www.liceoer.cl/v.7/index.../62-proyectos-mecanicos?...roscas).
- ✓ GAMBOA Erika. (2009), Teoría de corte (En línea), Disponible en:  
<http://www.slideshare.net/erikagamboa/teora-del-corte>. [01-12-2011].
- ✓ OILVEN. (2006). Alta Tecnología en Lubricantes. (En línea). Disponible en: [http://www.oilven.com/tables/10\\_54.pdf](http://www.oilven.com/tables/10_54.pdf). [07-03-2013].
- ✓ EL ACERO. (2003). El Acero. (En línea). Disponible en:  
<http://www.elacero.com.ec/pdf/hcorte.pdf>. [13-04-2013].

### **Bibliografía consultada.**

- ✓ BOSCO. Metodología de la investigación científica. Editorial Don Bosco. edición L.N.S. Ecuador. 1992.
- ✓ FORD Henry. Teoría del taller. Editorial Gustavo Gili. Barcelona. 1975.
- ✓ KIBBE Richard. Manual de máquinas herramientas. Volumen 2. Cuarta edición. Editorial Lumisa S.A. México. 1991.
- ✓ LARBURU Nicolás. Técnicas del dibujo. Segunda edición. Editorial Paraninfo. España. 1981.
- ✓ LARBURU Nicolás. Prontuario máquinas. Décima edición. Editorial Paraninfo. España. 1998.

- ✓ LUZADDER Warren. Fundamentos de Dibujo en Ingeniería. Primera edición. Editorial Prentice-Hall. México. 1994.
- ✓ MIJARES Andrés. Elementos para el taller. Primera edición. México. 1968.
- ✓ OBERG E, JONES F, HOLBROOK and RYFFEL H. Machinery's Handbook. 27<sup>th</sup> edición. New York. 2004.
- ✓ SHIGLEY Josep E. Diseño de la ingeniería mecánica. Sexta edición. Editorial Mc Graw-Hill. México. 2002.
- ✓ SPENCER Henry. Dibujo técnico. Séptima edición. Editorial alfaomega. México. 2003.
- ✓ SPOTTS M. F. Elementos de máquinas. Séptima edición. Editorial Printice Hall. México. 1999.

#### **Páginas web consultadas.**

- ✓ PIRA Diana, RINCON Jeisson y RODRIGUEZ Nelson. (2008).Torno mecánico paralelo. (En línea). Disponible en:  
<http://jarhcrass.blogspot.com/2008/11/torno-mecnico-paralelo.html>. [10-03-2010].
- ✓ WIKIPEDIA. Enciclopedia libre. (2006). Brocas. (En línea). Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Broca>. [10-05-2011].
- ✓ WIKIPEDIA. Enciclopedia libre. (2000). Procesos de fabricación. (En línea). Disponible en:  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Proceso\\_de\\_fabricaci%C3%B3n](http://es.wikipedia.org/wiki/Proceso_de_fabricaci%C3%B3n). [11-09-2008].
- ✓ GARCIA Giovanni, RAMIRES César y CAMACHO José. (2011). Manual de mantenimiento del torno. (En línea). Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/66997623/Manual-de-Mantenimiento-Del-Torno>. [29-10-2012].

- ✓ AGUIRRE Raúl. (2003). Acabados superficiales. (En línea). Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos70/tipos-necesidades-acabados-superficiales/tipos-necesidades-acabados-superficiales2.shtml>. [02-09-2011].
- ✓ PAZMIÑO Aranda. (2009). Características del esfuerzo. (En línea). Disponible en: <http://www.construaprende.com/tesis01/122-acero/1224-caracteristicas-de-esfuer.html>. [12-12-2011].
- ✓ DAZA Yomari. (2010). Herramientas de corte. (En línea). Disponible en: <http://heilenmecanizado.blogspot.com/2010/07/herramientas-de-corte.html>. [11-09-2012].
- ✓ PASTOR Jeisson. (2010). Mecánica industrial. (En línea). Disponible en: [http://tornossena.blogspot.com/2010\\_07\\_01\\_archive.html](http://tornossena.blogspot.com/2010_07_01_archive.html). [01-07-2010].
- ✓ VIVES Luis. (2000). Torno paralelo. (En línea). Disponible en: <http://pcpiluisvives.webcindario.com/Actividad%2052%20torno%20paralelo.htm>. [02-06-2010].
- ✓ ALIRIO Jorge. (2008). Torno paralelo. (En línea). Disponible en: <http://modeleria-jorgealirio.blogspot.com/2008/11/torno-paralelo-el-torno-paralelo-o.html> [02-11-2008].
- ✓ NINA Juanito. (2011). Torno universal. (En línea). Disponible en: <http://www.slideshare.net/juanitonina/t-o-r-n-o-u-n-i-v-e-r-s-a-l>. [20-03-2011].