



Sesión 7

# Procesos de Fabricación

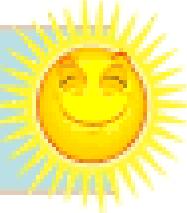
Carlos Arturo  
Pacheco Arenas

Taladrado



inicio

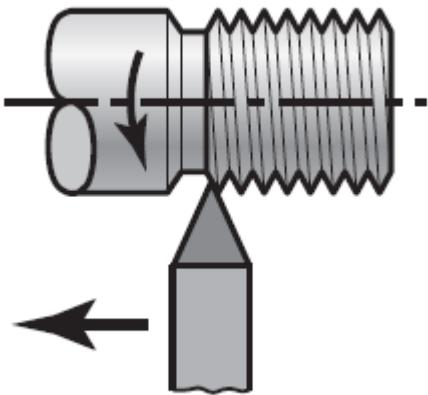
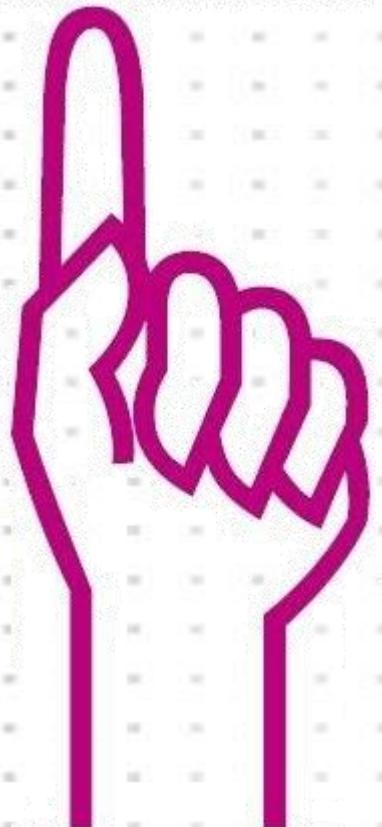
¡Buenos días!



“La vida es bella o  
triste, solo dependen  
de cómo la queramos  
ver”

# *Dudas sobre la clase anterior*

¿Qué hicimos la clase anterior?



Universidad Católica  
**San Pablo**

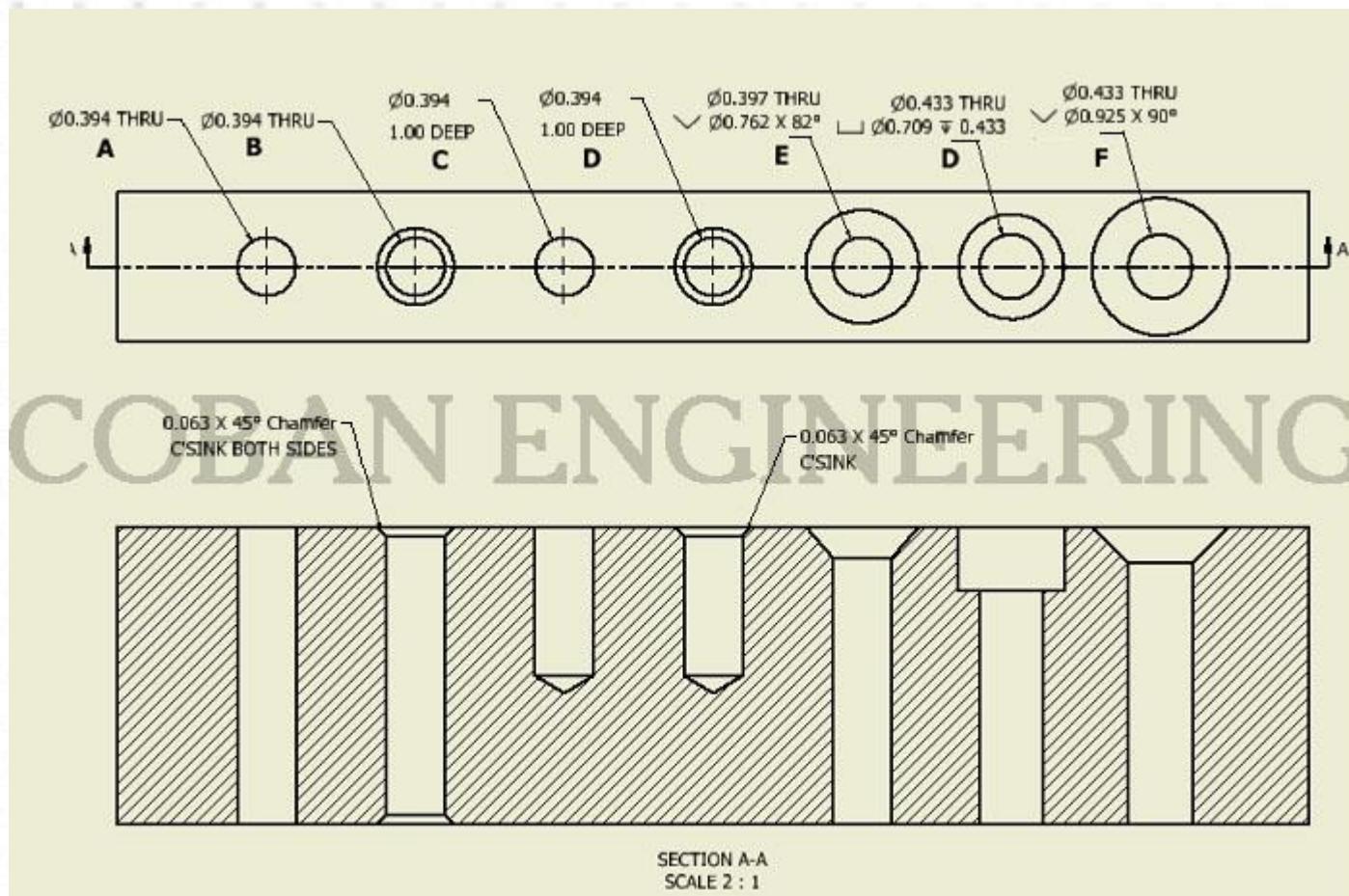
# *Logro del aprendizaje*



Al término de la sesión, el estudiante entiende el proceso de manufactura de taladrado, herramienta, partes y sus parámetros principales.

# *Utilidad del tema*

¿Dónde lo podrías aplicar?



# *Conocimientos previos*

¿Qué conoces del tema a desarrollar?



# TRANSFORMACIÓN

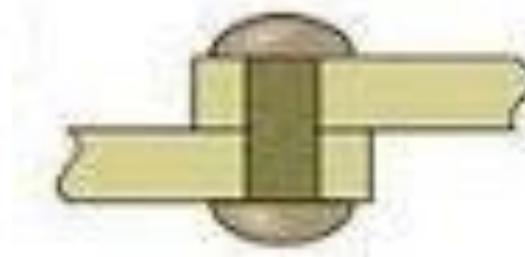
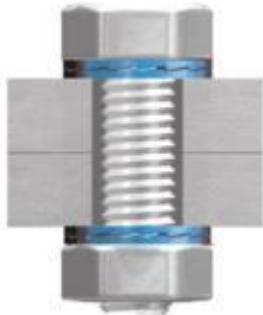
## Temario de la sesión:



- ✓ Introducción
- ✓ Procesos
- ✓ Brocas
- ✓ Taladros
- ✓ Consideraciones
- ✓ Preguntas y conclusiones.

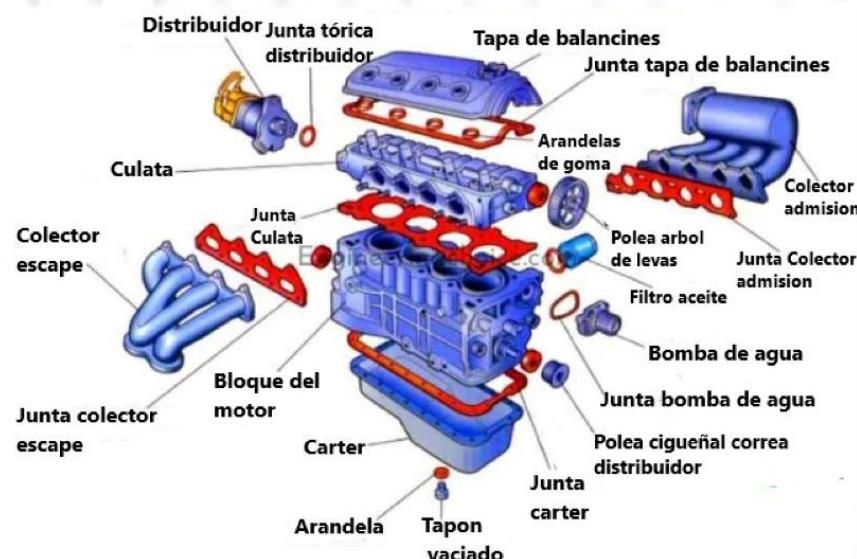
# Introducción

Al inspeccionar varios productos grandes o pequeños, obsérvese que la vasta mayoría tiene diversos orificios. Por ejemplo, nótese (a) el número de remaches en las alas y el fuselaje de un avión; (b) los pernos en monobloques y cabezas de motores, y (c) diversos productos de consumo e industriales. Por lo general, los orificios se utilizan para ensamble con sujetadores (como pernos, tornillos y remaches, cada uno de los cuales requiere un orificio) o para propósitos de diseño (como reducción de peso, ventilación, acceso al interior de las partes, por apariencia).



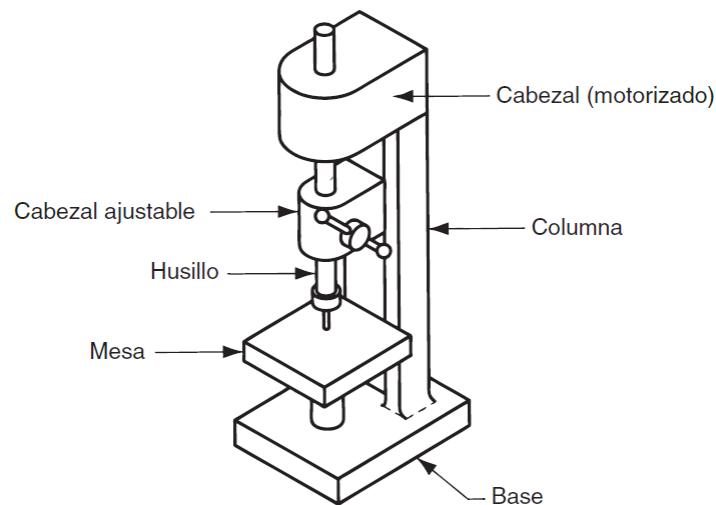
# Introducción

La producción de orificios es una de las operaciones más importantes de manufactura y el taladrado es un proceso básico y común de producción de orificios. Otras operaciones para producir orificios son el troquelado y diversos procesos de maquinado avanzado. El costo de la producción de orificios se encuentra entre los más elevados de maquinado en la producción de motores automotrices.



# Procesos

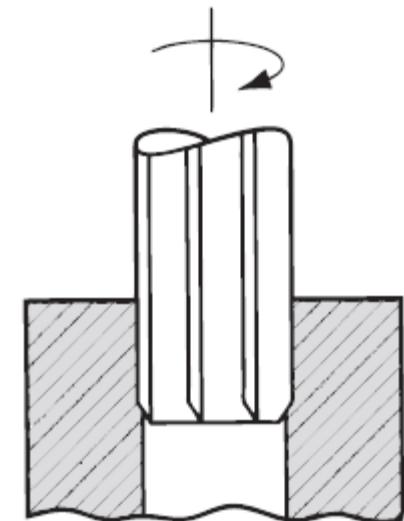
El taladrado es una operación de maquinado que se usa para crear agujeros redondos en una pieza de trabajo. El taladrado se realiza por lo general con una herramienta cilíndrica rotatoria, llamada, que tiene dos bordes cortantes en su extremo. La broca avanza dentro de la pieza de trabajo estacionaria para formar un agujero cuyo diámetro está determinado por el diámetro de la broca.



# Procesos

Varias operaciones se relacionan con el taladrado. La mayoría de las operaciones son posteriores al taladrado. Primero debe hacerse un agujero por taladrado y después modificarse por alguna de estas operaciones. Todas las operaciones usan herramientas rotatorias.

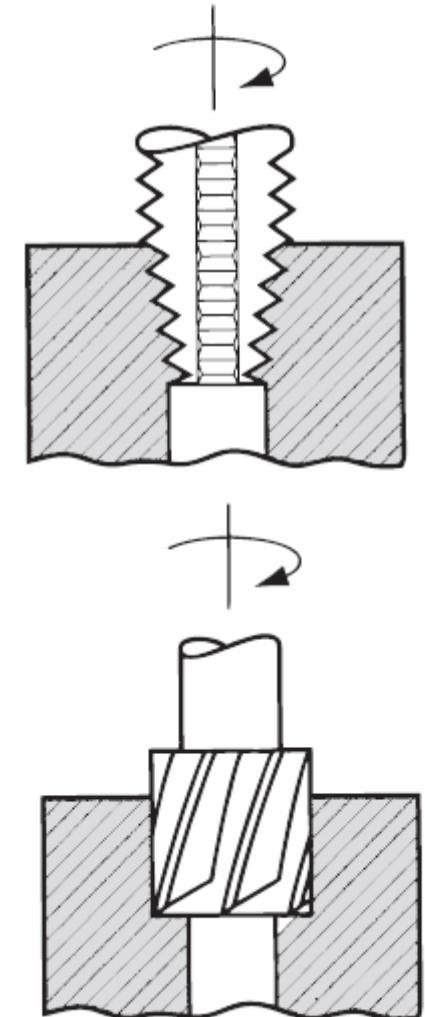
**Escariado.** Se usa para agrandar ligeramente un agujero, suministrar una mejor tolerancia en su diámetro y mejorar su acabado superficial. La herramienta se llama escariador y, por lo general, tiene ranuras rectas.



# Procesos

**Roscado interior.** Esta operación se realiza por medio de un machuelo y se usa para cortar una rosca interior en un agujero existente.

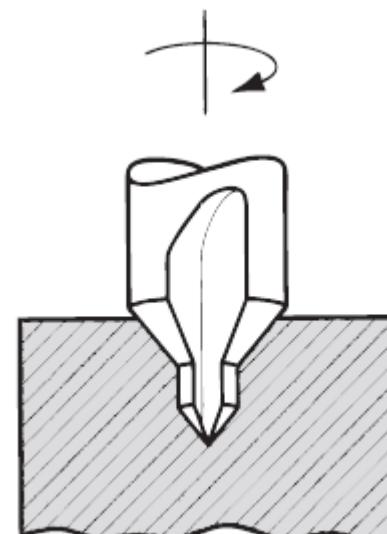
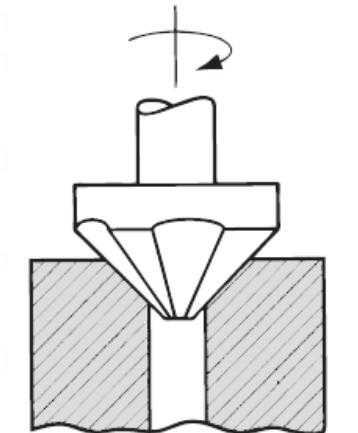
**Abocardado.** En el abocardado se produce un agujero escalonado en el cual un diámetro más grande sigue a un diámetro más pequeño parcialmente dentro del agujero. Se usa un agujero abocardado para asentar las cabezas de los pernos dentro de un agujero, de manera que no sobresalgan de la superficie.



# Procesos

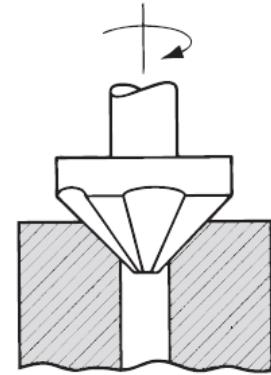
**Avellanado.** Es una operación similar al abocardado salvo que el escalón en el agujero tiene forma de cono para tornillos y pernos de cabeza plana.

**Centrado.** También llamado taladrado central, esta operación taladra un agujero inicial para establecer con precisión el lugar donde se taladrará el siguiente agujero. La herramienta se llama broca de centros.

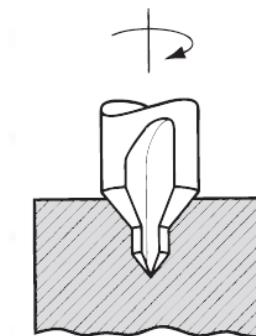


# Procesos

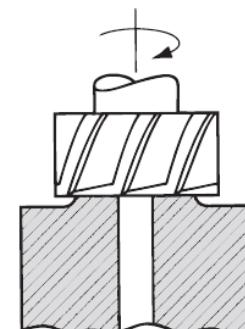
**Avellanado.** Es una operación similar al abocardado salvo que el escalón en el agujero tiene forma de cono para tornillos y pernos de cabeza plana.



**Centrado.** También llamado taladrado central, esta operación taladra un agujero inicial para establecer con precisión el lugar donde se taladrará el siguiente agujero. La herramienta se llama broca de centros.



**Refrenteado.** Es una operación similar al fresado que se usa para suministrar una superficie maquinada plana en la pieza de trabajo en un área localizada.





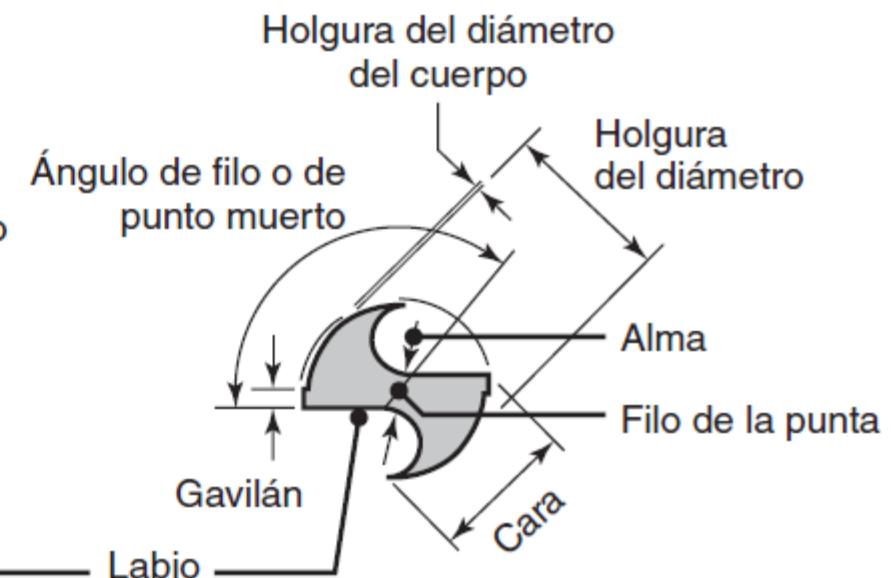
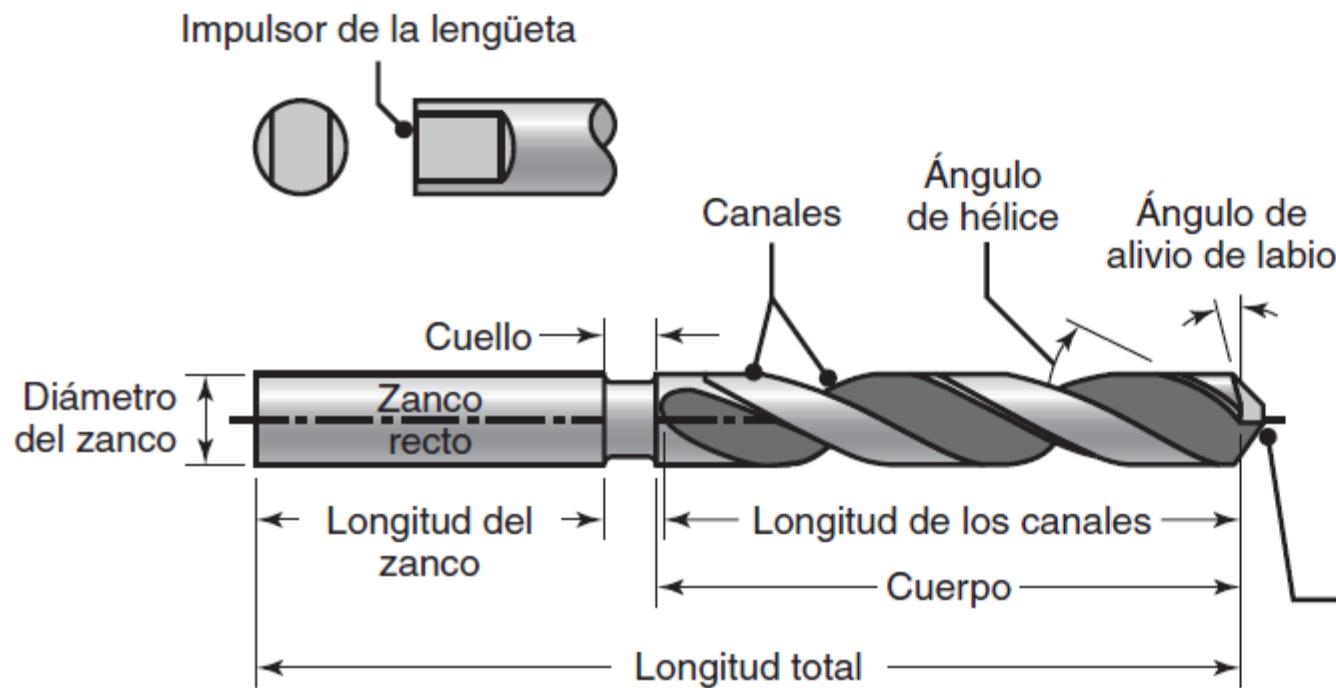
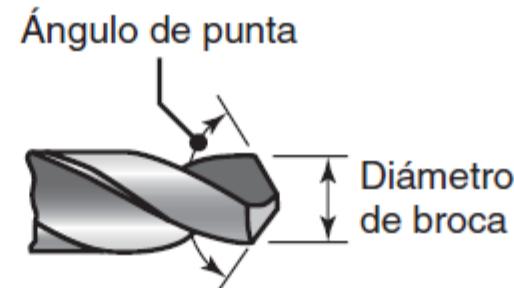
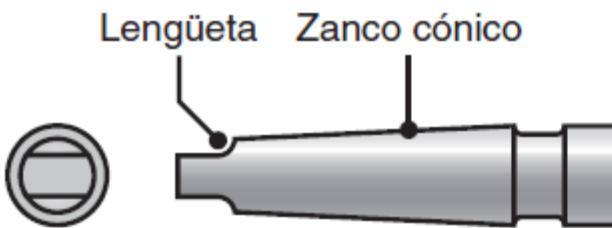
transfor  
mación

## Brocas

---

En general, las brocas poseen altas relaciones de longitud a diámetro, por lo que tienen la capacidad de producir orificios relativamente profundos. Sin embargo, son de alguna manera flexibles y se deben utilizar con cuidado para taladrar orificios con precisión y evitar su ruptura. Además, las virutas que se producen dentro del orificio se mueven en dirección opuesta al movimiento de avance de la broca. Por lo tanto, la disposición de las virutas y la eficacia de los fluidos de corte pueden ocasionar serias dificultades en el taladrado.

# Brocas





transfor  
mación

## Brocas

---

Por lo general, las brocas dejan una *rebaba* en la superficie inferior tras la penetración, lo que hace necesarias operaciones de rebabeo. Además, debido a su movimiento giratorio, el taladrado produce orificios con paredes que tienen marcas circunferenciales. En contraste, los orificios troquelados tienen marcas longitudinales. Esta diferencia es significativa en términos de las propiedades de fatiga del orificio. El diámetro de un orificio producido por taladrado es ligeramente más grande que el diámetro de la broca (sobredimensión), como puede notarse al observar que una broca se retira con facilidad del orificio que acaba de producir. La medida de la sobredimensión depende de la calidad de la broca y del equipo utilizado, así como de las prácticas empleadas para el maquinado.



Universidad Católica  
San Pablo

# Brocas

Además, dependiendo de sus propiedades térmicas, algunos materiales metálicos o no metálicos se dilatan en forma considerable debido al calor que produce el taladrado, por lo que el diámetro final del orificio puede ser más pequeño que el diámetro de la broca. Para mejorar el acabado superficial y la precisión dimensional, los orificios taladrados se pueden someter a operaciones posteriores, como escariado yhoneado.

## Capacidades generales de las operaciones de taladrado y mandrinado

Tipo de herramienta de corte	Intervalo de diámetros (mm)	Profundidad/Diámetro del orificio	
		Típico	Máximo
Helicoidal	0.5–150	8	50
Paleta	25–150	30	100
Cañones	2–50	100	300
Trepanado	40–250	10	100
Mandrinado	3–1200	5	8

# Brocas

La broca más común es la **broca helicoidal** de punta estándar. La geometría de su punta es tal que el ángulo normal de ataque y la velocidad del filo de corte varían con la distancia a partir del centro de la broca. Las características principales de esta broca son (con los intervalos típicos de ángulos entre paréntesis): (a) ángulo de la punta ( $118^\circ$  a  $135^\circ$ ); (b) ángulo de alivio del labio ( $7^\circ$  a  $15^\circ$ ); (c) ángulo de filo o borde biselado ( $125^\circ$  a  $135^\circ$ ), y (d) ángulo de la hélice ( $15^\circ$  a  $30^\circ$ ). Dos canales (estrías) espirales recorren la longitud de la broca, por donde se guían hacia arriba las virutas generadas. Los canales también sirven como pasajes que permiten que el fluido de corte llegue a los filos o bordes de corte. Existen brocas con **rompevirutas** rectificados a lo largo de los filos de corte. Esta característica es importante en el taladrado con maquinaria automatizada, donde resulta fundamental la remoción continua de virutas largas sin ayuda del operador.





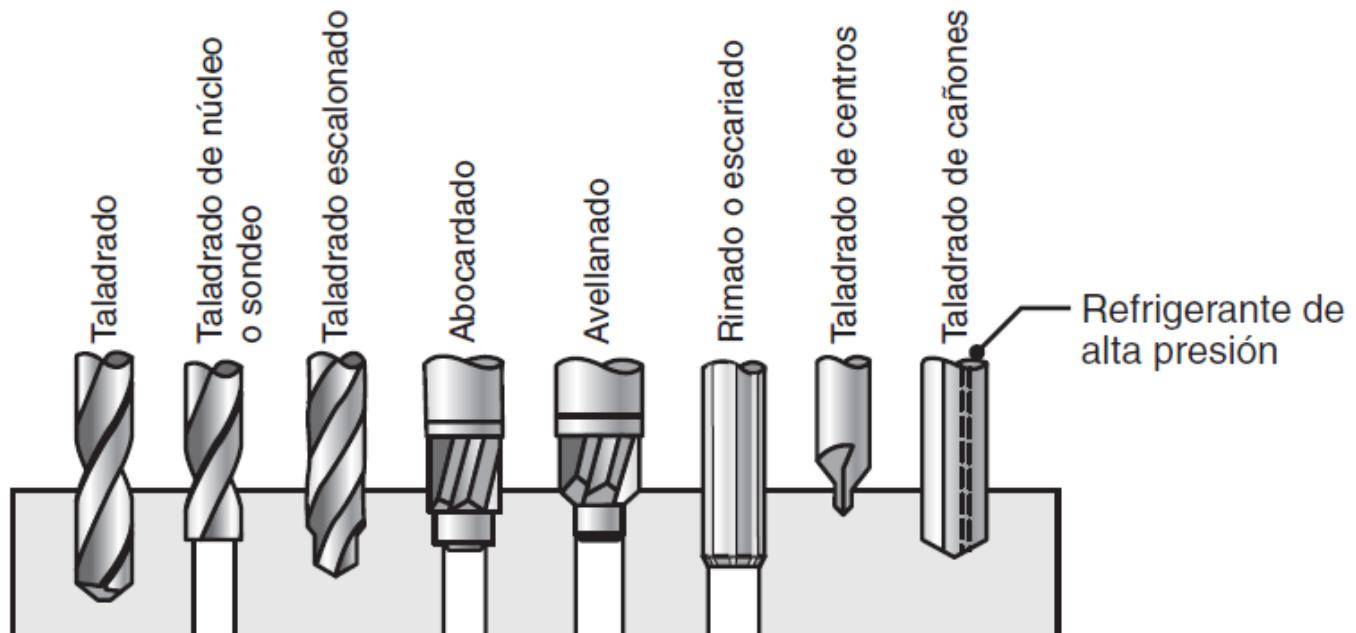
transfor  
mación

## Brocas

Con base en la experiencia, se han desarrollado diversos ángulos en una broca; están diseñados para producir orificios precisos, minimizar las fuerzas de taladrado y torque y optimizar la vida de la broca. Los cambios pequeños en la geometría de la broca pueden tener un efecto significativo en su desempeño, sobre todo en la región de filo o borde biselado, que representa alrededor de 50% de la fuerza de empuje en el taladrado. Por ejemplo, un ángulo de alivio del labio demasiado pequeño incrementa la fuerza de empuje, genera calor excesivo y aumenta el desgaste. Por el contrario, un ángulo demasiado grande puede causar astillado o ruptura de la arista de corte.

# Brocas

En la figura se muestran diversos tipos de brocas. Una *broca escalonada* produce orificios con dos o más diámetros diferentes. Se utiliza una *broca de núcleo o sondeo* para agrandar un orificio existente. Las *brocas de abocardar* y *avellanar* producen depresiones en la superficie para acomodar las cabezas de tornillos y pernos bajo el nivel de la superficie de la pieza de trabajo. Una broca de centros es corta y se utiliza para producir un orificio en el extremo final de una pieza de material, de manera que se pueda montar entre los centros del cabezal y el cabezal móvil o contrapunto de un torno



# Brocas

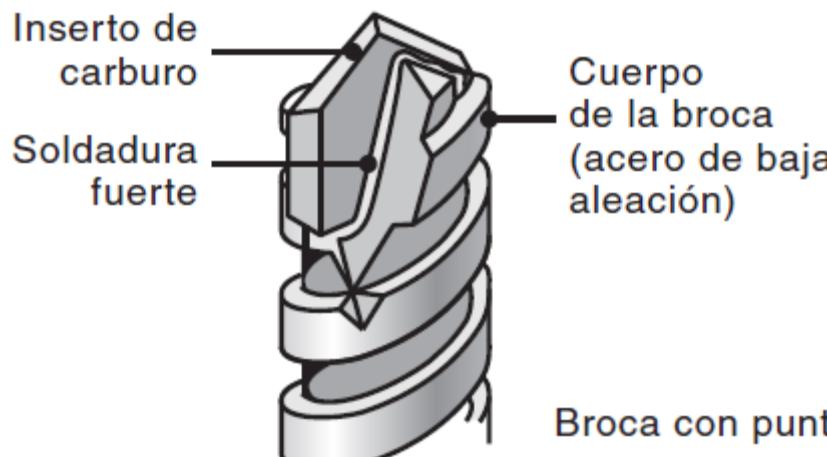
Las brocas de paleta o tipo espada poseen puntas o barrenas removibles y producen orificios profundos de diámetro grande. Tienen las ventajas de mayor rigidez (debido a la ausencia de estrías en el cuerpo de la broca), facilidad de rectificar los filos de corte y menor costo. Una broca similar es la broca de estrías rectas. Existen brocas de carburo sólido y con punta de carburo para taladrar materiales duros (como hierros fundidos), metales de alta temperatura, materiales abrasivos (como concreto y ladrillo; brocas para mampostería) y materiales compósitos con refuerzos de fibras abrasivas (como vidrio y grafito)



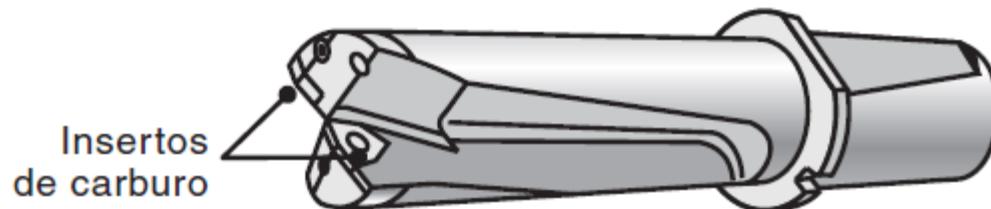
Broca de paletas



Broca de canales (o surco) rectas



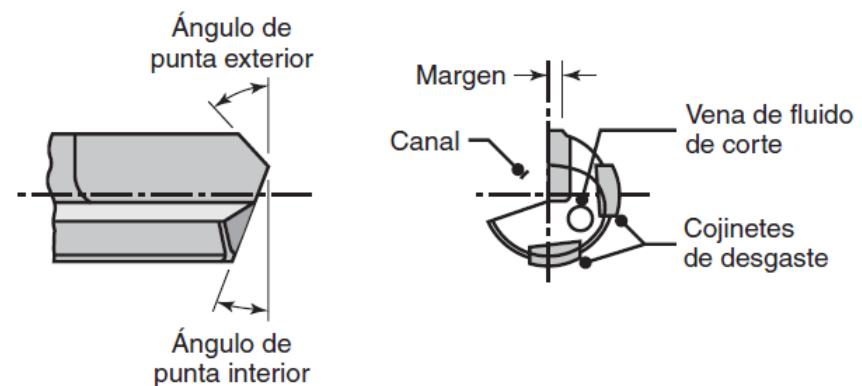
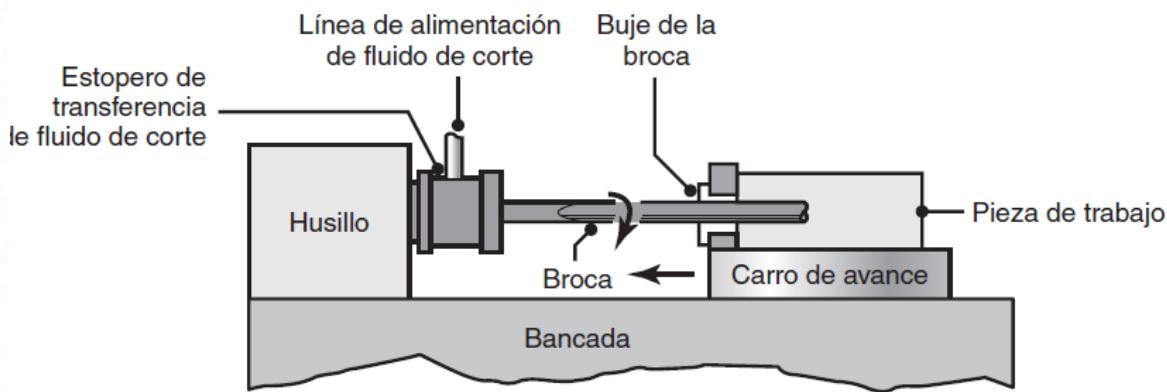
Broca con punta de carburo soldada (latonada)



Broca con insertos de carburo indexables

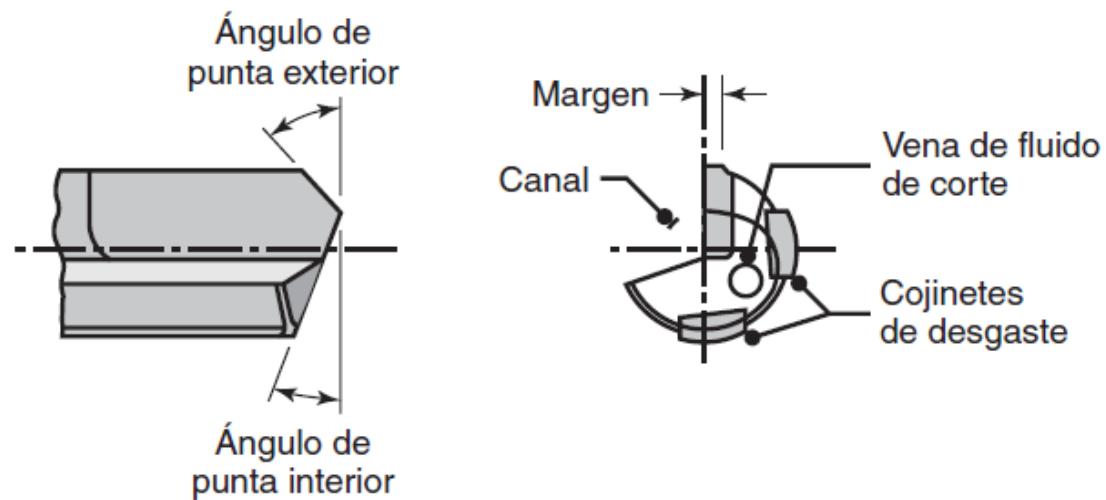
# Brocas

Desarrollado originalmente para taladrar cañones de armas, el **taladrado de cañones** se utiliza para taladrar orificios profundos y requiere una broca especial. La relación de profundidad a diámetro de los orificios producidos puede ser de 300:1 o incluso más. La fuerza de empuje (la fuerza radial que tiende a oprimir las guías laterales de la broca) se equilibra mediante placas de soporte en la broca que se desliza a lo largo de la superficie interna del orificio. Por lo tanto, la broca de cañón se centra por sí misma, característica importante al taladrar orificios rectos y profundos.



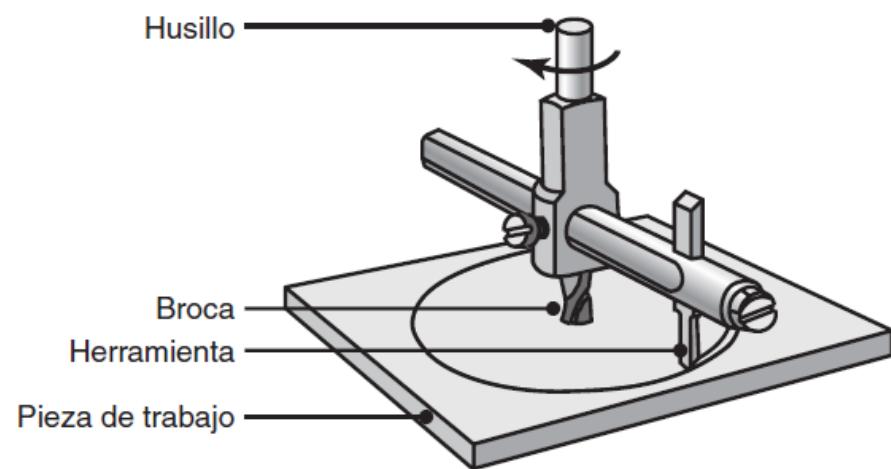
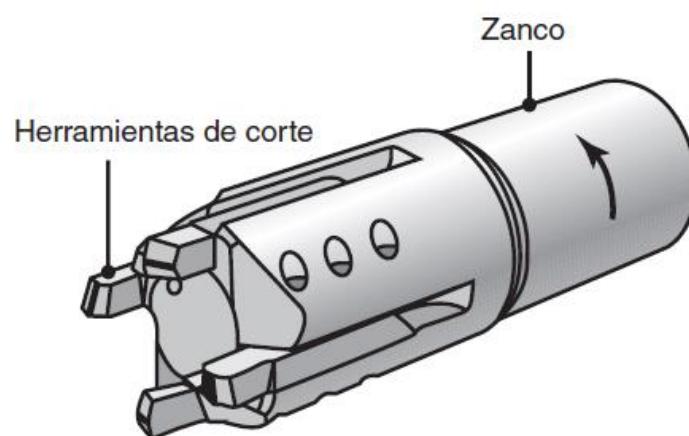
# Brocas

Por lo general, las velocidades de corte en el taladrado de cañones son altas, y los avances, bajos. Las tolerancias son de alrededor de 0.025 mm (0.001 pulgada). El fluido de corte se fuerza a alta presión a través de un orificio (pasaje) longitudinal en el cuerpo de la broca. Además de su función de lubricar y enfriar la pieza de trabajo, el fluido drena las virutas con la operación de taladrado. La herramienta no tiene que retraerse para eliminar las virutas, como generalmente se hace con las brocas helicoidales.



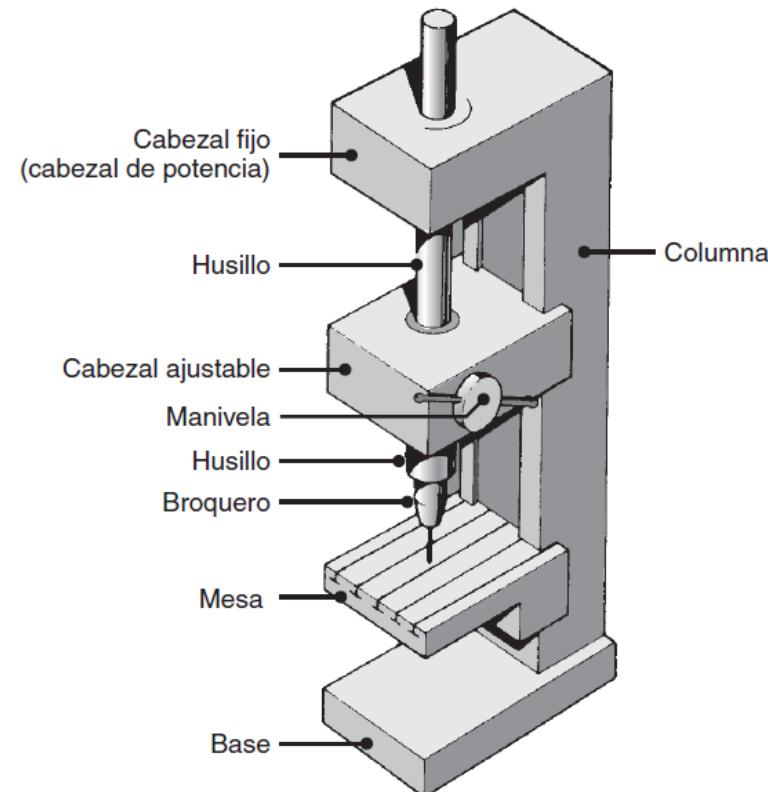
# Brocas

En el **trepanado**, la herramienta de corte produce un orificio removiendo una pieza con forma de disco (núcleo), generalmente de placas planas. Por lo tanto, se produce un orificio sin reducir a virutas todo el material retirado, como es el caso en el taladrado. El proceso se basa en el término griego trypanon, que significa “perforar un orificio”. El proceso de trepanado se puede utilizar para hacer discos hasta de 250 mm (10 pulgadas) de diámetro a partir de láminas planas, placas o miembros estructurales como vigas I.



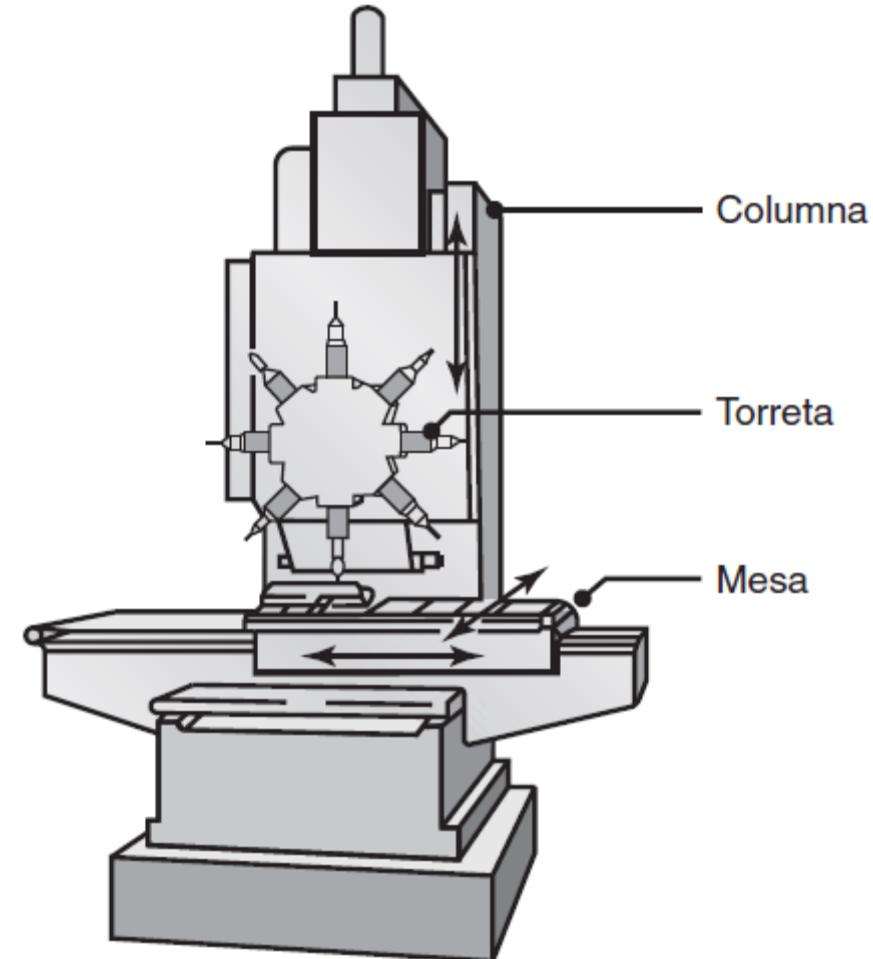
# Taladros

El taladro más común es la **taladradora de columna o vertical**. La pieza de trabajo se coloca en una mesa ajustable, ya sea sujetándola directamente en las ranuras y orificios del mueble, o utilizando una prensa de banco, que a su vez se sujet a la mesa. La broca se baja con un volante manual, o mediante un avance accionado de manera mecánica a velocidades preestablecidas. El avance manual requiere cierta experiencia en la determinación de la velocidad adecuada.



# Taladros

Los desarrollos en las taladradoras incluyen máquinas de tres ejes con control numérico por computadora, en las que las operaciones se efectúan automáticamente y en la secuencia deseada con el uso de una torreta. Obsérvese que la torreta (revólver) sostiene diferentes herramientas de taladrado. Las taladradoras con husillos múltiples (taladradoras múltiples) se utilizan en operaciones de alta velocidad de producción. Estas máquinas tienen la capacidad de taladrar, en un ciclo, hasta 50 orificios de diversos tamaños, profundidades y ubicaciones. También se pueden usar en operaciones de escariado y abocardado. Sin embargo, con los avances en las máquinas herramienta, en la actualidad las taladradoras múltiples han sido reemplazadas por las taladradoras de torreta de control numérico.





transfor  
mación

# Consideraciones

## Recomendaciones generales de velocidades y avances en taladrado

Material de la pieza de trabajo	Diámetro de la broca					
	Velocidad superficial		Avance, mm/rev (pulgadas/rev)		rpm	
	m/min	pies/min	1.5 mm (0.060 pulgada)	12.5 mm (0.5 pulgada)	1.5 mm	12.5 mm
Aleaciones de aluminio	30–120	100–400	0.025 (0.001)	0.30 (0.012)	6400–25,000	800–3000
Aleaciones de magnesio	45–120	150–400	0.025 (0.001)	0.30 (0.012)	9600–25,000	1100–3000
Aleaciones de cobre	15–60	50–200	0.025 (0.001)	0.25 (0.010)	3200–12,000	400–1500
Aceros	20–30	60–100	0.025 (0.001)	0.30 (0.012)	4300–6400	500–800
Aceros inoxidables	10–20	40–60	0.025 (0.001)	0.18 (0.007)	2100–4300	250–500
Aleaciones de titanio	6–20	20–60	0.010 (0.0004)	0.15 (0.006)	1300–4300	150–500
Hierros fundidos	20–60	60–200	0.025 (0.001)	0.30 (0.012)	4300–12,000	500–1500
Termoplásticos	30–60	100–200	0.025 (0.001)	0.13 (0.005)	6400–12,000	800–1500
Termofijos	20–60	60–200	0.025 (0.001)	0.10 (0.004)	4300–12,000	500–1500



Universidad Católica  
**San Pablo**

# Consideraciones

## Guía general de resolución de problemas para operaciones de taladrado

Problema	Causas probables
Ruptura de la broca	Broca desafilada, agarrotamiento de la broca en el orificio por atascamiento de virutas en los canales, avance demasiado alto, ángulo de alivio demasiado pequeño.
Desgaste excesivo de la broca	Velocidad de corte demasiado alta, fluido de corte ineficaz, ángulo de ataque demasiado alto, broca quemada y disminución de la resistencia al afilarse.
Orificio ahusado	Broca mal alineada o doblada, ángulos de los gavilanes desiguales, alma descentrada.
Orificio sobre-dimensionado	Igual que la anterior, husillo de la máquina flojo, filo del cortador descentrado, fuerza lateral en la pieza de trabajo.
Mal acabado de la superficie del orificio	Broca desafilada, fluido de corte ineficaz, soldadura del material de la pieza de trabajo en el margen de la broca, broca rectificada inadecuadamente, alineación incorrecta.

**P**

práctica

# Espacio Práctico

Se está taladrando un orificio en un bloque de aleación de magnesio con una broca de 10 mm, con un avance de 0.2 mm/rev y con el husillo funcionando a  $N = 800$  rpm. Calcule la velocidad de remoción de material y el torque en la broca.

$$\text{MRR} = \left[ \frac{(\pi)(10)^2}{4} \right] (0.2)(800) = 12,570 \text{ mm}^3/\text{min} = 210 \text{ mm}^3/\text{s}$$

$$\text{Potencia} = (210)(0.5) = 105 \text{ W}$$

$$T = \frac{105}{83.8} = 1.25 \text{ N}\cdot\text{m}$$

# preguntas

¿Qué hemos aprendido en esta sesión?

✓ .....

✓ .....



Universidad Católica  
**San Pablo**





cierre

# Cierre de la sesión

Procesos

Consideraciones



¿CUÁL ES TU CONCLUSIÓN FINAL?



Universidad Católica  
**San Pablo**

# GRACIAS

*Nos vemos la siguiente clase*

