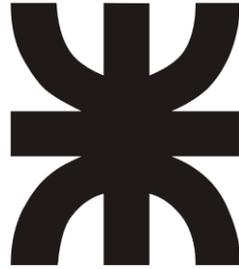


MARTÍN DARÍO GRENÓN



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

Facultad Regional Reconquista

**ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE UN TORNO CNC Y UN TORNO PARALELO
DESDE LO TECNOLÓGICO, ECONÓMICO Y PRODUCTIVO, EN UNA PYME
METALMECÁNICA DEL NORTE SANTAFESINO**

Reconquista, Santa Fe

República Argentina

Año 2023

MARTÍN DARÍO GRENÓN



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

Facultad Regional Reconquista

**ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE UN TORNO CNC Y UN TORNO PARALELO
DESDE LO TECNOLÓGICO, ECONÓMICO Y PRODUCTIVO, EN UNA PYME
METALMECÁNICA DEL NORTE SANTAFESINO**

Proyecto Final presentado en cumplimiento de las exigencias de la Carrera Ingeniería Electromecánica de la Facultad Regional Reconquista.

Asesor / es: Ing. Roberto Driussi.

Reconquista, Santa Fe

República Argentina

Año 2023



AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer en primer lugar a mi familia por ser un sostén importante en mi vida.

También a la UTN – Facultad Regional de Reconquista por formarme como profesional, principalmente al Ing. Roberto Driussi por su disposición y acompañamiento durante la realización de este trabajo. A todos los docentes, tanto de las ciencias básicas como de electromecánica, durante la carrera, que no solo aportaron sus conocimientos sino también la parte actitudinal y ética que enriqueció a mi persona.

A mi mejor amiga que a la distancia me da ánimos para alcanzar mis metas.

A mi novia por su apoyo y motivación de superación.

Por último, a mis amigos y compañeros de estudio que compartieron este camino.



ÍNDICE

Resumen.....	8
Memoria descriptiva	9
Introducción	12
CAPITULO 1 MEDICIONES CUANTITATIVAS.....	13
1.1. Definiciones y abreviaturas.....	13
1.1.1. Definiciones:.....	13
1.1.2. Abreviaturas:	13
1.2. Análisis técnico y económico realizando para ello medición de tiempos y producción de pernos en cada torno en una jornada de trabajo de 8 hs.....	13
1.2.1. Medición de tiempos en el torno paralelo convencional	13
1.2.2. Medición de tiempos en el torno paralelo CNC.....	13
1.3. Consumo eléctrico de cada torno	14
1.3.1. Consumo eléctrico en el torno convencional.....	14
1.3.2. Consumo eléctrico en el torno CNC	15
1.4. Gastos fijos y utilidades.....	16
1.4.1. Costo del material (CM)	16
1.4.2. Gastos del personal (GP).....	16
1.4.3. Costos fijos (CF)	16
1.4.4. Ganancias (G)	16
1.5. Utilidades (U).....	16
1.6. Conclusiones.....	17
CAPITULO 2 CALCULO DE RESISTENCIA DEL PERNO BAJO EL CRITERIO ESTATICO	18
2.1. Cálculo del coeficiente de seguridad por criterio estático.....	20
2.2. Diagramas de cargas en el perno.	21
CAPITULO 3 CALCULO DE RESISTENCIA A LA FATIGA DEL MATERIAL, CON SOLICITACIONES DE CARGAS VARIABLES	23



3.1. Verificación del coeficiente de seguridad en el Perno.....	23
3.1.1. Secciones críticas del Perno	23
3.1.2. Cálculo del momento flector en el Perno	24
3.1.3. Diagrama de tensiones en función del tiempo. Cálculo de las cargas variables.....	25
3.1.4. Planteo del cálculo por criterio de Soderberg.....	26
3.2. Análisis comparativo de resultados del coeficiente de seguridad	30
CAPITULO 4 CALCULO DE CONCENTRACION DE TENSIONES EN EL PERNO	31
4.1. Medición de la Rugosidad	31
4.2. Zonas de mayor concentración de tensión en el Perno.....	32
4.3. Cálculo de la rugosidad de la superficie del Perno mecanizado en un torno CNC	33
4.4. Lubricante.....	34
CAPÍTULO 5 SISTEMA DE GESTIÓN DE LA SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	35
5. Normas vigentes.....	35
5.1. Objetivos	35
5.2. Determinación de los riesgos	36
5.2.1. Gravedad	36
5.2.2. Probabilidad	37
5.3. Actividades rutinarias y no rutinarias.....	37
5.4. Riesgos ocultos	37
5.5. Niveles de riesgo	37
5.6. Determinación del plan de acción.....	38
5.7. Resultados de la evaluación de riesgos.....	38
5.8. Medidas para eliminar los peligros o reducir los riesgos en el trabajo.....	39
5.8.2. Acciones preventivas.....	39
5.8.3. Recomendaciones que debe cumplir el operario antes, durante y después de realizar la tarea	40
5.8.4. Capacitaciones para el personal.....	41
5.8.5. Pasillos de circulación.....	42
5.8.6. Iluminación y puesta a tierra.....	42
5.8.7. Protección contra incendios.....	42
CAPÍTULO V PRODUCTIVIDAD	44



6.	Productividad industrial	44
6.2.	Distribución en planta	44
6.3.	Frecuencia y lugar de uso de las herramientas.....	46
6.4.	Gestión de Stock.....	47
6.4.2.	Gestión de inventario	48
6.5.	Tiempo estándar	51
CAPÍTULO VI HUELLA DE CARBONO DEL PROCESO.....		54
7.	Huella de carbono	54
7.2.	Cálculo de emisión de GEI	54
7.2.2.	Recopilación de datos de la actividad	54
7.2.3.	Factores de emisión	55
7.2.4.	Huella de carbono de la actividad productiva.....	55
CAPÍTULO VII MATRIZ DE IMPACTO AMBIENTAL.....		56
8.	Metodología de cálculo	56
8.2.	Determinación de los factores para el cálculo	57
8.3.	Calificación del grado de importancia.....	58
8.4.	Identificación de las fases de la metalúrgica.....	58
8.5.	Matriz de impacto ambiental.....	59
CONCLUSION FINAL.....		60
Bibliografía		61
Anexo I: Planos.....		63
Anexo II: Catálogos.....		64



Lista de Planos

Plano N° 1. Distribución en planta

Plano N° 2. Proceso productivo de torneado

Plano N° 3. Perno c/rosca Ø50,2 x 138 bisagra porta rolo GMAS

Plano N° 4. Pasillos de circulación de personas y materiales

Plano N° 5. Ubicación de matafuegos

Plano N° 6. Distribución de luminarias

Lista de Tablas

Tabla 1. Encuesta.

Tabla 4.1. Clase de la Rugosidad según Din/ISO 1302

Tabla 4.3.a. Plaquitas y velocidad de avance para el mecanizado en un CNC.

Tabla 4.3.b. Rugosidad promedio en los procesos de mecanizado.

Tabla 5.2.1. Gravedad de los daños.

Tabla 5.2.2. Probabilidad de que ocurra un evento peligroso.

Tabla 5.5. Clasificación de los riesgos.

Tabla 5.6. Plan de acción.

Tabla 6.5.a. Calificación del desempeño.

Tabla 6.5.b. Suplementos.

Tabla 7.2.2. Consumos en la empresa



Tabla 7.2.3. Factores de emisión.

Tabla 7.2.4. Huella de carbono de la metalúrgica.

Tabla 8.2. Factores de impacto ambiental.

Tabla 8.3. Clasificación del grado de importancia.

Tabla 8.4. Clases de contaminación.

Tabla 8.5. Matriz de impacto ambiental.



Resumen

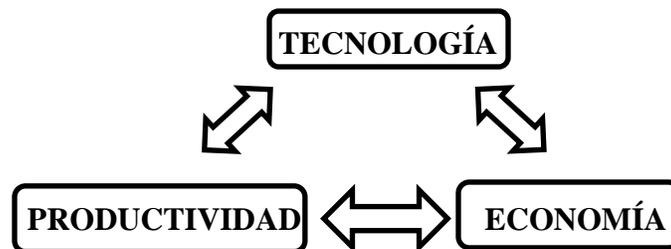
En este proyecto se realiza un análisis comparativo, entre dos tipos de tecnologías a saber: una de alta producción (torno CNC) y la otra, tecnología convencional (torno paralelo).

En este estudio y análisis se demuestra que, a mayor **TECNOLOGÍA** en la maquinaria, se obtiene mayor **PRODUCTIVIDAD**, y por ende mayores utilidades debido a que al producir más piezas bajan los costos fijos, obteniendo un aumento en la rentabilidad en lo **ECONOMICO**.

El proyecto se enfoca en talleres y pymes, cuya producción de lotes de piezas se realizan para satisfacer las demandas del mercado regional.

Para demostrar esa mayor productividad y utilidades, en la fabricación de tales piezas, el trabajo se enfoca en una pieza que sea representativa, en el uso mayoritario de maquinarias, viales, agrícolas e industriales. Para ello se realizó un trabajo de campo, a través de una encuesta a varios talleres y empresas metalúrgicas de la región. De esta manera se definió la pieza a analizar y de mayor fabricación en estos talleres y pymes.

Estos análisis técnicos económicos permitirán obtener conclusiones del planteo inicial propuesto en este proyecto.





Memoria descriptiva

En este proyecto se lleva a cabo un análisis comparativo entre un torno CNC y un torno paralelo, demostrando que el torno CNC tiene los siguientes beneficios respecto al paralelo: mayor potencia y velocidad de avance, tanto en el desbaste como en el roscado, mejor acabado superficial, produce más piezas en un tiempo determinado, disminuyendo el gasto fijo de la empresa debido a la mayor productividad, mejorando así las utilidades anuales de la empresa, dándole así facilidades para disminuir los tiempos de amortización de la misma.

El trabajo realizado a partir de datos técnicos y económicos, permite fundamentar la toma de decisión por parte de los responsables de las pymes, en la conveniencia de adquirir un torno CNC.

Primeramente, se partió de una encuesta realizada a 5 talleres metalúrgicos y talleres hidráulicos de la región. La finalidad de esta encuesta fue encontrar la pieza más solicitada para la fabricación. Anexo al presente, se adjunta modelo de la encuesta realizada y datos resultantes. Esta arrojó como conclusión que los pernos son los órganos de máquinas de mayor fabricación debido al desgaste que se producen en las maquinarias de la región.

Se utilizó esta información, para determinar el elemento principal de estudio, y de esta manera realizar las mediciones en tiempo de producción tanto en un torno CNC como en un torno paralelo, a partir de una jornada de trabajo de 8 hs. Así, se determinó la cantidad de piezas que se realizan en el día, con un tipo de tecnología u otra.

Finalmente, se realizó un estudio económico, a partir del cual se concluye la conveniencia de adquirir un CNC, debido a los márgenes de mayor rentabilidad que produce a largo plazo.

El estudio se realizó en la empresa Grenon saic, radicada desde 1976 en el parque industrial de Reconquista en el lote 42 sector F. Cuyo rubro es el metalmecánico, donde se fabrican repuestos para distintas industrias de la región. En la actualidad cuenta con un plantel de 8 tornos paralelos y 2 tornos CNC.



La pieza elegida forma parte de un componente de una máquina de implemento agrícola, de un equipo de labranza, arado de disco con rolo acondicionador de suelos incluido. Esta pieza se fabrica en la zona y, es un elemento integrante de máquinas que se exportan a países de Latinoamérica.

Se calculó y verificó las dimensiones del perno, bajo dos criterios: el primero de resistencia, para determinar el diámetro, considerando cargas estáticas, cuando el equipo se encuentra en reposo. El segundo de fatiga, se calculó las secciones críticas del perno, por criterio de fatiga de materiales, debido a cargas dinámicas, variables en el tiempo, que se producen cuando el equipo está en movimiento. Los cálculos arrojaron valores de coeficiente de seguridad aceptables en el campo de aplicación de la pieza dimensionada.

Dimensiones del perno:

Diámetro mayor: $50,2 \text{ mm} \pm 0,1$

Diámetro menor: $38,1 \text{ mm}$ con rosca RG 1 1/2 BSW – 6 hpp

Largo total 195 mm

Material utilizado en el ensayo:

El acero con que está construido el perno utilizado en el ensayo, es un acero aleado SAE 4140 con las siguientes características:

Aleación: C% 0,4 – Si% 0,3 – Mn% 0,7 – Cr% 1,1 – Mo% 0,2

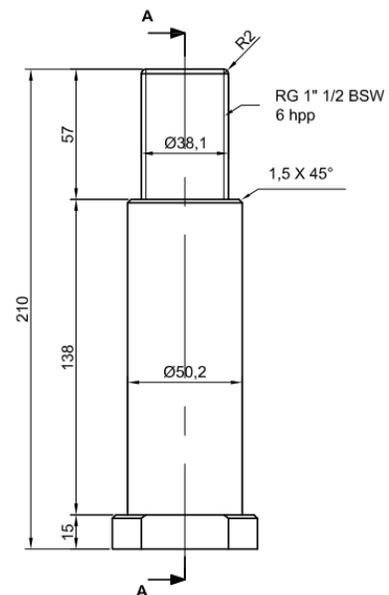
Denominación según las normas:

DIN: 41CrMo4 – 42CrMo4 W; AISI 4140

Estado habitual de entrega comercial: bonificado con dureza de 300 brinell y 95 a 115 kg/mm² de resistencia a la tracción; límite de fluencia 70 a 90 kg/mm².

Tornos utilizados para el análisis comparativo:

- 1) Torno paralelo, marca Wing, modelo L-2680, volteo sobre la bancada: 660 mm, distancia entre centros: 2000 mm; velocidad máx. en husillo: 1600rpm, Potencia Aparente: 17 kVA.
- 2) Torno CNC, marca Clever, modelo CKE-6150, volteo sobre la bancada: 500 mm, distancia entre centros: 1000 mm; velocidad máx. en husillo: 2200rpm, Potencia Aparente 24 kVA.





Análisis comparativo entre los tornos

Desde lo tecnológico, el torno CNC al ofrecer una mayor potencia en los procesos de fabricación, y mayor velocidad de rotación en el husillo, para el giro de la pieza, logra con ello, un aumento en la productividad respecto al torno paralelo convencional.

Torno paralelo convencional



Imagen 1

Torno paralelo CNC



Imagen 2



Introducción

Este estudio, no apunta a las medianas y grandes empresas, que ya tienen producción en serie; que ensamblan en sus propios equipos o maquinarias para la comercialización.

El proyecto está orientado a las pymes y pequeños talleres de acotada producción de piezas.

ENCUESTA

Se realizó un trabajo de campo en el cual consistió en visitar y encuestar algunas tornerías, metalúrgicas e hidráulicas de la zona con el fin de tener un mayor conocimiento acerca de los trabajos que se realizan con mayor frecuencia en cada una de ellas.

La consigna de la encuesta era identificar el nivel de relevancia de cada pieza mediante un número del 1 al 10. Siendo el 1 para piezas que se fabrican con mayor frecuencia y 10 el de menor frecuencia o trabajos que no se realizan.

A continuación, en Tabla 1 se muestran los resultados de las visitas:

Visita	Tipo	Fecha	eje / vástago	perno	buje / tuerca / arandela	brida	soldadura	bomba	cambio manguera	cambio rodamiento / ring	cambio correa	piñon / corona
1	Hidr.	03/02/2021	1	1	1	8	1	1	1	6	10	10
2	Torn.	03/02/2021	1	1	1	3	2	4	10	3	10	10
3	Hid/Torn	03/02/2021	1	8	1	8	1	1	10	10	10	10
4	Met.	04/02/2021	1	4	3	6	7	8	9	5	10	2
5	Torn.	04/02/2021	3	2	2	2	2	1	10	6	10	3

Tabla 1. Encuesta.

Ver detalles en anexos.

Como se puede observar en la tabla anterior, las piezas que más se fabrican en la zona son ejes, pernos y bujes. La producción de estos representa alrededor de un 60% de los trabajos que se realizan en los distintos talleres.

Por este motivo se seleccionó un perno, elemento de un equipamiento agrícola, para realizar los cálculos de resistencia de materiales, verificar su dimensionamiento según los esfuerzos solicitados y analizar económicamente y productivamente si conviene mecanizar dicha pieza en un torno CNC o en un torno convencional.



CAPITULO 1 MEDICIONES CUANTITATIVAS

En este capítulo se realiza una comparación entre ambos tornos, analizando los costos de producción y las ganancias que se obtienen con cada uno.

1.1. Definiciones y abreviaturas

1.1.1. Definiciones:

Renta bruta: todos los ingresos.

Renta neta: ingreso menos los gastos (impuestos).

Utilidades: renta neta menos las inversiones.

1.1.2. Abreviaturas:

RN = Renta neta.

CP = Costos de producción.

GP = Gastos de personal.

CM = Costos de material.

IMPN = Impuestos municipales; provinciales; nacionales.

1.2. Análisis técnico y económico realizando para ello medición de tiempos y producción de pernos en cada torno en una jornada de trabajo de 8 hs.

1.2.1. Medición de tiempos en el torno paralelo convencional

- 1) Preparación de la máquina: 10 minutos.
- 2) Mecanizado con arranque de viruta: 140 minutos.
- 3) Tiempo neto para fabricar la primera pieza: 150 minutos.
- 4) Piezas fabricadas en las 8 horas: 3

1.2.2. Medición de tiempos en el torno paralelo CNC

- 1) Preparación de la máquina: 90 minutos.
- 2) Mecanizado con arranque de viruta: 45 minutos.
- 3) Tiempo neto para fabricar la primera pieza: 180 minutos.
- 4) Piezas fabricadas en las 8 horas: 15



1.3. Consumo eléctrico de cada torno

1.3.1. Consumo eléctrico en el torno convencional



Imagen 1.3.1. Placa característica del torno convencional

De la placa características de la maquina se tiene una potencia aparente de 17 kVA, se supone un factor de potencia de 0,8 lo cual da un consumo de 13,6 kW. En la jornada de 8 horas el torno consume 108,8 kWh.

De la factura de la EPE se obtiene el costo de energía para la empresa, en este caso es de 0,076 USD/kWh. La facturación representa el consumo de energía del mes de septiembre del año 2022.

Por lo tanto, el costo de energía es:

$$E.E. = 108,8 \text{ kWh} * 0,076 \text{ USD/kWh} = 8,25 \text{ USD/día.}$$

La cotización del dólar fue consultado en la página del banco nación <https://www.bna.com.ar/Personas> (27/09/22) .



1.3.2. Consumo eléctrico en el torno CNC



Imagen 1.3.2. Placa característica del torno CNC

De la placa características de la maquina se tiene una potencia aparente de 24 kVA, se supone un factor de potencia de 0,8 lo cual da un consumo de 19,2 kW. En la jornada de 8 horas el torno consume 153,6 kWh.

De la factura de la Empresa Provincial de Energía de Santa Fe (EPE) se obtiene el costo de energía para la empresa, en este caso es de 0,076 USD/kWh. Fecha y valor del dólar:

Por lo tanto, el costo de energía es:

$$E.E. = 153,6 \text{ kWh} * 0,076 \text{ USD/kWh} = 11,65 \text{ USD/día.}$$



1.4. Gastos fijos y utilidades

1.4.1. Costo del material (CM)

Medidas del material en bruto: \varnothing 63,5 mm x 210 mm de largo.

Peso específico del acero: 7,8 kg/dm³

$$\text{Peso del material en bruto: } \frac{\pi \cdot D^2}{4} * \frac{Pesp}{1000000} * L = \frac{\pi \cdot 0,635^2}{4} * \frac{7,8}{1000000} * 2,1 = 5,2 \text{ kg}$$

Precio del acero 4140: 4,65 USD/kg Fuente: <https://www.acindar.com.ar/red-acindar/> (11/10/22)

Costo del material (CM): 4,65 USD/kg x 5,2 kg = 24 USD

1.4.2. Gastos del personal (GP)

Operario de un torno convencional: 4 USD/h

Operario de un torno CNC: 6 USD/h.

1.4.3. Costos fijos (CF)

Estos costos representan el valor de los gastos en el seguro, impuestos municipales, impuestos nacionales, entre otros. Según un estimativo, en el último tiempo este valor ronda los 36 USD por máquina.

1.4.4. Ganancias (G)

Para este cálculo hay que tener en cuenta que, el precio de la pieza (PP), con esas características, tiene un valor aproximado de 110 USD en el mercado. <https://www.amazon.com/-/es/Perno-acabado-derecha-pulgadas-fabricado/dp/B003H4RLAI?th=1> (11/10/22).

$$G (\text{convencional}) = PP - (GP + EE + CM + CF)$$

$$G (\text{convencional}) = 110 \text{ USD} \times 3 \text{ Pzas} - (32 \text{ USD} + 8,25 \text{ USD} + 3 \text{ Pzas} \times 24 \text{ USD} + 36 \text{ USD})$$

$$G (\text{convencional}) = 181,75 \text{ USD}$$

$$G (\text{CNC}) = PP - (GP + EE + CM + CF)$$

$$G (\text{CNC}) = 110 \text{ USD} \times 15 \text{ Pzas} - (48 \text{ USD} + 11,65 \text{ USD} + 15 \text{ Pzas} \times 24 \text{ USD} + 36 \text{ USD})$$

$$G (\text{CNC}) = 1194 \text{ USD}$$

1.5. Utilidades (U)

La inversión en una nueva máquina CNC, de las mismas características mencionadas anteriormente, y los kits de trabajo, herramientas varias e insumos, tienen un valor aproximado de 70000 USD.

Dicho costo, sumado a los intereses que representa el valor total a pagar en un año (12 cuotas), posee una inversión total de 100000 USD.



Rentabilidad en un día = 15 Pzas x 110 USD = 1650 USD/día

Rentabilidad en el mes = 1650 USD/día x 10 días = 16500 USD/mes

$$Utilidades = Rentabilidad - Inversión = 16500 \frac{USD}{mes} - \frac{100000 USD}{12 meses} = 7500 USD/mes$$

1.6. Conclusiones

Según el Instituto Provincial de Estadísticas y Censos (INDEC Sta Fe), en el primer semestre del año 2022 el sector productivo de la provincia superó los 11.500 millones USD en exportaciones. Los mismos aumentaron un 9,1% respecto del mismo período del año anterior.

Ellos son: productos primarios (trigo, soja), de origen agropecuario, combustibles y energía; y los que respecta a manufactura de origen industrial, se exportó 1795 millones USD, el 34,1% más que en igual período del 2021. La tendencia viene marcando un constante incremento en la actividad.

Producto de origen industrial: biodiesel, vehículos de transporte, motores, repuestos automotrices, ácidos oleicos, aceites del refinado, etc.

Esta tendencia se tiene en cuenta a la hora de toma de decisiones al momento de invertir en una maquinaria para aumentar la producción en la empresa.



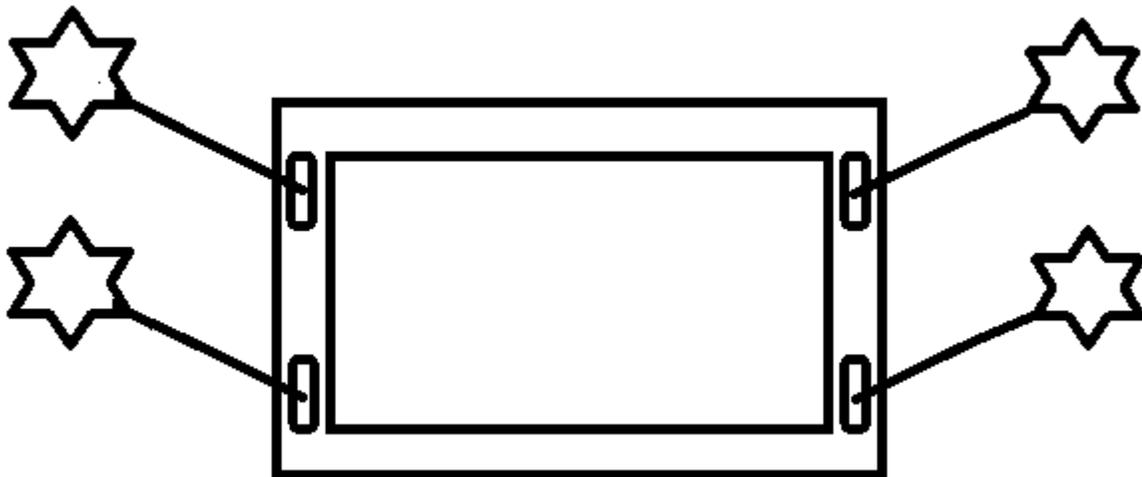
CAPITULO 2 CALCULO DE RESISTENCIA DEL PERNO BAJO EL CRITERIO ESTATICO

El equipo está en reposo con los brazos portadiscos rebatidos a 45°.



Imagen 2. “Recuperada de <https://www.agroads.com.ar/seccion.asp?marca=129&subcat=477>”

Para el cálculo de resistencia, se tuvo en cuenta como sollicitación, a la carga total de los discos de arado que serán soportados por los pernos intervinientes.

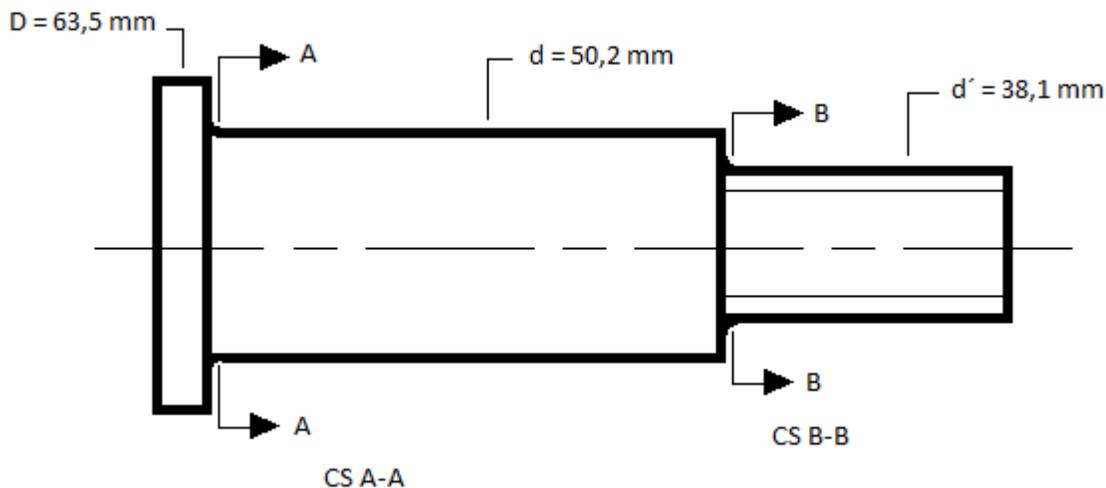


2. Esquema 1. Pernos, bastidor, discos.



Como el equipo está diseñado con dos brazos portadiscos de cada lado; y también en el batidor pivot, lleva dos pernos a la derecha y dos pernos a la izquierda del equipo; resulta que cada brazo portadiscos, será soportado por un perno pivot y además por la estructura del chasis. Este está configurado con un perfil UPN 12 (DIN 1026). El cual ayudara a la resistencia del perno en estudio. La carga total, de los discos de arado es soportada, una parte por el perno pivot y otra por el chasis construido con un perfil UPN 12.

El bastidor central, tiene del lado derecho, dos paquetes de discos, con dos pernos pivot para el movimiento retráctil.

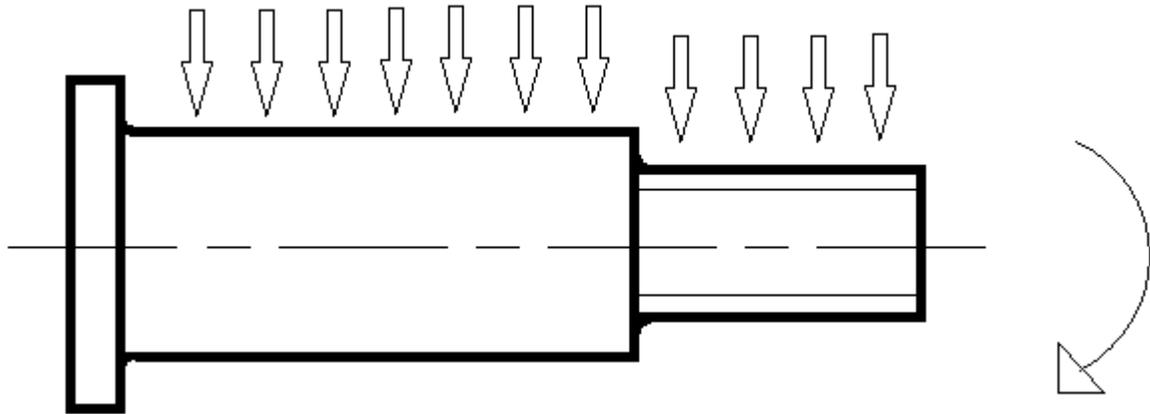


2. Figura 1. Cambios de sección en el perno.

De cada lado del soporte bastidor, se encuentran los dos paquetes de discos, soportados por el perfil y sus pernos pivot correspondientes.

El bastidor central, en forma simétrica, soporta, del lado derecho al igual que el izquierdo, dos paquetes de discos con su correspondiente perno pivot, cuya función es de sostén y de posibilitar el movimiento retráctil del mecanismo. Ya sea en posición vertical al estar en reposo, y horizontal al trabajar en el terreno.

Por lo tanto, cada perno que se analiza, soporta el peso de un paquete de discos, cuyo peso total es 1600 kg.



2. Esquema 2. Carga variable y momento flector en el perno.

2.1. Cálculo del coeficiente de seguridad por criterio estático.

Como el momento resistente del perfil es mucho mayor al del perno, esta toma mayor carga, aliviando así la sollicitación a flexión como:

$$W_{\bullet} = \pi * \frac{d^3}{32} = \pi * \frac{5,02^3}{32} = 12,41 \text{ cm}^3$$

$$W_{perno} = 12 \text{ cm}^3 \wedge W_{UPN12} = 60 \text{ cm}^3$$

Se puede determinar que el perno toma el 20% de la carga total, $Q = 1600 \text{ kg}$ y el resto, 80% la toma el perfil. Se considera carga repartida por la distribución de los discos. El equipo cuenta con 12 discos distribuidos uniformemente a lo largo de cada brazo. Cada brazo tiene una longitud de 3 mts. Cada disco pesa $q = 133,33 \text{ kg}$.

$$Q_{perno} = q * 12 = 133,33 \text{ kg} * 12 = 1600 \text{ kg}$$

Para el momento flector que actúa sobre el perno se considera una carga puntual de 1600 kg ubicada a la mitad del brazo, es decir, con una distancia de 1,5 mts desde del perno a la fuerza actuante.

Por lo tanto:

$$Q_{perno} = 0,2 * 1600 \text{ kg} \Rightarrow Q_{perno} = 320 \text{ kg}$$

$$Mf_{perno} = Q_{perno} * l = 320 \text{ kg} * 1,5 \text{ mt} \Rightarrow 480 \text{ kgm}$$



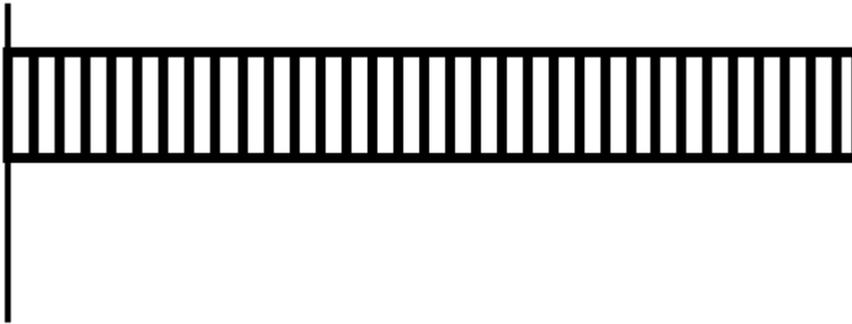
$$Mf_{perno} = 11500 \text{ kgcm} \Rightarrow \sigma_{perno} = \frac{Mf_{perno}}{W_{perno}} = \sigma_{perno} = \frac{11500 \text{ kgcm}}{12 \text{ cm}^3} \Rightarrow \sigma_{perno} = 927 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$CS_{perno} = \frac{\sigma_{fSAE4140}}{\sigma_{perno}} = \frac{9000}{927} = 9,8 \Rightarrow CS = 9,8 \text{ desde el punto de vista estático}$$

2.2. Diagramas de cargas en el perno.

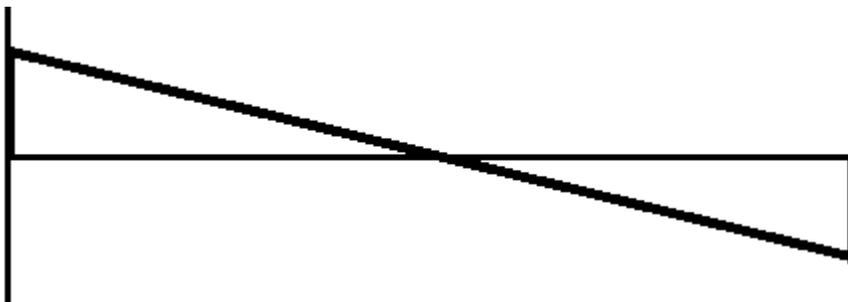
Cada brazo cuenta con 12 discos con un peso total de 1600 kg a lo largo de 3 mts de longitud. Por lo tanto:

$$q' \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}} \right) = \frac{1600 \text{ kg}}{3 \text{ mts}} = 533,33 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$



2.2.1. Diagrama de la carga distribuida en el perno.

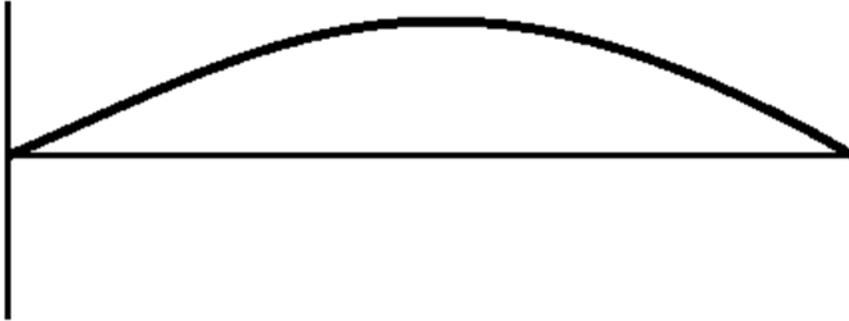
Como se mencionó anteriormente, el perno soporta el 20 % de la carga total de los pernos. Por lo tanto, el esfuerzo máximo de corte es de 320 kg.



2.2.2. Diagrama del esfuerzo de corte sobre el perno.



El momento flector máximo que soporta el perno es de 480 kgm.



2.2.3. Diagrama del momento flector en el perno.

Como conclusión, el perno está sobredimensionado según el cálculo del coeficiente de seguridad por criterio estático, cuyo valor es de $CS = 9,8$. Las dimensiones del perno son las mismas para cada modelo de las maquinas acondicionadoras de suelo, esto se debe principalmente a estandarizar la pieza y disminuir el espacio de almacenamiento de la materia prima para la fabricación de dicho perno. Para la verificación del coeficiente de seguridad se tuvo en cuenta el caso más desfavorable, es decir, mayor cantidad de discos y mayor longitud del brazo que los soporta.



CAPITULO 3 CALCULO DE RESISTENCIA A LA FATIGA DEL MATERIAL, CON SOLICITACIONES DE CARGAS VARIABLES

3.1. Verificación del coeficiente de seguridad en el Perno.

Considerando el brazo soporte de los discos, rebatibles sobre el chasis del equipo en movimiento, las cargas estáticas se transforman en cargas variables en función del tiempo. Es por ello, que es necesario calcular la resistencia del perno con el criterio de fatiga del material, aplicando la fórmula de Soderberg que contempla los conceptos de: concentración de tensiones, índice de entalladura, cambio de secciones, logrando definir las tensiones media y alternas y que junto al factor de concentración de tensiones a fatiga (k_f) se obtiene el valor del (CS), necesario para determinar si está en buenas condiciones de trabajo provocando así, una larga vida útil del elemento.

Para ello:

- 1) Se determina dos secciones críticas del Perno, que son las siguientes:

A-A El cambio de sección (D/d); siendo $D = 2''$ y $d = 1 \frac{1}{2}''$

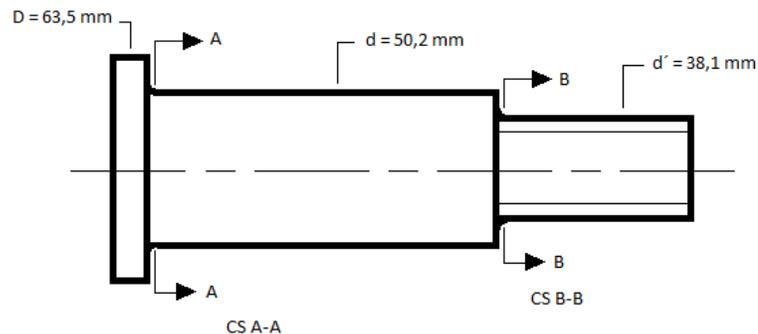
B-B El final del roscado, donde por sensibilidad al entallado (q), aparecen las concentraciones de tensiones, perjudiciales para la vida útil del perno, al producir fatiga en el material.

- 2) Se obtiene dos coeficientes de seguridad:

✓ CS_{A-A} coeficiente de seguridad en cambio de seccion.

✓ CS_{B-B} coeficiente de seguridad al final del roscado.

3.1.1. Secciones críticas del Perno



3.1.1. Imagen secciones del perno



3.1.2. Cálculo del momento flector en el Perno

$$W_{\bullet} = \pi * \frac{d^3}{32} = \pi * \frac{5,02^3}{32} = 12,41 \text{ cm}^3$$

Perno soporte pivot del brazo rebatible, porta discos de arado con rolo nivelador del equipo de labranza.

El brazo soporte del paquete de discos está montado sobre una estructura metálica (chasis) compuesta por un perfil UPN12, siendo $W_{\square} = 60,7 \text{ cm}^3$ que también aporta a la resistencia de la carga provocada por el peso propio de los discos de arado.

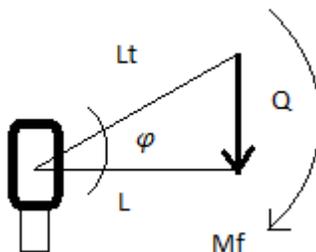
Se considera que el perno toma el 20% de la carga total y el chasis con el perfil UPN, el 80% de la carga total.

Siendo: $Q_{total} = 3200 \text{ kg}$ de cada lado del equipo (derecha; izquierda).

Como soporta y pivotea sobre dos pernos de cada lado, por lo tanto, soporta cada perno 1600 kg.



3.1.2. Imagen del equipo acondicionador de suelo.



$$L_T = 0,50 \text{ mt}$$

$$\varphi = 45^\circ$$

$$M_f = Q * L$$

$$\text{Cos } \varphi = \frac{L}{L_T}$$



$$L = L_T * \cos 45^\circ = 0,50 \text{ mt} * 0,707 = 0,35 \text{ mt}$$

$$M_f = 1600 \text{ kg} * 0,35 \text{ mt} = 560 \text{ kgm}$$

$$M_f = 56000 \text{ kgcm}$$

3.1.3. Diagrama de tensiones en función del tiempo. Cálculo de las cargas variables.

Se considera, la carga total de cada paquete de discos que solicitan al perno pivot, con una carga estática $Q = 1600 \text{ kg}$ en reposo, que, debido a las oscilaciones producidas por la marcha del equipo, en movimiento, estas aumentan en un 10% sobre el total antes referido.

Por lo tanto, la carga mínima será de 1600 kg y la carga máxima será de 1760 kg .

$$Q_{max} = 1760 \text{ kg}$$

$$Q_{min} = 1600 \text{ kg}$$

Como el brazo de palanca $L = 0,35 \text{ mt}$ el momento flector producido será:

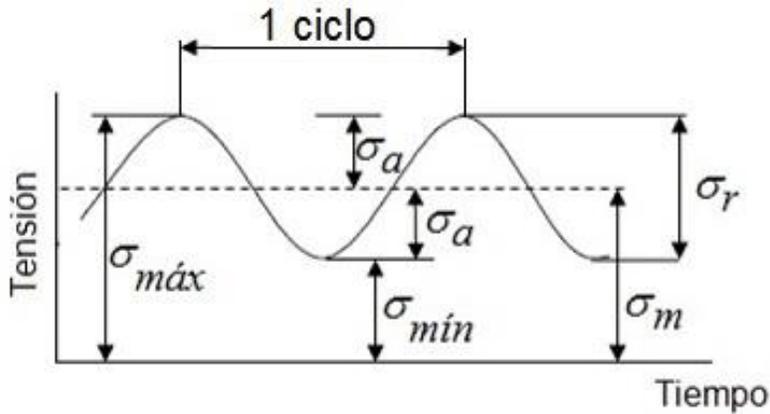
$$M_{fmax} = Q_{max} * L = 1760 \text{ kg} * 0,35 \text{ mt} = 616 \text{ kgm}$$

$$M_{fmin} = Q_{min} * L = 1600 \text{ kg} * 0,35 \text{ mt} = 560 \text{ kgm}$$

Y como: $W_T = W_{perno} + W_{UPN} = 12,41 + 60,7 = 73 \text{ cm}^3$

$$\sigma_{max} = \frac{M_{fmax}}{W_T} = \frac{61600 \text{ kgcm}}{73 \text{ cm}^3} = 844 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma_{min} = \frac{M_{fmin}}{W_T} = \frac{56000 \text{ kgcm}}{73 \text{ cm}^3} = 768 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$



$$\sigma_a = 38 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{máx} = 844 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_r = 806 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{mín} = 768 \frac{kg}{cm^2}$$

3.1.3. Curva de las cargas variables

3.1.4. Planteo del cálculo por criterio de Soderberg.

- 1) Se determina las tensiones medias y alternas.
- 2) Se determina los puntos característicos del material σ_R ; σ_F ; σ_W
- 3) Se determina los factores para obtener el límite de fatiga del material modificado (σ_W^*)
- 4) Se determina el factor geométrico (k_T) del perno para el fenómeno de fatiga.
- 5) Se determina el índice de entalladura (q).
- 6) Se determina el factor de concentración de tensiones a fatiga del material (k_f).
- 7) Se determina los coeficientes de seguridad de las secciones A-A y B-B del perno solicitado, por el criterio de Soderberg.

$$\sigma_{max} = \sigma_m + \sigma_a$$

Tensiones máximas de trabajo para cargas variables. Están compuestas por:

(σ_m) tensiones medias referidas a la estática

(σ_a) tensiones alternas referidas a lo variable

Tensiones medias:

$$\sigma_m = \frac{\sigma_{max} + \sigma_{mín}}{2}$$

$$\sigma_m = \frac{844 + 768}{2}$$



$$\sigma_m = 806 \frac{kg}{cm^2}$$

Tensiones alternas:

$$\sigma_a = \frac{\sigma_{max} - \sigma_{min}}{2}$$

$$\sigma_a = \frac{844 - 768}{2}$$

$$\sigma_a = 38 \frac{kg}{cm^2}$$

Datos obtenidos del material del perno.

Características y denominación:

SAE 4140 con tratamiento térmico revenido

$$\sigma_R = 11500 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_F = 9000 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{Wb} = 0,45 * \sigma_R; \text{para } \sigma_R < 14000 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{Wb} = 0,45 * 12500 \frac{kg}{cm^2} \rightarrow \sigma_{Wb} = 5625 \frac{kg}{cm^2}$$

Se determina σ_W^* :

$$\sigma_W^* = \sigma_{Wb} * C_c * C_f * C_m * C_r * C_t * C_d * C_L$$

Nomenclatura:

σ_W^* = Tensión límite de fatiga modificada

σ_{Wb} = Tensión límite de fatiga a flexión

C_c = Factor por el tipo de sollicitación o carga

C_f = Factor por el acabado superficial

C_m = Factor por medida o tamaño de la pieza

C_r = Factor por confiabilidad

C_t = Factor por temperatura



CL = Factor por vida esperada

Cd = Factor por factores diversos

Valores

Cc = 1, por sollicitación a flexión

Cf = 0,67 por tipo de terminación: mecanizado

Cm = 0,75 por diámetro del perno

Cr = 0,814 por confiabilidad: 99% adoptada

CL = factor por vida esperada:

$$C_L = \frac{10^b}{N^m * \sigma_{wb}} ; \{m = \text{pendiente} ; b = \text{ordenada al origen}\}$$

$$m = \frac{1}{3} * \log 0,9 * \frac{\sigma_R}{\sigma_{wb}}$$

$$m = \frac{1}{3} * \log 0,9 * \frac{11500 \frac{kg}{cm^2}}{5625 \frac{kg}{cm^2}} = 0,088$$

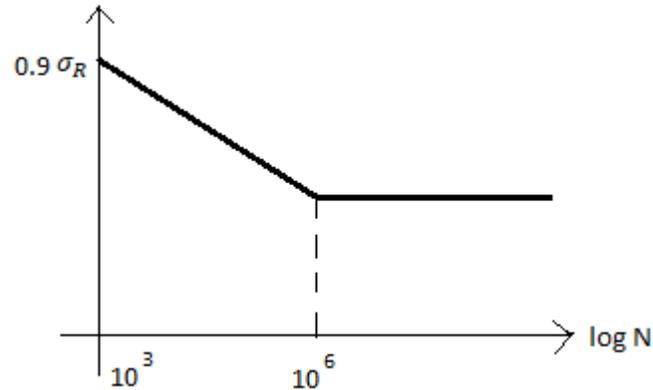
$$b = \log \frac{(0,9 * \sigma_R)^2}{\sigma_{wb}}$$

$$b = \log \frac{(0,9 * 11500)^2}{5625} = 4,28$$

$$C_L = \frac{10^{4,28}}{10000^{0,088} * 5625} = 1,5$$

Se considera una vida finita, ciclos de vida estimado: N = 10000 ciclos.

CL = 1,5



3.1.4. Curva de ciclos de vida

Se determina (K_t): Factor geométrico a fatiga

Tabla Shigley para barra circular a flexión. Diagrama pág. 848 5ta edición.

$$k_t = f\left(\frac{\rho}{d}; \frac{D}{d}\right) \therefore \frac{\rho}{d} = \frac{1,5 \text{ mm}}{50,2 \text{ mm}} = 0,03 \wedge \frac{D}{d} = \frac{63,5 \text{ mm}}{50,2 \text{ mm}} = 1,26 \Rightarrow k_t = 1,4$$

Se determina el índice de entalladura (q)

Diagrama Shigley: para $\rho = \frac{1,5 \text{ mm}}{25,4 \frac{\text{mm}}{\text{plg}}} \Rightarrow \rho = 0,06 \text{ plg}$

Para $\rho = 0,06 \text{ plg}$ y acero templado $> 200 \text{ HB} \Rightarrow q = 0,98$

Determinación de (K_f): Factor de fatiga del material

$$k_f = 1 + q * (k_t - 1) \therefore k_f = 1 + 0,98 * (1,4 - 1) \Rightarrow k_f = 1,392$$



3.1.4.1. Coeficiente de seguridad para sección A-A

$$CS_{A-A} = \frac{\sigma_f}{\sigma_m + kf * \sigma_a * \frac{\sigma_f}{\sigma_{wb}}} = \frac{9000}{806 + 1,392 * 38 * \frac{9000}{1280}} = 7,64$$

3.1.4.2. Coeficiente de seguridad para la sección B-B

En este caso varía el factor kf, pues corresponde a la zona roscada del perno. Al tener mayor concentración de tensiones debido al entallado, se adopta, según Shigley diseño en elementos de máquina, 5ta edición para cargas de fatiga; tabla 8-11; para factores kf de reducción de la resistencia a la fatiga para elementos roscados:

Grado SAE de 4 a 8 para $\sigma_f = 130kpsi \rightarrow \sigma_f \cong 10000 \frac{kg}{cm^2}$

Entonces corresponde: $kf = 2,3$

$$CS_{B-B} = \frac{\sigma_f}{\sigma_m + kf * \sigma_a * \frac{\sigma_f}{\sigma_{wb}}} = \frac{9000}{806 + 2,3 * 38 * \frac{9000}{1280}} = 6,34$$

3.2. Análisis comparativo de resultados del coeficiente de seguridad

Valores obtenidos por criterios estático y dinámico:

- Criterio estático: equipo en reposo $\rightarrow CS \cong 9,8$
- Criterio dinámico: equipo en movimiento $\rightarrow CS \cong 7,64$ en sección A – A
- Criterio dinámico: equipo en movimiento $\rightarrow CS \cong 6,34$ en sección B – B

Como conclusión, se puede decir que la resistencia del perno, con el equipo en reposo, tiene sobrado margen de seguridad, y en el equipo en movimiento, tiende a disminuir los valores del coeficiente de seguridad, pero manteniendo un buen margen de vida útil en su funcionamiento.



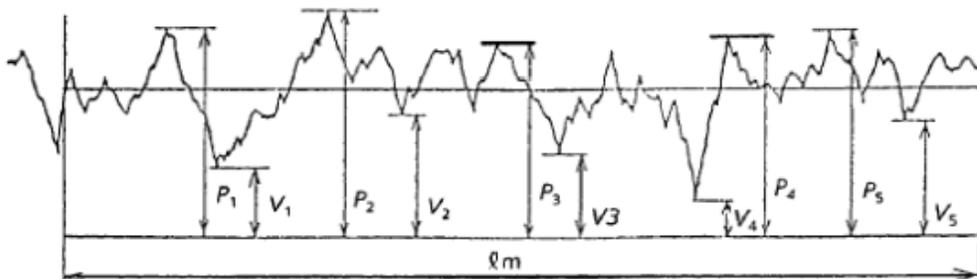
CAPITULO 4 CALCULO DE CONCENTRACION DE TENSIONES EN EL PERNO

El torneado manual tiene una gran desventaja con el CNC (Control numérico computacional), debido a que los procedimientos que emplea el operario no siempre son los más indicados por lo tanto puede tener tolerancias y acabados superficiales no deseados.

El acabado superficial de una pieza torneado depende de muchos variables como lo son el tipo de máquina herramienta utilizada, las condiciones del estado de esta, la herramienta de corte, la velocidad de avance y de giro con la que se realice el maquinado y capacidad que tenga el operario para realizar el trabajo. La buena combinación de estas variantes ayudaría a realizar un acabado superficial de mejor calidad.

4.1. Medición de la Rugosidad

Son irregularidades provocadas por la herramienta utilizada para realizar el maquinado. No es posible fabricar una superficie absolutamente plana. En realidad, tiene una estructura de valles y montañas llamado rugosidad.



4.1. Imagen de la rugosidad de una superficie

Recuperado de “Estudio de rugosidad en maquinado por el proceso de torneado en climet ltda. Basado en las normas ISO de rugosidad. Gutierrez Yesid y Lopez Kevin. Barranquilla, 2014.”

La rugosidad de una superficie maquinada tiene bastante influencia sobre:

- ✓ El desgaste en la pieza
- ✓ Características de fricción y deslizamientos
- ✓ Capacidad de adherencia al aceite
- ✓ Resistencia a la corrosión



- ✓ Características de ajustes
- ✓ Concentración de tensiones

La rugosidad se mide en micrones y su clasificación según DIN/ISO 1302 es la siguiente:

Clase de la Rugosidad	Valor medio aritmético R_a	
	μm	μin
1	0,025	1
2	0,05	2
3	0,1	4
4	0,2	8
5	0,4	16
6	0,8	32
7	1,6	63
8	3,2	125
9	6,8	250
10	12,5	500
11	25	1000
12	50	2000

Tabla 4.1. Clase de la Rugosidad según Din/ISO 1302

4.2. Zonas de mayor concentración de tensión en el Perno

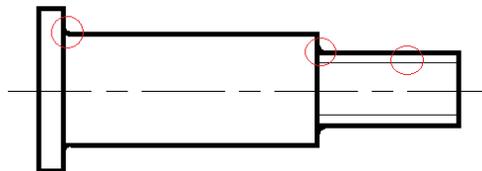


Imagen 4.2. Zonas de mayor concentración de tensiones.

En la imagen 4.2 se distinguen las zonas donde se produce la mayor concentración de tensiones en el perno. Una de ellas es el cambio de diámetro en la pieza y la otra es la zona de rosca.



4.3. Cálculo de la rugosidad de la superficie del Perno mecanizado en un torno CNC

A continuación, se calcula la rugosidad de la superficie del perno que se obtiene en el mecanizado realizado por un torno CNC.

El índice de rugosidad se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$Ra = \frac{f^2}{8 * R_{\epsilon}} * 1000$$

Donde f es la velocidad de avance en mm/rev y R_{ϵ} es el radio de curvatura de la herramienta

En el manual de herramientas Sandvik Coromant se encuentran los valores de velocidad de avance recomendados para cada modelo de herramienta y su radio de curvatura.

Doble cara	TNGA	r_{ϵ}	Área de aplicación			V_c (m/min), recomendado		
			a_p mm	f_n mm/r		GC6050	CB7020	CB7050
	16 04 04 S01525	*	0,1 (0,1-0,5)	0,1 (0,05-0,2)	160			
	16 04 08 S01525	*	0,2 (0,1-1)	0,1 (0,05-0,2)	160			
	16 04 12 S01525	*	0,3 (0,1-1,5)	0,15 (0,05-0,35)	140			
	16 04 08 T01525	*	0,2 (0,1-1)	0,1 (0,05-0,3)	160			
	16 04 04 S01020A	*	0,1 (0,07-0,4)	0,1 (0,05-0,2)		175		
	16 04 08 S01020A	*	0,2 (0,07-0,8)	0,15 (0,05-0,3)		165		
	16 04 12 S01020A	*	0,2 (0,07-0,6)	0,2 (0,05-0,3)		155		
	16 04 04 T01020A	*	0,1 (0,07-0,4)	0,1 (0,05-0,2)			145	
	16 04 08 T01020A	*	0,2 (0,07-0,8)	0,15 (0,05-0,3)			140	
	16 04 12 T01020A	*	0,2 (0,07-0,6)	0,2 (0,05-0,4)			130	

Tabla 4. 3.a. Plaquetas y velocidad de avance para el mecanizado en un CNC.

Se selecciona para el cálculo la plaqueta TNGA y los siguientes valores extraídos de tabla:

$$Ra = \frac{0,15^2}{8 * 0,8} * 1000 = 3,51 \mu m \rightarrow N8$$

$$Ra = \frac{0,2^2}{8 * 1,2} * 1000 = 4,17 \mu m \rightarrow N8$$

Analizando los valores obtenidos se puede observar que la clase de rugosidad N8 está en el rango de rugosidades que mayormente se logra con el torneado. La siguiente tabla muestra distintas operaciones mecánicas y las rugosidades que se obtienen en cada una de ellas:



Rugosidad promedio en micrómetros – Ra μm													
Proceso	50	25	12.5	6.3	3.2	1.6	0.80	0.40	0.20	0.10	0.05	0.025	0.012
Arenado													
Aserrado													
Brochado													
Bruñido													
Cepillado													
Cizallado													
Corte con soplete													
Corte electroquímico													
Corte láser													
Electroerosión													
Estampado													
Esmerilado													
Extrusión													
Forjado													
Fresado													
Fundición a cera perdida													
Fundición a presión													
Fundición en arena													
Fundición en coquilla													
Granallado													
Laminado en caliente													
Laminado en frío													
Lapidado													
Limado													
Mandrilado													
Mortajado													
Oxicorte													
Pulido													
Recalado													
Rectificado													
Superacabado													
Taladrado													
Torneado													
Trefilado													
	Aplicación frecuente						Aplicación menos frecuente						

Tabla 4.3.b. Rugosidad promedio en los procesos de mecanizado.

4.4. Lubricante

El proceso de corte del torneado genera fricción, y ésta a su vez calor, por lo que tiene que utilizarse un líquido lubricante enfriador para reducir el desgaste de la herramienta cortante, para elevar la calidad de la superficie maquinada y disminuir los gastos de energía.

El aceite lubricante que se utiliza en las máquinas CNC de la empresa es el BOREAL BL – YPF AGRO. Es un aceite mineral que forma emulsiones blancas de aspecto lechoso. Este producto tiene como componente mayoritario aceite mineral y sus emulsiones resultantes aseguran excelentes propiedades refrigerantes y anticorrosivas además de ser muy estables tanto frente a los microorganismos como en su capacidad de evitar la separación del aceite.



CAPÍTULO 5 SISTEMA DE GESTIÓN DE LA SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

5. Normas vigentes

La norma ISO 45001 es una norma internacional en materia de salud y seguridad en el trabajo. A partir de este año (2021) reemplazará a la norma OHSAS 18001 por lo cual las empresas deberán obtener la nueva certificación del sistema de gestión SST acreditado por la ISO 45001. Esta última se basa en la norma anterior pero además exige que los peligros y riesgos se evalúen y se encuentren soluciones a los mismos para evitar que ocurran accidentes laborales.

5.1. Objetivos

Implementar un plan para identificar los peligros y riesgos en el área en el que se desarrolla la actividad laboral; estableciendo un lugar de trabajo más seguro para el personal. Prevenir accidentes e interrupciones no deseadas en el proceso productivo. Brindar protecciones eficientes que mejoren el desempeño del operario y la maquina al realizar las tareas.

Definiciones

Peligro: se considera una situación que posee el potencial para ocasionar daños en personas como ser enfermedades y lesiones, a un bien o propiedad, deterioro del medio ambiente, o que afecta a una combinación de éstos.

Riesgo: es la probabilidad de que ocurra un suceso que provoque daños que afectan en forma indeseada a una persona, un bien material o al medio ambiente.

Riesgo oculto: se pueden producir durante la realización de alguna actividad, pero no se relaciona directamente con la misma.

Enfermedad laboral: es una enfermedad que se produce en el trabajo o alguna condición física que empeora como consecuencia de la actividad laboral que se realice.



5.2. Determinación de los riesgos

Para determinar el riesgo a partir del peligro se debe estimar la gravedad del daño y la probabilidad de que este ocurra.

5.2.1. Gravedad

Se consideran los siguientes factores:

- Parte del cuerpo que probablemente se vea afectada o daños a los bienes.
- Naturaleza del daño.
- Tabla que aporta la Aseguradora de Riesgos del Trabajo (ART)

Concepto	Ejemplo	Puntaje
<i>Ligeramente dañino</i>	<ul style="list-style-type: none">lesiones superficiales, cortes y contusiones menores, irritación ocular por polvo.Malestar e irritación (por ejemplo: dolores de cabeza); enfermedad conducente a malestar temporal;	1
<i>Daño intermedio</i>	<ul style="list-style-type: none">Laceraciones, quemaduras, contusiones, lesiones de ligamentos serias, fracturas menores.Sordera, dermatitis, asma, lesiones de los miembros superiores relacionadas con el trabajo, enfermedad conducente a incapacidades permanentes parciales;	2
<i>Extremadamente dañino</i>	<ul style="list-style-type: none">Cáncer ocupacional, otras enfermedades graves que limitan el tiempo de vida, enfermedades agudas mortales.Amputaciones, fracturas mayores, envenenamiento, lesiones múltiples, lesiones fatales.	3

Tabla 5.2.1. Gravedad de los daños.

“Recuperado de <http://www.ambiente.chubut.gov.ar/wp-content/uploads/2015/07/PLAN-DE-SEGURIDAD-E-HIGIENE.pdf>”



5.2.2. Probabilidad

En este caso se tiene en cuenta la cantidad de personal que está expuesto y las medidas de control que se implementan para prevenir eventos peligrosos.

Concepto	Ejemplo	Puntaje
<i>Muy poco probable</i>	El evento peligrosos ocurre una vez cada 5 años	1
<i>Poco probable</i>	El evento peligroso ocurre en un lapso menor a un año	2
<i>Probable</i>	El evento peligroso ocurre todas las semanas	3

Tabla 5.2.2. Probabilidad de que ocurra un evento peligroso.

“Recuperado de <http://www.ambiente.chubut.gov.ar/wp-content/uploads/2015/07/PLAN-DE-SEGURIDAD-E-HIGIENE.pdf>”

5.3. Actividades rutinarias y no rutinarias

Rutinarias: las actividades se desarrollan diariamente o una vez por semana.

NO rutinarias: las actividades se desarrollan una vez al mes o con una menor frecuencia.

5.4. Riesgos ocultos

Estos riesgos no son propios de la tarea que se realiza, pero puede aparecer durante la ejecución de la misma. Se pueden producir por un factor climático, ingreso de vehículos o personal ajeno a la empresa, desarrollo de otra actividad propia de la empresa.

5.5. Niveles de riesgo

La clasificación del riesgo resulta de la combinación de la probabilidad estimada más la gravedad potencial del daño.

Gravedad + Probabilidad		1	<i>Ligeramente dañino</i>	2	<i>Daño intermedio</i>	3	<i>Extremadamente dañino</i>
1	<i>Muy poco probable</i>	2	Riesgo no significativo	3	Riesgo poco significativo	4	Riesgo moderado
2	<i>Poco probable</i>	3	Riesgo poco significativo	4	Riesgo moderado	5	Riesgo significativo
3	<i>Probable</i>	4	Riesgo moderado	5	Riesgo significativo	6	Riesgo intolerable

Tabla 5.5. Clasificación de los riesgos.



“Recuperado de <http://www.ambiente.chubut.gov.ar/wp-content/uploads/2015/07/PLAN-DE-SEGURIDAD-E-HIGIENE.pdf>”

5.6. Determinación del plan de acción

De acuerdo al nivel de riesgo se determina si se requiere algún tipo de acción de control, en la siguiente tabla se muestra la proporcionalidad de las acciones según el riesgo.

Niveles de riesgos		Acción de control
2	<i>No Significativo</i>	No se requiere ninguna acción inmediata.
3	<i>Poco Significativo</i>	Los controles son suficientes. Se debe dar prioridad al control de riesgos más importantes. Se requiere seguimiento para asegurar que se mantengan los controles.
4	<i>Moderado</i>	Deben tomarse recaudos para reducir el riesgo. Deben implementarse medidas de reducción de riesgos dentro de un lapso definido
5	<i>Significativo</i>	No debe comenzar el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo. Cuando el riesgo involucra trabajo en proceso, debe tomarse acción urgente.
6	<i>Intolerable</i>	No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo, el trabajo debe permanecer prohibido.

Tabla 5.6. Plan de acción.

“Recuperado de <http://www.ambiente.chubut.gov.ar/wp-content/uploads/2015/07/PLAN-DE-SEGURIDAD-E-HIGIENE.pdf>”

5.7. Resultados de la evaluación de riesgos

La actividad laboral evaluada en este proyecto consiste en la operación de un torno CNC en una metalúrgica. La tarea la realiza un operario capacitado con una frecuencia de 44 horas semanales. Por lo tanto se considera una actividad rutinaria.

La máquina herramienta utilizada para el trabajo posee principalmente un mecanismo de rotación. Dicho movimiento y las partes cortantes que también están presentes en el área de trabajo representan riesgos de cortes superficiales, contusiones, fracturas menores, miembros superiores expuestos, sordera, exposición a las virutas que se desprenden del material en movimiento. Por lo tanto se considera un tipo de daño intermedio con un puntaje de 2.



La probabilidad en este caso se determinó en función del historial de accidentes en la empresa con lo cual se estima estadísticamente que un evento peligroso ocurre una vez por mes, es decir, poco probable (puntaje 2).

Los riesgos ocultos que se pueden identificar son:

Cargas manipuladas por el puente grúa.

Acceso de personas ajenas al lugar que no ingresan por el lugar correspondiente.

En conclusión, de la evaluación de riesgos se tiene como resultado una clasificación de nivel de riesgo (gravedad + probabilidad) de riesgo moderado. Por lo tanto, se deben tomar medidas para reducir el riesgo tal como lo indica la tabla de acciones de control.

5.8. Medidas para eliminar los peligros o reducir los riesgos en el trabajo

5.8.2. Acciones preventivas

5.8.2.1. Elementos de protección personal (E.P.P.)

Son equipos o dispositivos que debe usar el trabajador para disminuir los riesgos y evitar accidentes en el trabajo.

Para el manejo del torno CNC el operario debe contar con:

- Ropa de trabajo: de tela flexible para una fácil limpieza y que permita la comodidad de sus movimientos. Se debe eliminar, en lo posible, elementos adicionales como bolsillos, botamangas, cordones, entre otros, para evitar enganches. Se tiene prohibido el uso de corbatas, bufandas, pulseras, collares, elementos colgantes, relojes y otros.
- Casco: el operario estará expuesto a la posibilidad de caídas de objetos debido a la zona de trabajo donde se desarrolla. Por lo tanto, debe utilizar un casco ajustado firmemente en la cabeza que resista los impactos de objetos en caída libre, proyecciones de partículas a velocidad, tenga resistencia a la perforación. Regularmente se debe inspeccionar el casco observando si el mismo posee grietas o agujeros, deformaciones permanentes, rotura del arnés; si se observa uno o varios de estos síntomas se debe reemplazar inmediatamente por uno nuevo.



- Calzado de seguridad: para proteger los pies de posibles traumatismos, el trabajador deberá con botines o botas reforzadas con punteras de acero para disminuir los riesgos de agresiones mecánicas.
- Protectores auditivos: la persona a cargo del manejo del torno CNC se encuentra en un ambiente cuyo nivel sonoro continuo supera el máximo admisible (85 dB) por lo tanto debe usar protectores auditivos. La atenuación del ruido provocada por el dispositivo protector debe permitir que el personal no tenga dificultades en la comunicación. En épocas de frío se recomienda NO llevar abrigos por debajo del protector auditivo ya que disminuye su eficacia.
- Protectores oculares: el evento de riesgo más frecuente al operar una máquina herramienta como el torno es la proyección de partículas que se desprenden del material que pueden impactar en los ojos del operario. Por esa razón se debe contar con lentes de protección resistente a dicho riesgo y transparente para no reducir el campo visual.
- Guantes: el trabajador estará en contacto con materiales cortantes por lo tanto deberá contar con una protección para la manipulación de los objetos sin sufrir lesiones.

5.8.2.2. Dispositivos de seguridad de la máquina

Los interruptores están asegurados en una caja para que no sean accionados involuntariamente.

Todo el sistema de transmisión se encuentra aislado y cubierto de un posible contacto externo.

Guarda completa contra salpicaduras.

Botón de parada de emergencia.

Protección eléctrica del motor y del variador.

5.8.3. Recomendaciones que debe cumplir el operario antes, durante y después de realizar la tarea

El manejo de la máquina debe realizarse sin distracciones (uso de celulares, MP3, etc.)

Las mediciones y controles se deben efectuar con la máquina parada.



Las virutas que se producen durante el mecanizado se deben retirar con un cepillo adecuado. No se deben usar las manos.

Para cabellos largos y sueltos se debe recoger bajo una prenda adecuada.

Antes de la puesta en marcha se debe comprobar lo siguiente:

La máquina debe estar anclada firmemente al suelo y todos los dispositivos de sujeción correctamente ajustados a la mesa de la máquina.

La pieza a mecanizar debe estar ajustada firmemente al dispositivo de sujeción.

El área de trabajo de la maquina debe estar libre de herramientas abandonadas que luego puedan ser arrojadas por la maquina o dañen a la misma.

Todas las protecciones deben estar en condiciones y en funcionamiento.

Durante el funcionamiento de la máquina, el operario debe estar alejado sin apoyar las manos sobre la carcasa o las partes del torno. Se debe parar la marcha si se requiere medir, calibrar, verificar, redirigir el chorro del líquido refrigerante, hacer ajustes de varios tipos.

Una vez finalizada la actividad se debe limpiar la máquina y la zona de trabajo. Guardar las herramientas y accesorios en sus lugares correspondientes. En las inmediaciones y pasillos de acceso deben estar libres de obstáculos.

Periódicamente se debe realizar el mantenimiento de la máquina para conservar su estado.

Las piezas terminadas deben guardarse en un lugar seguro. Los trapos sucios de aceite o grasa son residuos especiales por lo que se deben diferenciar de la basura común.

5.8.4. Capacitaciones para el personal

Las capacitaciones se realizarán una vez al año por medio de conferencia, cursos, seminarios, para concientizar sobre la prevención de riesgos y las medidas de higiene y seguridad.

La asistencia debe ser obligatoria. El personal tendrá conocimiento en temas de seguridad e higiene en general, primeros auxilios, accidentes in itinere, uso de EPP, orden y limpieza, plan de



evacuación, uso de extintores, riesgos ergonómicos, uso de máquinas y herramientas, riesgo eléctrico.

5.8.5. Pasillos de circulación

Los pasillos de circulación para el personal de trabajo deben estar perfectamente delimitados y señalizados, libres de cualquier obstáculo que pueda afectar el paso de los trabajadores. Según OSHA la anchura de los pasillos se deben marcar con franjas de 5 cm como mínimo y la anchura total recomendada debe ser superior a los 120 cm. La distancia entre el punto más cercano de cualquier máquina al pasillo no debe ser menor a los 80 cm. En Anexos – Plano N° 5 se puede observar la marcación de los pasillos de circulación.

5.8.6. Iluminación y puesta a tierra

Según norma IRAM-AADL J 20-6 la intensidad mínima de iluminación localizada para trabajos de piezas pequeñas, fabricación de herramientas y ajustes de máquinas debe tener un valor de 500 lux. Actualmente la empresa cumple con este requisito. En Anexos – Planos N° 6 se puede observar la distribución de las luminarias.

En la última medición de la puesta a tierra y continuidad de las masas, realizada por el responsable de Higiene y Seguridad en el trabajo, se obtuvo un valor de 0,95 Ohm en el sector de mecanizados. Al momento de la medición, la condición del terreno era lecho seco. El esquema de conexión a tierra utilizado es el TT.

5.8.7. Protección contra incendios

Según la Ley 19.587 Higiene y Seguridad en el trabajo se debe instalar como mínimo un matafuego cada 200 metros cuadrados de superficie a proteger. Además, se deben cumplir las siguientes recomendaciones:

- ✓ Los extintores deben colocarse de manera tal que la distancia a recorrer hacia el lugar donde se encuentran instalados, desde cualquier punto del sector, no supere los 20 metros.
- ✓ Ubicar los extintores cerca de las salidas.
- ✓ El acceso a los extintores debe estar libres de obstáculos.



- ✓ Pintar un cuadrado de 1m x 1m en color amarillo o rojo delante del matafuego y mantenerlo limpio.
- ✓ Señalizar los matafuegos (chapa baliza). Colocar un cartel indicador en altura si no se lo ve.
- ✓ Colocar en un lugar visible el número de teléfono de emergencias y de bomberos.
- ✓ Se deben colocar a un metro de altura.

5.8.7.1. Cálculo del número mínimo de extintores necesarios

Considerando una superficie de 1850 metros cuadrados que se debe proteger se calcula la cantidad de matafuegos de la siguiente manera:

$$N^{\circ} \text{ de extintores} = \frac{1850 \text{ m}^2}{200 \text{ m}^2} = 9,25$$

Se deben instalar 10 matafuegos tipo ABC distribuidos de tal manera que se cumplan con las recomendaciones mencionadas anteriormente. Para este caso el operario que trabaja en el sector de mecanizado deberá contar con un extintor a menos de 20 metros de alcance desde su punto de trabajo. En Anexos - Plano N° 7 se puede observar los lugares de colocación de los extintores.



Como se ve en la Imagen 6.2.a. los dos almacenes de materia prima se encuentran a una gran distancia del área de mecanizado en tornos CNC. Esta distancia que debe recorrer el operario es de 25 mts aproximadamente, lo que representa un desperdicio de tiempo importante.

Lo que se propone es una nueva ubicación del almacén de materia prima de la siguiente manera:



Imagen 6.2.b. Nueva distribución en planta.

Esta nueva disposición del almacén se ubica a una distancia de 12 mts, lo cual se consigue una reducción de recorrido del 50% aproximadamente. Además, la distancia del almacén respecto al sector de herrería, que se encuentra representado por el círculo, no varía en cantidades representativas.



Otras ventajas:

- ✓ El nuevo almacén de materia prima se ubica en las cercanías de los portones donde ingresan los camiones de los proveedores.
- ✓ Mayor seguridad en el manejo de la grúa para el transporte de material.

6.3. Frecuencia y lugar de uso de las herramientas

Aquí se pudo observar que tanto el personal que operan los tornos convencionales como los operarios que trabajan con los tornos CNC utilizaban las mismas herramientas de medición. Esto significaba, en ciertas ocasiones, tiempos de espera para contar con la disponibilidad de la herramienta. En otras oportunidades se desconocía el paradero de herramientas tales como el micrómetro.

El lugar donde se guardan las herramientas se ubica en el sector de mecanizado en tornos convencionales. Lo que se propone es instalar un almacén de herramientas en el sector de mecanizado en tornos CNC, el cual no cuenta con uno actualmente.



“Recuperado de <https://view.genial.ly/5930625493918a0a68080ab1/interactive-content-retorganizar-un-almacen-de-herramientas/>”



6.4. Gestión de Stock

Por medio del estudio de Stock de una empresa se obtiene los siguientes beneficios:

- ✓ Reducción de los costes del inventario y de la manipulación.
- ✓ Eliminar inventarios totalmente innecesarios.
- ✓ Reducción de los plazos de entrega.
- ✓ Mejora del servicio al cliente.

Inventario: constituye la cantidad de existencias de un bien o recurso cualquiera usado en una Organización. Un sistema de Inventarios es el conjunto de políticas y controles que regulan los niveles del inventario y determinan qué niveles debemos mantener, cuándo debemos reabastecer existencias y cuál debe ser el volumen de los pedidos.

En suma, Inventario es todo lo que tenemos disponible, pero también lo que está en proveedor, tránsito, ingreso provisorio, en control de salida, Almacenes de Materia Prima, en Curso de Elaboración y Producto Terminado, Expedición, Tránsito de Consumidor, etc.

Por lo general, el inventario para la producción se refiere a los bienes que contribuyen al producto que fabrica la empresa o que forman parte de él. El Inventario para la producción normalmente se divide en materias primas, productos terminados, componentes, abastos y materiales en proceso. Para el caso de los servicios, el inventario se refiere generalmente a ciertos bienes tangibles que pueden ser vendidos y a los abastos necesarios para brindar el servicio.

El objeto básico del *análisis de inventarios* para conocer las existencias necesarias para la producción y los servicios, es especificar:

- (1) Cuándo se deben ordenar los artículos y
- (2)Cuál debe ser el volumen de la orden.



6.4.2. Gestión de inventario

Existen 3 tipos de modelos de inventario:

- A. Modelo de inventario para un solo período
- B. Modelo de inventario para varios períodos
- C. Modelo de cantidad fija de orden

Este último modelo es el que se adoptará para calcular cuando y en qué cantidad se debe hacer la orden de materia prima para la fabricación de un cierto producto.

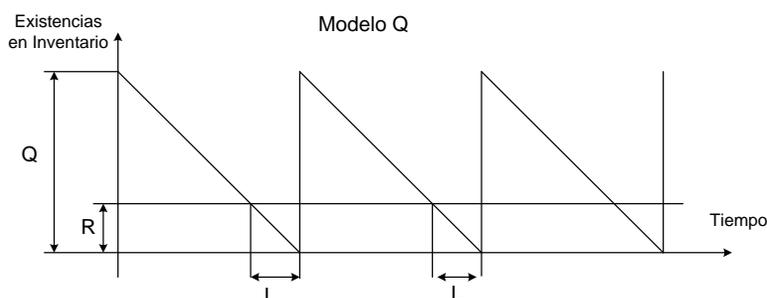
Modelos de cantidad fija de orden

Tratan de establecer el punto específico R , en que debe hacerse una nueva orden y el tamaño de esa orden, Q . El punto de la orden R , siempre es una cantidad específica de unidades. Colocamos una orden de volumen Q cuando el inventario disponible (en existencia y el que se ordena) llega al punto R . Definimos la **situación del inventario** como

(Cantidades en existencia) + (La orden) – (Las órdenes acumuladas no surtidas).

Los modelos más sencillos de esta categoría se presentan cuando conocemos todos los aspectos de la situación con certeza. Si la demanda anual de un producto es de mil unidades, la cantidad será justo ésa. Esto mismo se aplica a los Costos de Preparación y los Costos de Mantener el inventario. El supuesto de mantener una total certidumbre casi nunca es válido, pero sí es una buena base para nuestra explicación de los modelos de inventario.

Modelo básico de la Cantidad Fija de la Orden



Curva 6.4.2. Punto de orden.



Características del Modelo de demostración “Q”: estos supuestos, son un punto de partida para el análisis:

- ❖ La demanda del producto es constante y uniforme a lo largo del período
- ❖ El tiempo de entrega (desde la colocación de la orden hasta su recepción), es constante
- ❖ El precio por unidad del producto es constante
- ❖ El costo por mantener el inventario está basado en un inventario promedio
- ❖ Los costos por colocar la orden o la preparación son constantes
- ❖ Todas las demandas del producto serán satisfechas (no hay lugar para los pedidos no surtidos)

El “efecto de dientes de serrucho” que relaciona Q y R en la figura anterior, muestra que cuando la situación del inventario baja al punto “R”, colocamos una nueva orden. Esta orden se recibe al término del período “L” (que en este modelo no varía)

La relación funcional entre las variables de interés es:

Costo anual total = Costo anual compra + Costo anual de la orden + Costo anual p/mantener inventario

O bien:

$$T. C. = D.C + D.S/Q + Q.H / 2$$

Dónde:

T. C. = Costo Total Anual

D = Demanda (anual)

C = Costo por Unidad



Q = Volumen de la orden (la cantidad óptima se llama *cantidad económica de la orden* –EOQ–)

S = Costo por preparación o por colocar una orden

R = Punto de Reorden

L = Tiempo de entrega

H = Tasa de Almacenamiento: Costo anual de mantener y almacenar una unidad del inventario promedio (con frecuencia el costo de mantener el inventario se toma como porcentaje del costo del artículo; por ejemplo, $H = i \cdot C$, donde i es el porcentaje de costo por mantener el inventario)

Luego, la cantidad óptima o económica de pedido Q^* , será:

$$Q^* = \sqrt{2DS/H}$$

A continuación, se hará un cálculo estimativo y a modo de ejemplo, teniendo en cuenta una producción anual de 9600 unidades, que corresponde al primer año de explotación de la actividad estimado en el capítulo anterior. Lo cual requieren aproximadamente 60 barras de acero. El costo de una barra de acero SAE 1045 de 2" es de \$3676. El costo de la orden de compra es de \$500. El porcentaje de costo por mantener el inventario es 30%. <https://www.brinsa.com.ar/> (06/08/22).

Entonces tenemos:

D = 60 unidades anuales

C = \$3676

S = \$500

$H = i \cdot C = 0,3 \cdot \$3676 = \$1102,8$

Por lo tanto,

$Q^* = 7,37$; n (número de compras al año) = $60/7,37 = 8$ órdenes de compra/año.



Costo Total mínimo:

$$CT^* = \sqrt{2 D S H} = \sqrt{2 * 60 * 500 * 7,37} = \$665,25$$

$$\text{Costo Total anual} = T.C. = D.C.+D.S/Q+Q.H/2 = 60 \text{ U/a} * 3676\$/U + 60 \text{ U/a} * 500\$ * 1/1102,8U + 1102,8U * 7,37\$/Ua * 1/2 = \$ 224.820,87$$

6.5. Tiempo estándar

De nuevo tomando como referencia la fabricación de la pieza que tiene menor ganancia se evaluará la productividad diaria para un operario.

Tiempo normal (TN):

Es el tiempo que se obtiene de afectar al tiempo observado TO, con la calificación del desempeño correspondiente.

Luego, el Tiempo Normal que requeriría el operario calificado para realizar el mismo trabajo, se da por el producto siguiente:

$$TN = TO \times 100 / C$$

C: Calificación del desempeño: es el proceso de ajustar el tiempo que tarda un operario al que le correspondería a un operario normal

La calificación puede clasificarse según:

Destreza	Valores de C:		Categorías
Consistencia Condiciones de trabajo Esfuerzo	Entre:	0 y 30	Muy lento: No califica
		30 y 80	Lento: Se paga por permanencia
		80 y 100	Normal: Siente motivación
		Mayor a 100	Calificado: Se le paga por productividad

Tabla 6.5.a. Calificación del desempeño.



Asignación de Suplementos:

Ningún operario puede mantener un paso estándar todos los minutos del día de trabajo.

3 (tres) pueden ser las clases de interrupciones que se dan lugar:

Personales (viajes al baño, y a los bebederos)

Fatiga (que afecta a todos los operarios por igual)

Demoras inevitables (Herramientas que se rompen, interrupciones del supervisor, etc.)

Tiempo Estándar:

Para que el tiempo sea razonable, se aplican coeficientes de ajuste.

Luego el $TS = TN + TN \times \text{suplemento} = TN \times (1 + \text{suplemento})$

Suplementos: Clasificación

Necesidades personales	Fatiga básica	Demora inevitable
1 a 5%	1 a 4%	1 a 3 %

Tabla 6.5.b. Suplementos.

Tasa de producción std:

TO: 2,65 min; corresponde al tiempo de mecanizado de la pieza.

C: 90; para un operario normal.

TN: $TO \times 100/C = 2,65 \times 100/90 = 2,94 \text{ min}$

Suplemento: 5% (Necesidades personales); 3% (Fatiga); 2% (Demora).

$TS = TN \times (1 + \text{suplemento}) = 2,94 \times (1 + 0,05 + 0,03 + 0,02) = 3,24 \text{ min / unidad}$

Productividad std = cantidad de productos / TS = 18 unidades / hora



Se tiene en cuenta la peor condición en la cual se debe preparar la máquina y realizar el programa de mecanizado. Por lo tanto, se restan los tiempos de 20 min y 30 min respectivamente para una jornada laboral de 8 hs.

Producción diaria = horas laborales x productividad std = 7 hs x 18 u/hs = 126 unidades.

En el mes se podrían producir aproximadamente 2500 unidades lo cual cubren ampliamente con la demanda esperada. La demanda estimada significa un 30 % aproximadamente de la producción máxima mensual posible.



CAPÍTULO VI HUELLA DE CARBONO DEL PROCESO

7. Huella de carbono

La huella de carbono (HC) indica el volumen de gases de efecto invernadero (GEI) que emite una cierta actividad industrial, económica o tareas cotidianas que realiza un ser humano. Su valor se expresa en cantidades de masa de CO₂ equivalente. Se sabe que el CO₂ contribuye al calentamiento global por lo tanto conocer dicho valor permite tomar medidas para reducir su emisión y cuidar el medio ambiente.

7.2. Cálculo de emisión de GEI

El método de cálculo se basa en la recopilación de los datos de la actividad (consumos, residuos, superficie ocupada, etc.) y la selección de factores de emisión normalizados (FE) que convierten los datos mencionados anteriormente en toneladas de CO₂ equivalentes (tCO₂e). Este método es el más utilizado para aproximar las emisiones de GEI ya que minimiza la incertidumbre de las estimaciones y se obtienen resultados más precisos.

Tenemos entonces la siguiente expresión:

Cantidad x factor de emisión = toneladas equivalentes de CO₂

7.2.2. Recopilación de datos de la actividad

A continuación se presenta una tabla de los distintos consumos en el mes que posee el proceso de mecanizado de piezas en el torno CNC. Los más importantes a destacar son:

- Consumo eléctrico de la máquina herramienta.
- Consumo de nafta para la distribución de los trabajos terminados.

Cabe destacar que no se tiene en cuenta la generación de virutas como residuo ya que los chatarreros aprovechan dicho material para reutilizarlo.



Consumo	Valor	Unidad
Eléctrico	2675,2	kWh
Nafta	300	litros

Tabla 7.2.2. Consumos en la empresa

7.2.3. Factores de emisión

A continuación, se muestran los factores de emisión de la energía eléctrica y los combustibles más usuales, datos otorgados por la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (SAyDS):

Fuente energética	Factor de emisión	Unidad
Energía eléctrica	0,50	KgCO ₂ eq /KWh
Nafta	2,37	KgCO ₂ eq /litro
Gasoil	2,77	KgCO ₂ eq /litro
Gas natural	1,95	KgCO ₂ eq /m ³

Tabla 7.2.3. Factores de emisión.

“Recuperado de <http://c3t.fra.utn.edu.ar/wp-content/uploads/2014/10/Huella-de-Carbono.pdf>”

7.2.4. Huella de carbono de la actividad productiva

El resultado se obtiene de multiplicar los datos recopilados por los factores de emisión.

Consumo	Valor	Unidad
Eléctrico	1337,6	kgCO ₂ eq
Nafta	711	kgCO ₂ eq
TOTAL	2048,6	kgCO₂eq

Tabla 7.2.4. Huella de carbono de la metalúrgica.

La huella de carbono (HC) de la producción mensual de la metalúrgica es de 2,05 tCO₂eq.



CAPÍTULO VII MATRIZ DE IMPACTO AMBIENTAL

8. Metodología de cálculo

Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental

Es un método analítico perteneciente a Vicente Conesa Fernandez – Vitora (1997) para calcular la importancia de cada impacto ambiental en las distintas etapas de un proyecto.

La ecuación para el cálculo de la importancia (I) de un impacto ambiental es la siguiente:

$$I = \pm[3i + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

\pm = Naturaleza del impacto.

I = Importancia del impacto.

i = Intensidad o grado probable de destrucción.

EX = Extensión o área de influencia del impacto.

MO = momento o tiempo entre la acción y la aparición del impacto.

PE = Persistencia o permanencia del efecto provocado por el impacto.

RV = Reversibilidad

SI = Sinergia o reforzamiento de dos o más efectos simples.

AC = Acumulación o efecto de incremento progresivo.

EF = efecto (tipo directo o indirecto)

PR = Periodicidad

MC = Recuperabilidad o grado posible de reconstrucción por medios humanos.



8.2. Determinación de los factores para el cálculo

Mediante el siguiente cuadro se determina los valores de los distintos factores que se encuentran en la ecuación:

Modelo de Importancia de Impacto

Signo		Intensidad (i) *	
Beneficioso	+	Baja	1
Perjudicial	-	Total	12
Extensión (EX)		Momento (MO)	
Puntual	1	Largo plazo	1
Parcial	2	Medio plazo	2
Extenso	4	Inmediato	4
Total	8	Critico	8
Critica	12		
Persistencia (PE)		Reversibilidad (RV)	
Fugaz	1	Corto plazo	1
Temporal	2	Medio plazo	2
Permanente	4	Irreversible	4
Sinergia (SI)		Acumulación (AC)	
Sin sinergismo	1	Simple	1
Sinérgico	2	Acumulativo	4
Muy sinérgico	4		
Efecto (EF)		Periodicidad (PR)	
Indirecto	1	Irregular	1
Directo	4	Periódico	2
		Continuo	4
Recuperabilidad (MC)		$I = \pm [3i + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$	
Recup. Inmediato	1		
Recuperable	2		
Mitigable	4		
Irrecuperable	8		

* Admite valores intermedios.

Tabla 8.2. Factores de impacto ambiental.

“Recuperado de <http://www.ambiente.chubut.gov.ar/wp-content/uploads/2015/01/Metodolog%C3%ADa-para-el-Calculo-de-las-Matrices-Ambientales.pdf>”



8.3. Calificación del grado de importancia

De acuerdo al cálculo de la importancia (I), se califica el grado de importancia según la siguiente tabla:

Valor I (13 y 100)	Calificación	Significado
< 25	BAJO	La afectación del mismo es irrelevante en comparación con los fines y objetivos del Proyecto en cuestión
25 ≥ < 50	MODERADO	La afectación del mismo, no precisa prácticas correctoras o protectoras intensivas.
50 ≥ < 75	SEVERO	La afectación de este, exige la recuperación de las condiciones del medio a través de medidas correctoras o protectoras. El tiempo de recuperación necesario es en un periodo prolongado
≥ 75	CRITICO	La afectación del mismo, es superior al umbral aceptable. Se produce una pérdida permanente de la calidad en las condiciones ambientales. NO hay posibilidad de recuperación alguna.

Tabla 8.3. Clasificación del grado de importancia.

“Recuperado de <http://www.ambiente.chubut.gov.ar/wp-content/uploads/2015/01/Metodolog%C3%ADa-para-el-Calculo-de-las-Matrices-Ambientales.pdf>”

8.4. Identificación de las fases de la metalúrgica

A continuación, se identifican las clases de contaminación y las fases propias de la metalúrgica:

CLASES DE CONTAMINACION	FASES						
	Almacenamiento	Tratamiento térmico	Pintura	Soldadura	Mecanizado	Rectificado	Empacado
Polvo	-	-	-	-	x	x	-
Ruido	-	-	x	x	x	x	x
Olores	-	x	x	x	-	-	-
Contaminantes	x	x	x	x	x	-	x
Agua residual	-	x	-	-	-	-	-
Gas de humo	-	-	-	x	-	-	-
Residuos especiales	-	x	-	x	x	x	-

Tabla 8.4. Clases de contaminación.



8.5. Matriz de impacto ambiental

Se calcula el valor de la importancia del impacto ambiental de los sectores de la fábrica y se obtiene la siguiente matriz de impacto ambiental:

FASES	CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA (I)											
	i	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Importancia	Calificación
Almacenamiento	1	1	1	2	1	1	1	2	2	2	17	BAJO
Tratamiento térmico	4	1	4	1	1	2	1	4	2	2	31	MODERADO
Pintura	2	1	4	1	1	1	1	4	1	1	22	BAJO
Soldadura	6	1	4	1	1	1	1	4	1	2	35	MODERADO
Mecanizado	10	4	1	1	1	1	1	1	1	1	46	MODERADO
Rectificado	8	2	1	1	1	1	1	1	1	1	36	MODERADO
Empacado	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	22	BAJO

Tabla 8.5. Matriz de impacto ambiental.

En base a estos resultados se puede concluir que no es necesario realizar prácticas correctoras o protectoras en ninguna de las fases debido a que las afectaciones se mantienen moderadas.



CONCLUSION FINAL

Se demostró que el torno CNC, fabrica mayor cantidad de piezas en menos tiempo. Al ser más productivo, mejora notablemente la rentabilidad de la empresa, bajando los costes y tiempos de producción, aumentando los índices económicos, mayor facturación y con ello la pyme podrá recuperar la inversión realizada.

A la vez, el torno CNC logra en la pieza, una mejor terminación superficial, menor rugosidad, y por ende menor concentración de tensiones, favoreciendo así la resistencia al desgaste y a la fatiga del material, aumentando la vida útil de la misma.

El aumento de la capacidad de producción y precisión en el mecanizado se debe al ordenador que lleva incorporado, el cual procesa las ordenes de ejecuciones contenidas en un software confeccionado por un programador.



Bibliografía

- ❖ Diaz del Castillo, F. (2007). *Lecturas de Ingeniería 2. Tribología: fricción, desgaste y lubricación*. Cautitlán Izcalli, Mexico. UNAM Cautitlán.
- ❖ Real Academia Española. Recuperado de: <https://dle.rae.es/tribolog%C3%ADa>.
- ❖ Widman International SRL, (2018). *La Relación entre Viscosidad y Lubricación Hidrodinámica*. Santa Cruz, Bolivia. Recuperado de:
<https://www.widman.biz/Seleccion/hidrodinamica.html>. (Ent. 03/06/22)
- ❖ Llewellyn, P. (2020). *Aspectos fundamentales de la lubricación*. Recuperado de:
<https://esp.cbmconnect.com/aspectos-fundamentales-de-la-lubricacion/>. (Ent. 14/05/22)
- ❖ OKS Germany. *Lubricantes secos: la alternativa para aplicaciones especiales*. Recuperado de: <https://www.oks-germany.com/es/tribologia/tipos-de-lubricantes/lubricantes-secos/>. (Ent. 14/05/22)
- ❖ Mazak Corporation, (2021). *Torneado*. Recuperado de:
<https://www.mazakusa.com/es/machines/process/turning/>. (Ent. 09/04/22)
- ❖ Romero Carrillo, P. (2009). *Trabajando en el torno: riesgos y medidas preventivas*. Andalucía, España. Revista: Temas para la educación. (Ent.17/10/22)
- ❖ Defante, (2018). *Torno paralelo CNC CKE 6136I*. Recuperado de:
<https://www.defante.com.ar/producto/d/torno-paralelo-cnc-cke-6136i>. (Ent. 12/07/22)

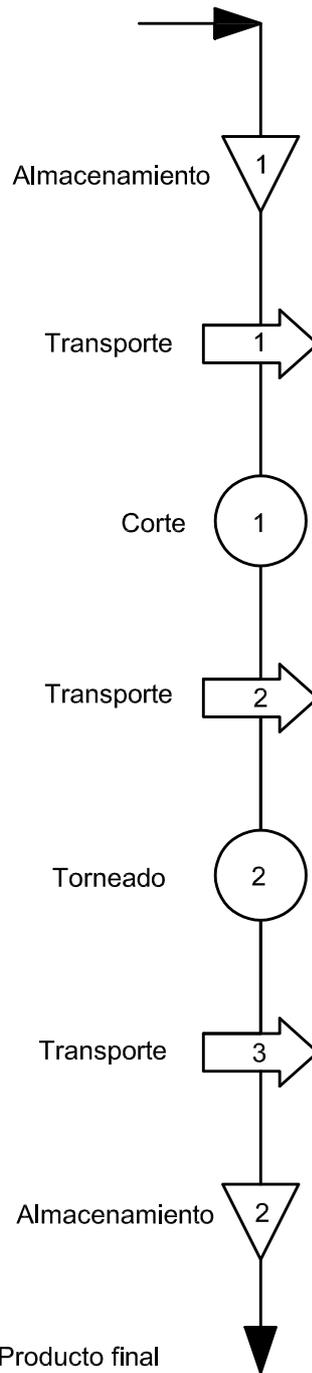


- ❖ Fundación CIDETER. *El torno CNC*. Recuperado de: <https://cecma.com.ar/wp-content/uploads/2019/04/introduccion-a-la-programacion-cnc-modulo-ii.pdf>. (Ent. 11/08/22)
- ❖ Gobierno de Santa Fe, (2008). *Cadena de la maquinaria agrícola santafesina*. Santa Fe, Argentina. (Ent. 22/09/22)
- ❖ Grenon S.A.I.C. (2018). Reconquista, Argentina. *Información institucional*. Recuperado de: <http://www.grenon.com.ar/Fabrica.html>. (Ent. 19/08/22)
- ❖ Crecer, (2016). *Misión y visión en la empresa. ¿Por qué son importantes?* Recuperado de: <http://www.creecer.cl/importancia-mision-vision-empresas/>. (Ent. 21/08/22)
- ❖ Herrero, A. (2018). *Las estrategias genéricas de Michael Porter y el plan de marketing*. Recuperado de: <https://www.titular.com/blog/las-estrategias-genericas-de-michael-porter-plan-de-marketing>. (Ent. 23/09/22)
- ❖ ZADECOM, (2021). *Mejora de procesos y reducción de stocks*. Recuperado de: <https://zadecon.es/soluciones/mejora-de-procesos-lean-manufacturing-i>. (Ent. 17/10/22)
- ❖ Bossio, D. (2014). *Logística verde: la importancia del conocimiento de la huella de carbono para una empresa de transporte*. Buenos Aires, Argentina. UTN – Facultad Regional Avellaneda. (Ent. 16/08/22)
- ❖ Hidroar S.A. Servicios hidrogeológicos y ambientales. (2015) Recuperado de: <http://www.ambiente.chubut.gov.ar/wp-content/uploads/2015/01/Metodolog%C3%ADa-para-el-Calculo-de-las-Matrices-Ambientales.pdf> (Ent. 29/08/22)
- ❖ ISO 45001. (2018). *Sistemas de gestión de seguridad y salud en el trabajo*. Recuperado de: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:45001:ed-1:v1:es>. (Ent. 11/11/22)

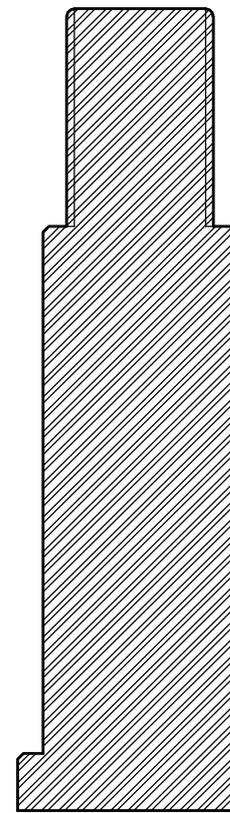
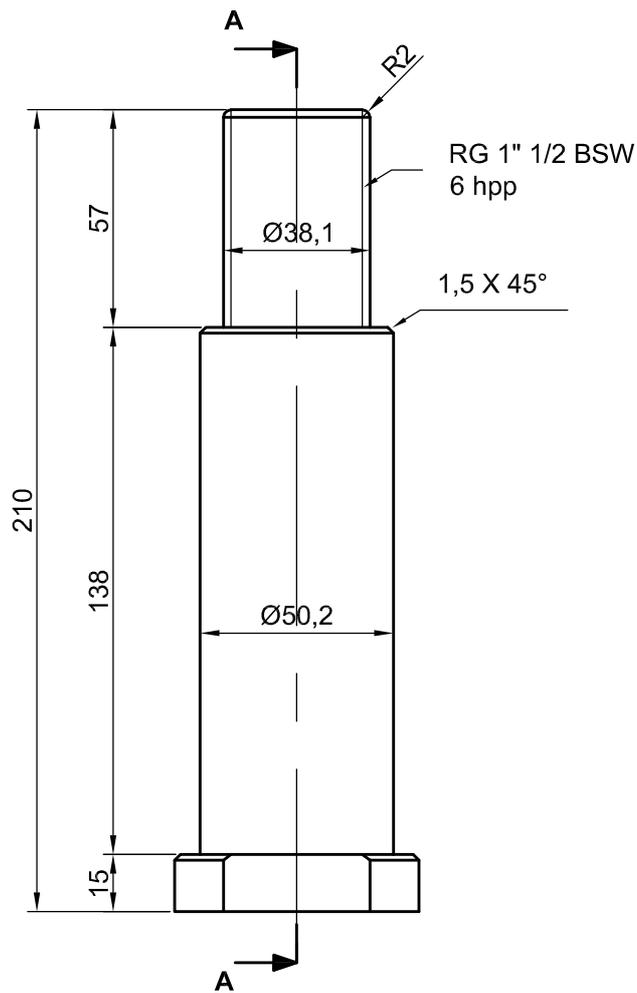


Anexo I: Planos

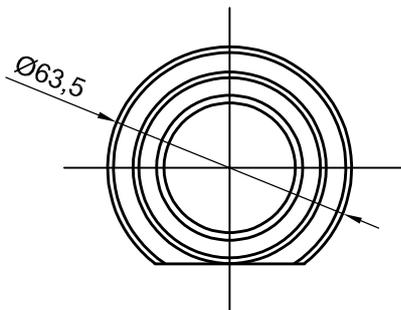
Barra de acero



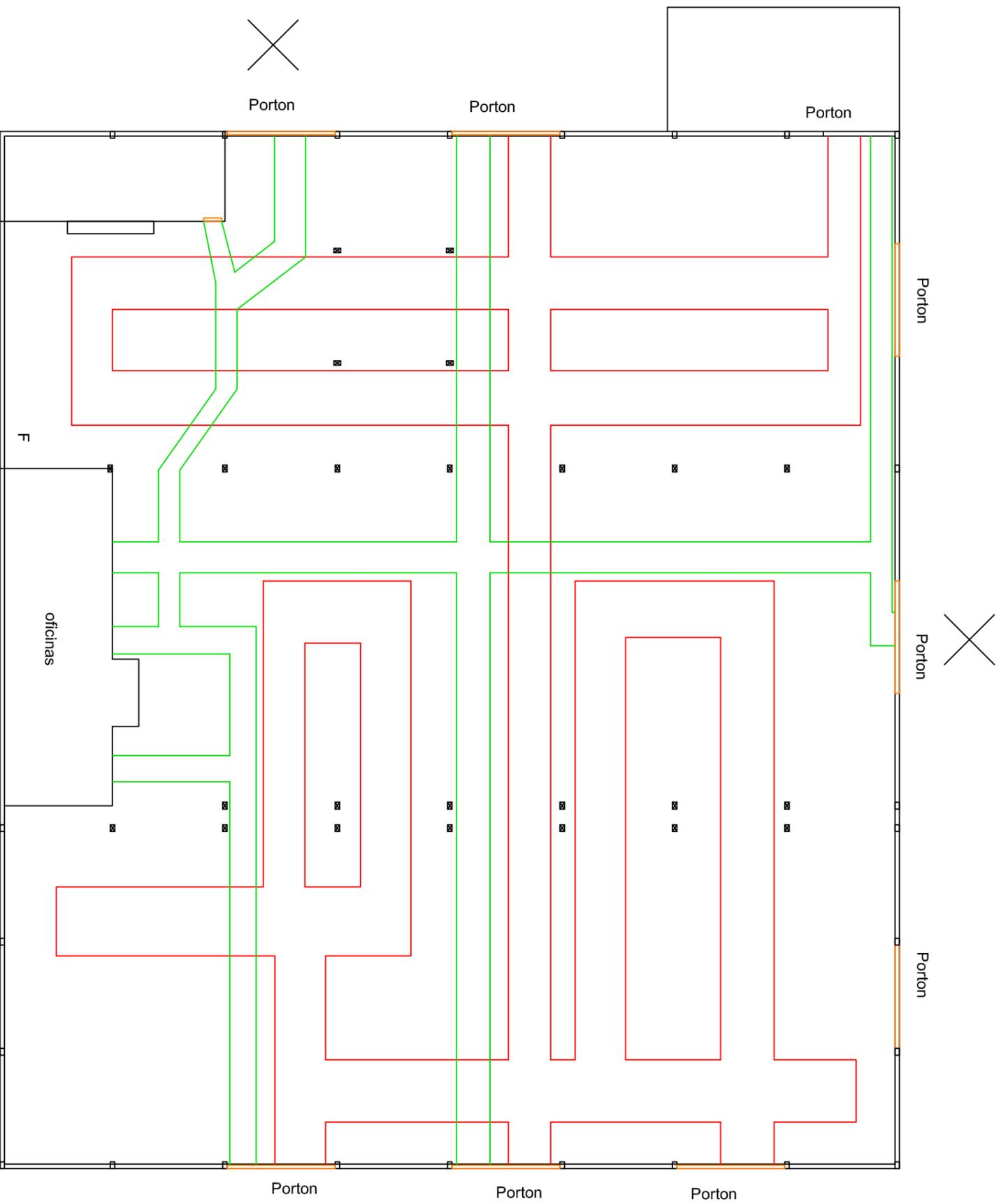
Medidas en mm	Dibujó	Fecha	Nombre	 UTN - FRRq Proyecto Final	5to Año Ingeniería Electromecánica
	Revisó		Grenón M.		
	Aprobó		Ing. Antón E.		
			Ing. Antón E.		
	Esc. 1:1	Proceso productivo de torneado			
					Plano N°: 2



SECCIÓN A-A



1	1000367	Redondo 2 1/2" SAE 4140		210	1
N°	Código	Descripción		Longitud	Cant.
Medidas en mm		Fecha	Nombre	 UTN - FRRq Proyecto Final	
	Dibujó		Grenón M.		
	Revisó		Ing. Antón E.		
	Aprobó		Ing. Antón E.		
	Esc. 1:2	Perno c/Rosca Ø50,2 x 138 Bisagra Portarolo GMAS		5to Año Ingeniería Electromecánica	
				Plano N°: 3	



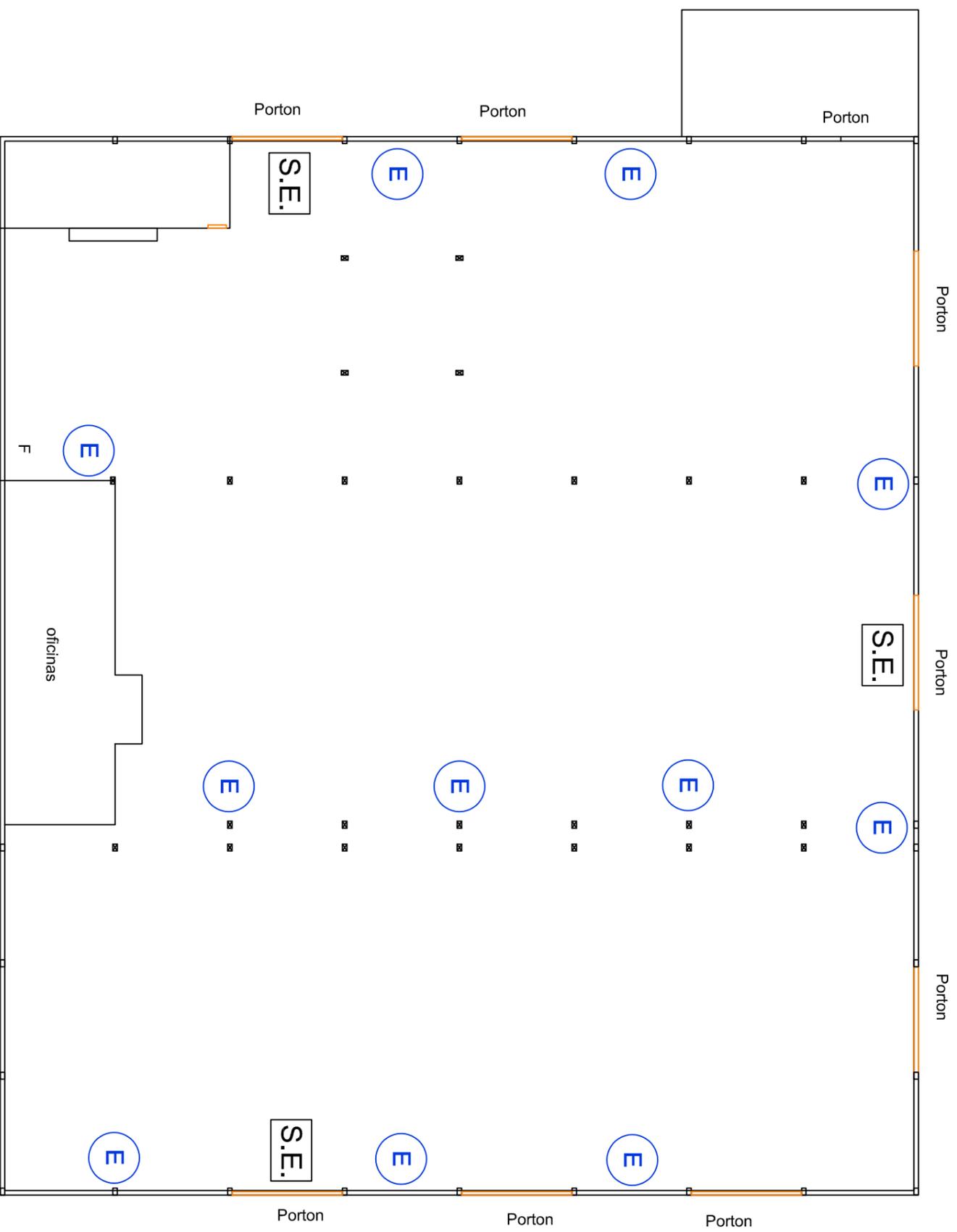
REFERENCIAS

X Punto de reunión en caso de emergencia

— Pasillo de traslado de material

— Pasillo de traslado de personas

Medidas en mts	Dibujo	Nombre		5to Año
	Revisó	Ing. Graciano M.			Ingeniería Electromecánica
Esc: 1:100	Aprobó	Ing. Antón E.		
		Ing. Antón E.		
Tol.	Pasillos de circulación de personas y materiales			
Rug.					Lámina N°: 4

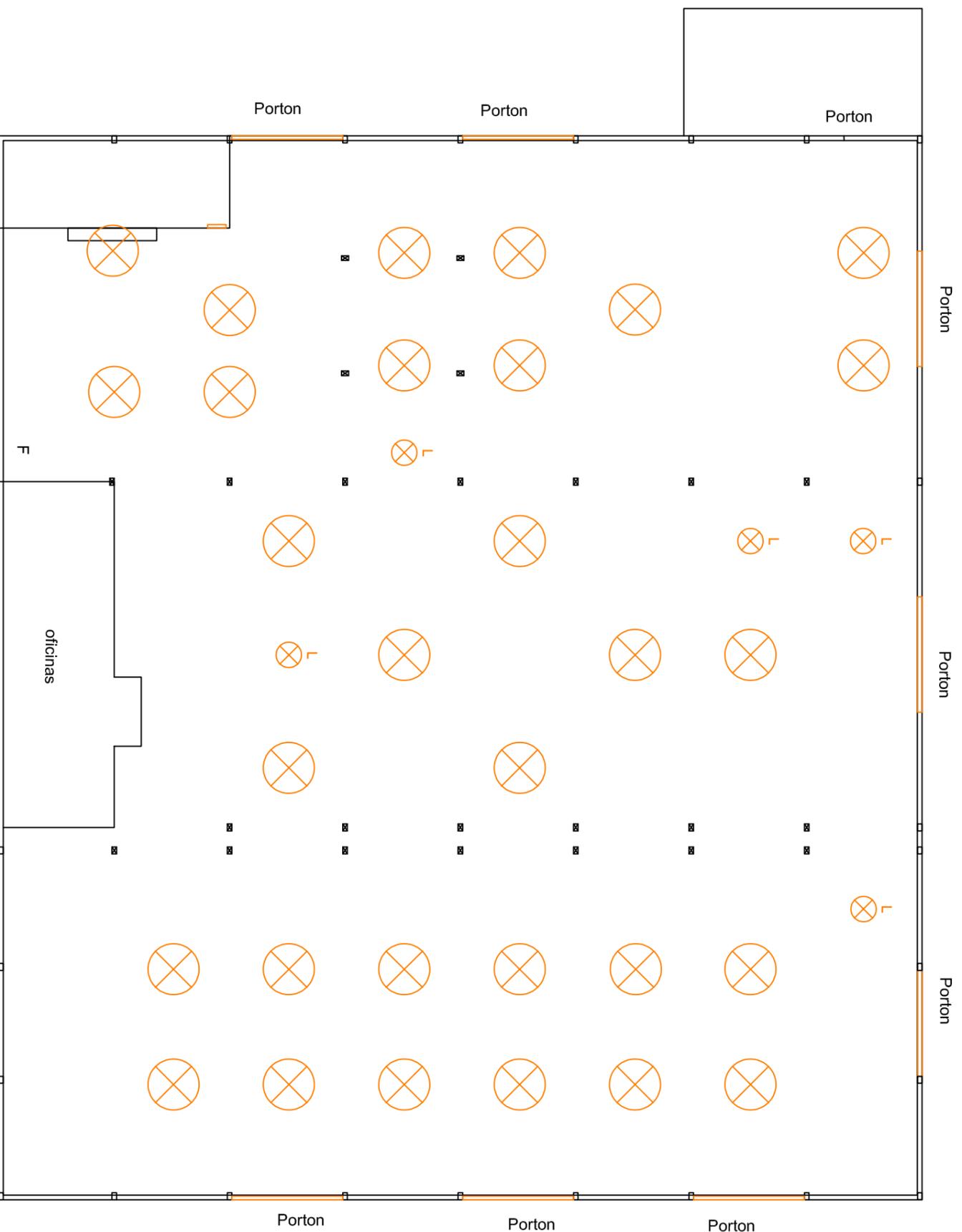


REFERENCIAS

 Extintor ABC

 Salida de emergencia

Medidas en mts	Dibujo	Nombre	 U.T.N - F.R.R.Q. Proyecto Final	5to Año Ingeniería Electromecánica
	Revisó	Ing. Antón E.		
	Aprobó	Ing. Antón E.		
	Esc: 1:100			
	Tol.			
	Rug.			
UBICACIÓN DE MATAFUEGOS				
				Lámina N°: 5



REFERENCIAS

-  Iluminación general
-  Iluminación localizada

Medidas en mts	Dibujo	Nombre	 U.T.N. - F.R.R.Q. Proyecto Final	5to Año Ingeniería Electromecánica	
	Revisó	Ing. Antón E.			
	Aprobó	Ing. Antón E.			
Esc: 1:100		DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS			
Tol.	Lámina Nº: 6				
Rug.					



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Reconquista

Análisis comparativo entre un torno CNC y un torno paralelo
Asignatura Proyecto Final
Martín Darío Grenón

Anexo II: Catálogos

**Mucho más que una
contribución a
la industria.**

#DefanteTransforma

 **DEFANTE**

Defante dispone de un amplio stock de máquinas-herramientas y repuestos. Además cuenta con un servicio profesional en donde usted se encuentre.



60 AÑOS DE EXPERIENCIA Y SERIEDAD PROFESIONAL A DISPOSICIÓN EN TODA LA EXTENSIÓN DE NUESTRO PAÍS.

Nuestro staff profesional está nutrido de experiencia y conocimiento dispuestos a orientar y asesorar en la selección de un equipo o proceso, logrando de esta manera, acceder a las tecnologías más modernas en todos los campos de la actividad industrial metalmecánica.

Proveemos equipamiento para las industrias minera, petrolera, mecánica, mecánica pesada, reconstrucción de motores, autopartista, agropartista, de maquinaria agrícola, moldes, etc. Logramos una importante cobertura territorial a través de nuestra casa central en Rosario, y una amplia red de agentes estratégicamente ubicados en cada una de las regiones productivas de la Argentina. Garantizamos la productividad

de nuestros clientes con nuestro departamento de repuestos y servicios especializado, hombres entrenados y capacitados en la resolución de

problemas mecánicos-eléctrico, electrónicos, CNC, etc.

Además de contar con el mayor stock de máquinas-herramientas del país, también tenemos el mayor stock de diferentes repuestos.

Nuestros equipos son fabricados con los mayores estándares de calidad en cada uno de los países de origen: Europa, Estados Unidos, Korea, Taiwan, China, Italia, Brasil. Marcas de renombre internacional como: Doosan, Wing, Clever, Sahinler, Cevisa, sumado al soporte de Defante, le aseguran la mejor decisión de inversión para mejorar la productividad de su empresa.

SATDEFANTE
SERVICIO ASISTENCIA TECNICA DEFANTE

- *Puesta en marcha*
- *Reparaciones por profesionales*
- *Cursos de capacitación*

REPUESTOS ORIGINALES

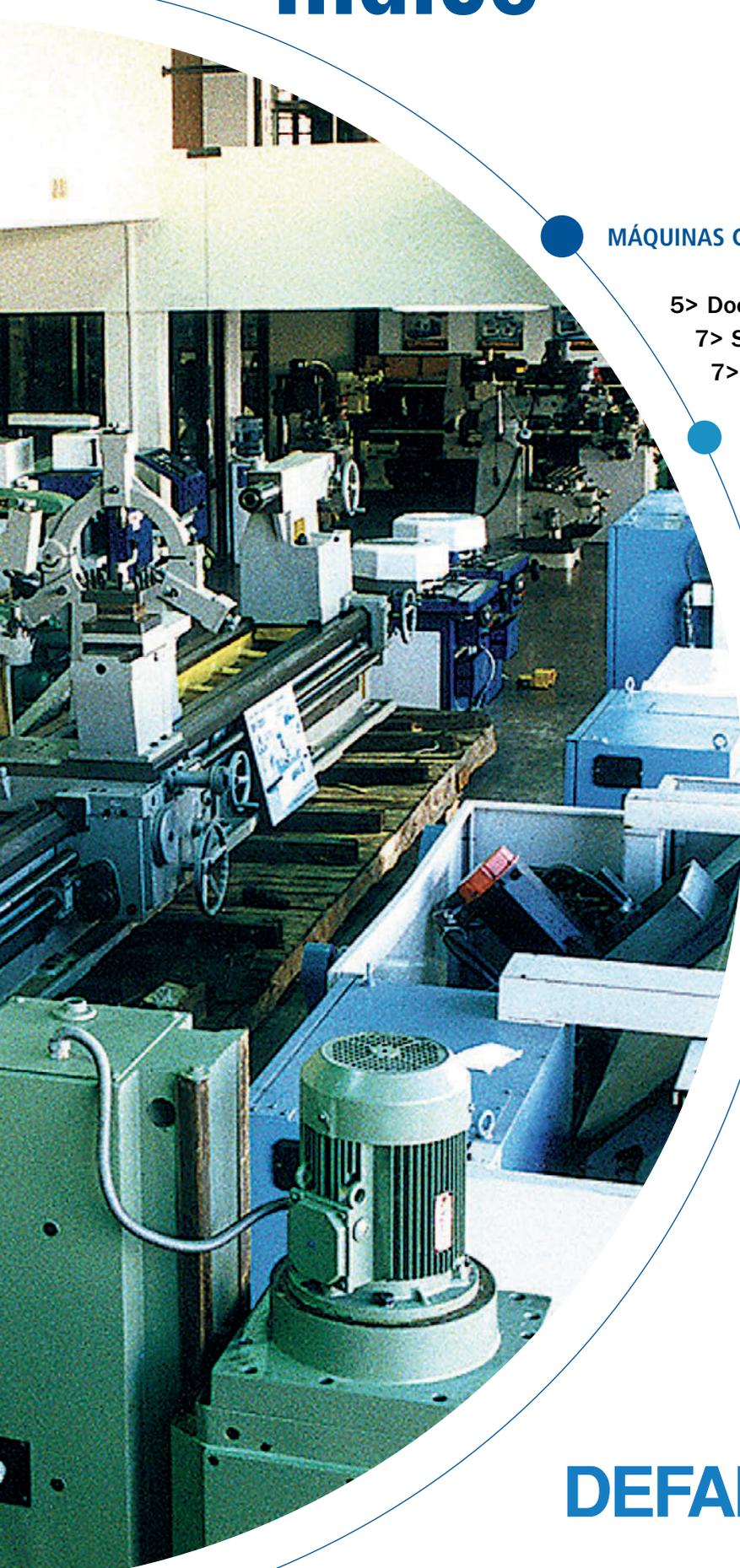
repuestos@defante.com.ar
0341-4381114 (int. 239)

Para contactarse con nosotros

Rosario: Avda. Ovidio Lagos 1350 / (0341) 4381114/4381115/4371249

Visítenos en internet: www.defante.com.ar o deje su mensaje a nuestra dirección de e-mail: info@defante.com.ar

Índice



MÁQUINAS CNC

- 5> Doosan
- 7> Smtcl
- 7> Clever

MÁQUINAS CONVENCIONALES

- 9> Wing
- 11> Clever

LÍNEA DE DEFORMACIÓN

- 16> Clever
- 17> Geka
- 19> Clever Ysd
- 20> Alwema
- 21> Cevisa
- 21> Sahinler

Centros de torneado | Lynx 2100 Serie

Modelo	Lynx 2100A(LA)
--------	-------------------

Ø del plato (mm)	
Pasaje de barra (mm)	
Volteo s/ bancada (mm)	
Volteo s/ carro (mm)	
Máximo Ø mecanizable (mm)	350
Máx. longitud mecanizable (mm)	330
Potencia motor husillo (Hp)	
Revoluciones del husillo (rpm)	
Rev. de la hta. motorizada (rpm)	
Número de htas. de la torre	12 (10)
Avnce rápido X / Z (mts/min)	30 / 36
Peso de la máquina (Kgs)	3100



5

Centros de torneado | Puma GT Series

Modelo	Puma GT2100 (300)
--------	----------------------

Ø del plato (mm)	8 (10)
Pasaje de barra (mm)	65 (2.5)
Volteo s/ bancada (mm)	600 (23.6)
Volteo s/ carro (mm)	300 (15.4)
Máx. Ø mecanizable (mm)	390 (15.4)
Máx. long. mecanizable (mm)	562
Pot. motor husillo (H.P.)	18.5/15 (25/20)
Rev. del husillo (rpm)	4500
Rev. del sub husillo (rpm)	-
Rev. hta. motorizada (rpm)	-
Número de htas. de la torre	12
Avance ráp. X / Z (mts/min)	24/30
Peso de la máquina (Kgs)	3600


[CONSULTE POR MÁS MODELOS](#)

Centros de torneado | Puma 4100/5100 Series

Modelo	Puma 4100A (LA/XLA)
--------	------------------------

Ø del plato (mm)	12
Pasaje de barra (mm)	102
Volteo s/ bancada (mm)	790
Volteo s/ carro (mm)	590
Máx. Ø mecanizable (mm)	550
Máx. long. mecanizable (mm)	1074
Pot. motor husillo (H.P.)	35/26/22
Rev. del husillo (rpm)	3000
Rev. del sub husillo (rpm)	-
Rev. hta. motorizada (rpm)	-
Número de htas. de la torre	12
Avance ráp. X / Z (mts/min)	16/20
Peso de la máquina (Kgs)	9450


[CONSULTE POR MÁS MODELOS](#)

Centros de torneado Multitarea | Puma SMX 2600/3100

Modelo	Puma SMX2600	Puma SMX3100
Ø del plato (mm)	10	12
Pasaje de barra (mm)	81	102
Volteo s/ bancada (mm)		660 (26.0)
Máx. Ø mecanizable (mm)		660 (26.0)
Máx. long. mecanizable (mm)		1540 (60.6)
Pot. motor husillo (H.P.)	26 - 22	30 - 25
Rev. del husillo (rpm)	4000	3000
Rev. del sub husillo (rpm)	-	4000
Rev. hta. motorizada (rpm)		12000
Número de htas. de la torre	40	40
Avance ráp. X / Y / Z (mts/min)		48 / 36 / 48
Peso de la máquina (Kgs)	15800	16300



[CONSULTE POR MÁS MODELOS](#)

Centros de mecanizado vertical | MYNX Series

Modelo	MYNX
Tamaño de la mesa (mm)	1200 x 540
Recorridos ejes X / Y / Z (mm)	1020 / 540 / 530
Carga máx. sobre la mesa (Kgs)	800
Cono del husillo	BT40 / BT50
Máx. rev. del husillo (rpm)	6000
Potencia motor husillo (HP)	30
Avance rápido X / Y / Z (mts/min)	30 / 30 / 24
Nº de herramientas	30
Peso de la máquina (Kgs)	7000



[CONSULTE POR MÁS MODELOS](#)

Centros de mecanizado vertical | DNM Series

Modelo	DNM SERIES
Tamaño de la mesa (mm)	1000x450
Recorridos ejes X / Y / Z (mm)	800 (31.5)
Carga máx. sobre la mesa (Kgs)	600
Cono del husillo	BT40
Máx. rev. del husillo (rpm)	8000 (12000)
Potencia motor husillo (HP)	30
Avance rápido X / Y / Z (mts/min)	36 / 36 / 30
Nº de herramientas	30 (40)
Peso de la máquina (Kgs)	5000



[CONSULTE POR MÁS MODELOS](#)

Centros de mecanizado vertical

Modelo VMC1000E

Tamaño de la mesa (mm)	1150x500
Recorrido ejes X / Y / Z (mm)	1000/500/540
Peso admisible sobre la mesa (kgs)	600
Cono de husillo	BT40
Rango de revoluciones (rpm)	50 - 8000
Potencia de motor (Hp)	5
Avances rápidos X / Y / Z (m/min)	2 / 32 / 30
Cap. Magazine porta herramientas	6
Tipo cambiador	Calesita
Control	Fanuc
Peso de maquinas (kgs)	6000



CONSULTE POR MÁS MODELOS

7



Tornos paralelos CNC

Modelo CKE6150/Z

Volteo s/bancada (mm)	500	
Ancho de la bancada (mm)	400	
Distancia entre centros (mm)	750/1000 1500/2000	
Volteo s/carro (mm)	280	
Recorrido eje "X" (mm)	280	
Recorrido eje "Z" (mm)	680/930 1430 /1930	
Nariz del husillo	D8	
Diámetro del plato (mm)	250	
Pasaje de husillo (mm)	82	
Velocidad del husillo	Motor con variador (r/min)	7-135 30-550 110-2200
	Servomotor	
	Nº de gamas	3 gamas
Potencia motor c/variador (kw)	7.5	
Potencia servomotor (kw)	5.5/7.7	
Avances rápidos X/Z (mts/min)	6/10	
Ø de la contrapunta (mm)	75	
Recorrido contrapunta (mm)	150	
Cono de la contrapunta (mm)	M5	
Peso de la máquina (kgs)		12550-2600 2700-2800



CONSULTE POR MÁS MODELOS

Tornos paralelos CNC

Modelo CK/CJK 6132

Volteo s/ bancada (mm)	360 (320)
Volteo s/ carro (mm)	160 (150)
Ancho de la bancada (mm)	190
Pasaje de barra (mm)	51 (38)
Revoluciones del husillo (rpm)	100 - 2500
Potencia motor husillo (H.P.)	3
Nº de estaciones de la torre	4 OPC 6
Diámetro de la contrapunta (mm)	
Carrera de la pinola (mm)	160 (140)
Cono de la contrapunta	MT 3
Distancia entre centros (mm)	500 / 750 / 1000
Peso de la máquina (Kgs)	2000 (1800)



Fresadoras CNC

Modelo XK7124

Base de fundición	-
Dimensiones de la mesa (mm)	800 x240
Recorrido ejes X/Y/Z (mm)	430/290/400
Avances rápidos mts./min	6
Potencia motor de husillo (kw)	1,5
Máxima r.p.m.	4000
Peso admisible s/ la mesa	60
Control GSK 980MD	GSK 980MD
Servomotores	SI
Peso (kgs) 735	750
Distancia entre centros (mm)	500 / 750 / 1000
Peso de la máquina (Kgs)	2000 (1800)



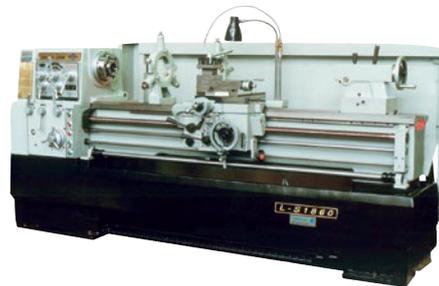
Tornos livianos de producción

Modelo	L-1660
Volteo s/bancada (mm)	410
Volteo s/escote (mm)	580
Volteo s/carro (mm)	260
Ancho de bancada (mm)	275
Pasaje de barra (mm)	52
Velocidad husillo (rpm)	(16) 33-2000
Motor (Hp)	7.5 (2 veloc.)
Carro motorizado	No
Distancia entre puntas (mm)	1500
Peso (Kgs)	1700



CONSULTE POR MÁS MODELOS

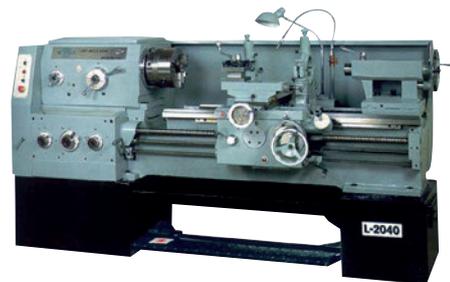
Modelo	LS-1860
Volteo s/bancada (mm)	460
Volteo s/escote (mm)	690
Volteo s/carro (mm)	275
Agujero husillo (mm)	57
Velocidad husillo (rpm)	0 a 2000 (12)
Motor (Hp)	7.5
Carro motorizado	No
Distancia entre puntas (mm)	1500
Peso (Kgs)	2000



CONSULTE POR MÁS MODELOS

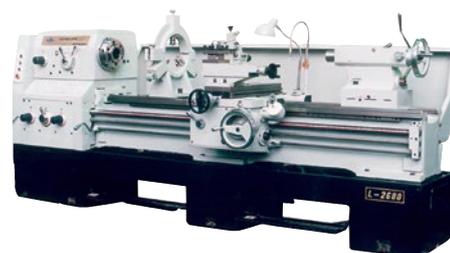
Tornos medianos de producción

Modelo	L-2040
Volteo s/bancada (mm)	500
Volteo s/escote (mm)	710
Volteo s/carro (mm)	300
Ancho de bancada (mm)	390
Pasaje de barra (mm)	82
Velocidad husillo (rpm)	(24) 9-1600
Potencia motor (HP)	10
Carro motorizado	Si
Distancia entre puntas (mm)	1000
Peso de la máquina (Kgs)	2300



CONSULTE POR MÁS MODELOS

Modelo	L-2680/A
Volteo s/bancada (mm)	660
Volteo s/escote (mm)	870
Volteo s/carro (mm)	435
Ancho de bancada (mm)	3390
Pasaje de barra (mm)	82 / 105
Velocidad husillo (rpm)	Serie standard (24) de 9 a 1600 Serie A (24) de 6 a 1120
Potencia motor (HP)	15
Carro motorizado	Si
Distancia entre puntas (mm)	2000
Peso de la máquina (Kgs)	2850



CONSULTE POR MÁS MODELOS

Tornos servicio pesado

Modelo	L-1000A / D
Volteo s/bancada (mm)	1000
Volteo s/escote (mm)	1200
Volteo s/carro (mm)	720
Ancho de bancada (mm)	550
Pasaje de barra (mm)	105 / 130
Velocidad husillo (rpm)	(18) 7,5 - 1000
Potencia motor (HP)	15
Carro motorizado	Si
Distancia entre puntas (mm)	1500 / 2000 / 3000 / 4000 / 5000
Peso de la máquina (Kgs) ^(*)	4300 / 4600 / 5300 / 6000 / 6700

(*) Referencia L800

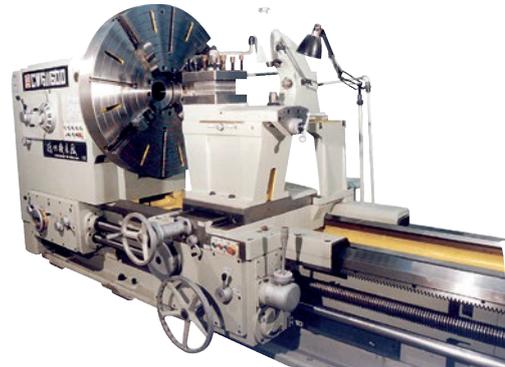


CONSULTE POR MÁS MODELOS

Tornos servicio extra pesado

Modelo	CW6 ¹ ₂ 160D
Volteo s/ bancada (mm)	1600
Volteo s/ escote (mm) Opcional	2050
Volteo s/ el carro (mm)	1230
Ancho de bancada (mm)	755
Pasaje de barra (mm)	130
Velocidad husillo (rpm)	(21) 3,15 - 315
Potencia motor (HP)	35
Carro motorizado	Si
Distancia entre puntas (mm)	1000 / 2000 / 3000 / 4000 / 5000 / 6000 / 7000 / 8000 / 9000 / 10000
Peso de la máquina (Kgs) ^(*)	10000 / 10700 / 11400 / 12100 / 12800 / 13500 / 14200 / 14900 / 15600 / 16300

(*) Referencia CW62140D



CONSULTE POR MÁS MODELOS

Tornos petroleros

Modelo	S1 262 A
Rango de Ø exterior a roscar (mm)	114 - 340
Ancho de la bancada (mm)	750
Pasaje de barra (mm)	355
Revoluciones del husillo (rpm)	5,6 - 254
Potencia motor husillo (H.P.)	25
Diámetro de la contrapunta (mm)	
Carrera de la pinola (mm)	250
Distancia entre centros (mm)	1000 / 1500 / 3000
Peso de la máquina (Kgs)	8000 / 8700 / 11200

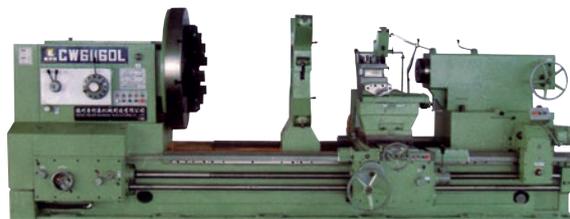


CONSULTE POR MÁS MODELOS

Tornos servicio extra pesado

Línea L

Modelo	CW61160L
Volteo s/bancada (mm)	1600
Volteo s/ carro (mm)	1230
Ancho de bancada (mm)	1100
Dist. e/centros disponibles (mts)	1 - 8
Pasaje de husillo (mm)	130
Potencia motor (HP)	50

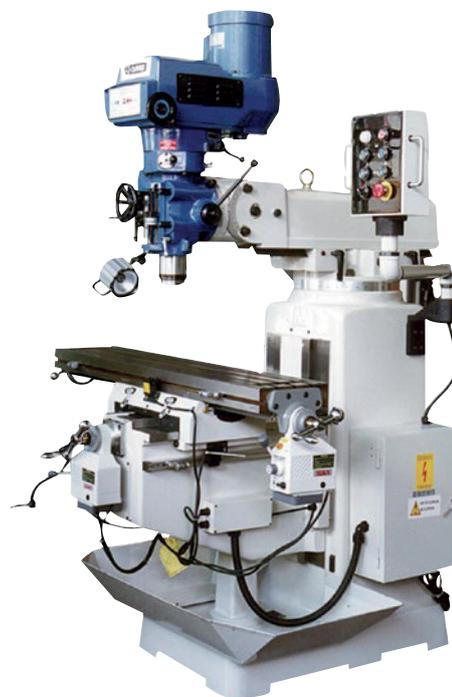


CONSULTE POR MÁS MODELOS

11

Fresadoras de torreta

Modelo	5VS
Sup. útil de la mesa (mm)	1365 x 254
Recorrido long. manual (mm)	878
Recorrido long autom. (mm)	798
Recorrido transversal (mm)	305 (autom.)
Recorrido vertical (mm)	406 (autom.)
Potencia motor eje Z (HP)	0,6
Veloc. husillo	infinita (variador)
Rango de veloc. (RPM)	80 a 3800
Avances por revol. (mm/rev)	0,037 / 0,076 / 0,152
Motor principal (HP)	5
Cono de husillo	ISO 40
Rec. de husillo (mm)	120
Rec. de torpedo (mm)	475
Garganta min./máx. (mm)	172 / 640
Dist. husillo – mesa (mm)	0 / 458
Peso máx. de pieza (Kgs)	500
Alto / ancho / largo (mm)	2083 / 2408 / 1620
Peso de la máquina (Kgs)	1250



CONSULTE POR MÁS MODELOS

Modelo 7VA

Superficie útil de la mesa (mm)	1370 x 360
Recorrido long. manual (mm)	1000
Recorrido long autom. (mm)	950
Recorrido transversal (mm)	470
Recorrido vertical (mm)	500
Potencia motor eje Z (HP)	0,8
Veloc. husillo	infinita (variador)
Rango de veloc. (RPM)	70 a 3600
Avances por revol. (mm/rev)	0,04 / 0,08 / 0,16
Motor principal (HP)	5
Cono de husillo	ISO 40
Rec. de husillo (mm)	120
Rec. de torpedo (mm)	520
Garganta min./máx. (mm)	190 / 710
Dist. husillo – mesa (mm)	100 / 600
Peso máx. de pieza (Kgs)	700
Alto / ancho / largo (mm)	2400 / 2650 / 1890
Peso de la máquina (Kgs)	2700


[CONSULTE POR MÁS MODELOS](#)

Fresadoras combinadas

Modelo XZ - 6350 Z

Superficie de la mesa (mm)	1120 x 260
Recorridos X / Y / Z (mm)	600 / 300 / 300
Cono husillo	ISO 40
Vel. husillo vertical (rpm)	90 - 2000
Vel. husillo horizontal (rpm)	40 - 1300
Fundición (mm)	30
Hierro (mm)	12
Acero (mm)	10
Cap. máx. Fresado (mm)	1120


[CONSULTE POR MÁS MODELOS](#)

Fresadoras de bastidor

Modelo 9VMS

Dimensiones de la mesa (mm)	1520 x 305
Peso admisible sobre la mesa (kgs)	750
Recorrido long. manual (mm)	1200
Recorrido long. automático (mm)	1200
Recorrido transversal (mm)	520
Recorrido vertical (mm)	700
Veloc. husillo	infinita (variador)
Rango de veloc. (rpm)	70 a 4200
Avances por revol. (mm/rev)	0,015 / 0,04 / 0,08
Motor principal (HP)	5
Cono de husillo	ISO 40
Rec. de husillo (mm)	120
Garganta (mm)	400
Peso de la máquina (kgs)	1750



Agujereadoras fresadoras

Modelo	ZX-45(PF)
Medidas de la mesa (mm)	730 x 210
Recorrido eje longitudinal (mm)	500
Recorrido eje transversal (mm)	175
Recorrido de la manga del husillo (mm)	130
Máxima distancia husillo / mesa (mm)	450
Distancia husillo / columna (mm)	285
Diámetro de la manga del husillo (mm)	75
Inclinación del cabezal	SI + / - 90°
Tipo de columna	colizas
Nº y rango de velocidades (rpm)	(6) 80 - 1250
Potencia motor (HP)	1
Cono del husillo	MT 3
Máxima capacidad de perforado (mm)	32
Ø máximo de fresa de planear (mm)	75
Peso de la máquina (Kgs)	360



CONSULTE POR MÁS MODELOS

Agujereadoras de columna

Modelo	Z 5150 A
Capacidad de perforado (mm)	50
Recorrido de la manga (mm)	250
Distancia columna / husillo (mm)	335
Tamaño de la mesa (mm)	560 x 4800
Potencia motor (HP)	5
Cono del husillo	MT 5
Nº y rango de velocidades (rpm)	(12) 31 - 1400
Accionamiento electrico	NO
Peso (Kgs)	1250



CONSULTE POR MÁS MODELOS

Agujereadoras radiales

Modelo	Z-3032x10
Capacidad máx. agujereado (mm)	32
Dist máx. columna al husillo (mm)	1000
Diámetro de la columna (mm)	235
Núm. de velocidades del husillo	16
Velocidad husillo (RPM)	32-2500
Núm. de avances del husillo	16
Rango de avances (mm/Rev.)	0,06 a 0,800
Cono agujero husillo	MT 4
Motor (HP)	3
Peso (kgs)	1600



CONSULTE POR MÁS MODELOS

Brazos roscadores



Modelo AT-20/II

Capacidad de roscado	M4-M20
Radio mínimo/máximo de trabajo (mm)	200-1900
Accionamiento	Neumático
Peso de la máquina (Kgs)	35

CONSULTE POR MÁS MODELOS

Sierras sin fin

Modelo UE-712N

Capacidad de corte en Ø (mm)	178
Cap. de corte en rectangular (mm)	178 x 305
Cap. corte a 45° en Ø (mm)	127
Cap. corte a 45° en rectangular (mm)	120 x 115
Cap. corte a 60° en Ø (mm)	-
Cap. corte a 60° en rectangular (mm)	-
Inclinación morza	Si
Inclinación cabezal	No
Líquido refrigerante	Si
Dimensiones de la banda (mm)	19x0,8x2362
Potencia motor (HP)	3,4
Variación velocidad	conopolea
Peso (Kgs)	125



CONSULTE POR MÁS MODELOS

Modelo UE-916V

Capacidad de corte en Ø (mm)	229
Cap. de corte en rectangular (mm)	127 x 406
Cap. corte a 45° en Ø (mm)	150
Cap. corte a 45° en rectangular (mm)	150 x 190
Cap. corte a 60° en Ø (mm)	-
Cap. corte a 60° en rectangular (mm)	-
Inclinación morza	Si
Inclinación cabezal	No
Líquido refrigerante	Si
Dimensiones de la banda (mm)	27x0,9x3090
Potencia motor (HP)	1.5
Variación velocidad	Variador
Peso (Kgs)	310



CONSULTE POR MÁS MODELOS

Tornos livianos

Modelo	CO 632 A
Distancia entre centros (mm)	1000
Volteo s/bancada - Carro (mm)	330 / 198
Volteo s/escote (mm)	476
Agujero de husillo	38
Motor (Hp)	2
Velocidades (rpm)	60 a 2000 (8)



CONSULTE POR MÁS MODELOS

Mortajadoras

Modelo	SW200
Largo de mortajado (mm)	200
Carreras por minuto	38 / 56 / 87 / 130
Mesa (mm)	circular Ø 420
Garganta (mm)	500
Máx. distancia de la mesa a la base del pilón (mm)	300
Motor (HP)	2
Peso (kgs)	1500



CONSULTE POR MÁS MODELOS

Afiladoras universales

Modelo	MT-6020
Volteo s/bancada (mm)	200
Largo máx. de la pieza (mm)	320
Motor (HP)	1/4
Velocidad husillo (RPM)	2800
Peso (Kgs)	140



Afiladoras de mechas y machos

Modelo	PP 32 N
Rango de trabajo (mm)	1,5 a 32
Recorrido longitudinal de mesa (mm)	120
Recorrido transversal de mesa (mm)	135
Revoluciones de la piedra (rpm)	3600
Potencia motor (HP)	0.75
Peso de la máquina (Kgs)	95



Modelo	FC 32 A
Medidas de las mechas	Ø 1,5 a 32 mm para espiga recta o machos de roscar
Angulos de la punta	40° - 180°
Angulo libre	0° - 18°
Motor (HP)	1/2
Piedras de afilado	Ø 180 mm x 20 mm, Ø aguj. 31,75 mm
Piedras disco	Ø 165 mm x 21 mm, Ø aguj. 31,75 mm
Peso neto (Kgs)	120



Balancines

Modelo	J23-5W	J23-10W	J23-16W	J23-25W	J23-40W	J23-60W
Toneladas	5	10	16	25	40	60
Carrera de fuerza nominal (mm)	2.5	4	3.5	6	7	10
Golpes por minuto	150	140	120/190	100	60	55
Prof. de garganta (mm)	100	140	160	190	250	255
Motor (KW)	0.75	1.1	2.2	2.2	5.5	10
Peso de la máquina (Kgs)	350	650	1100	1730	2800	4800
Accionamiento	mecánico	mecánico	mecánico	mecánico	mecánico	mecánico

Modelo	J21-80
Potencia nominal (TN)	80
Carrera con pot. nominal (mm)	5
Regulación del pilón (mm)	120
Carreras por minuto	50
Retardo	SI
Máxima altura de la matriz (mm)	270
Ajuste de altura de matriz (mm)	90
Garganta (mm)	800
Distancia entre columnas (mm)	410
Mesa (mm)	720x500
Pot. del motor (KW)	7.5
Peso (Kgs)	7000



CONSULTE POR MÁS MODELOS

Cizallas mecánicas

Modelo	QA32-8B
Fuerza de corte (tn)	36
Largo de cuchilla (mm)	200
Motor (Hp)	3
Peso (Kg)	500
Planchuela (mm)	100 x 12
Barra cuadrada (mm)	20 x 20
Barra redonda (mm)	30
Angulo a 90 (mm)	75 x 75 x 8
Punzonando redondo	20 x 8
Entallado	50 x 50 x 6



Prensas mecánicas

Modelo	JH21-125 L / S
Potencia (Tn)	125
Carrera con potencia nominal (mm)	5
Carrera del pilón (mm)	160 / 100
Nº de golpes por minuto	55 / 70
Altura máxima del pilón (mm)	370 / 400
Ajuste de la altura del pilón (mm)	90
Garganta (mm)	370
Distancia entre montantes (mm)	710
Superficie de la mesa (mm)	1230x720
Ø del agujero de la mesa (mm)	160
Superficie del pilón (mm)	620x520
Agujero del pilón - Ø x prof. (mm)	70-80
Potencia motor de una vel. (Kw)	11
Potencia motor de vel. variable (Kw)	15
Peso de la máquina (Kgs)	12000



CONSULTE POR MÁS MODELOS

Modelo	JL21-125 L / S
Potencia (Tn)	1250
Carrera con potencia nominal (mm)	5
Carrera del pilón (mm)	18.6-150
Nº de golpes por minuto	42-60
Altura máxima del pilón (mm)	400
Ajuste de la altura del pilón (mm)	90
Garganta (mm)	320
Distancia entre montantes (mm)	600
Superficie de la mesa (mm)	1100x630
Ø del agujero de la mesa (mm)	140
Superficie del pilón (mm)	700x400
Agujero del pilón - Ø x prof. (mm)	60-80
Potencia motor de una vel. (Kw)	11
Potencia motor de vel. variable (Kw)	15
Peso de la máquina (Kgs)	10500



CONSULTE POR MÁS MODELOS

17

Punzadoras hidráulicas

Modelo	PUMA-80
Potencia punzonado (KN)	800
Capacidad máxima (mm)	Ø 40x14
Garganta (mm)	510
	750
Potencia del motor (KW)	9
Golpes por minuto con 20mm de curso	40
Altura de trabajo 500/750 (mm)	1094/1194
Peso neto 500/750 (Kgs)	1715/2115



CONSULTE POR MÁS MODELOS

Cizallas monocilíndricas

Modelo	MULTICROP	BENDICROP
CIZALLA PARA PLANCHUELA		
Planchuela (mm)	300x10 200x13	350x10 350x15
Barra redonda Ø (mm)	-	-
Barra cuadrada (mm)	-	-
L a 90° (mm)	80x80x8	80x80x8
L a 45° (mm)	60x60x6	-
Potencia de punzonado (KN)	450	500
Capacidad máxima (mm)	Ø27x13	Ø31x12
Peso neto (Kgs)	900	950
EQUIPOS OPCIONALES		
CIZALLAS PARA PERFILES	Op.	Op.
Perfiles U e I (mm)	100	100
PLEGADORA	Op.	Inc.



CONSULTE POR MÁS MODELOS

Cizallas bicilíndricas

Modelo	BENDICROP	HYDRACROP
	85 SD	110/180
Planchuela (mm)	450x15	600x15 400x20
L a 90° corte sin deformación (mm)	130x130x130	152x152x13
L a 45° (mm)	-	70x70x7
Barra redonda Ø (mm)	45	50
Barra cuadrada (mm)	40	50
Capacidad máxima con cambio rápido y base matriz, cuello de cisne (mm)	040x15	040x20
Profundidad de escote "A" y "S" (mm)	-	300
ESPECIFICACIONES GENERALES		
"S" (kg)	-	2750
EQUIPOS OPCIONALES		
PLEGADORA	lcl.	Op.
Capacidad máxima (mm)	200x12	700x3 400x10
CON CUCHILLAS ESPECIALES		
Perfiles UPN (mm)	120	180
Perfiles IPN (mm)	140	180

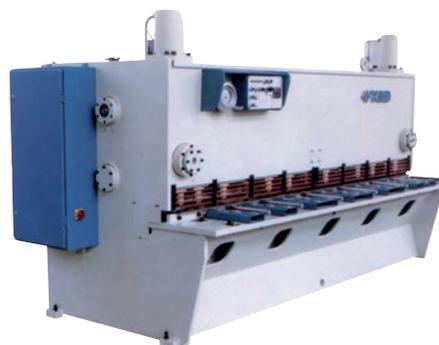


CONSULTE POR MÁS MODELOS

Capacidades basadas en resistencia material 45Kg mm².
El fabricante se reserva el derecho de cambiar características sin previa notificación.

Guillotinas hidráulicas

Modelo	HGO	
Características	25/6	31/6,35
Cap. de corte (mm)	6	6.35
Largo de corte (mm)	2500	3100
Dist. e/montantes (mm)	2700	3650
Recorrido tope trasero (mm)	750	750
Ajuste ángulo de corte	0.5-2°	0.5-3°
Garganta (mm) -	-	100
Potencia motor (kw)	7.5	7.5
Largo total (mm)	3120	4045
Ancho total (mm)	1500	1556
Altura total (mm)	1615	1750
Peso de la máquina (kgs)	3700	5500



CONSULTE POR MÁS MODELOS

19

Plegadoras hidráulicas

Línea YSD - PPT / PPTK- CNC	40/12.5
Capacidad máxima (Ton)	40
Largo de trabajo (mm)	1250
Dist. e/ montantes (mm)	890
Carrera máx. del punzón (mm)	100
Dist. máxima punzón/mesa (mm)	300
Garganta (mm) 200	
Ancho de la mesa (mm)	140
Potencia del motor (kw)	3
Peso de la máquina (kgs)	2000



CONSULTE POR MÁS MODELOS

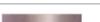
Guillotinas mecánicas

Modelo	QH11D-2500
Largo máximo a cortar (mm)	2500
Espesor máximo a cortar (mm)	3.75
Angulo de corte	1°
Golpes por minuto	20
Potencia del motor (kw)	5.5
Peso de la máquina (kgs)	2100



CONSULTE POR MÁS MODELOS

Curvadoras de perfiles

Modelo	RBM50
Ø de los ejes (mm)	50
Ø rodillos inferiores (mm)	170
Ø rodillo superior (mm)	170
Avance (m/min)	9,3
Potencia del motor (kw)	2,2
	40x10 / 60x10
	60x10 / 100x15
	ø 30 ø 35
	50x50x5 / 60x60x5
	50x50 / 60x60x5
Peso (kgs)	450



CONSULTE POR MÁS MODELOS

Guillotinas manuales

Modelo	G-10
Largo máximo del corte (mm)	1040
CAPACIDAD MÁX. DE CORTE EN:	
SAE 1010	BT-50
SAE 1010/1020 (mm)	1.2
Aluminio (mm)	1.0
Acero Inox. 304 (mm)	0.75
Latón (mm)	1.50
Bronce (mm)	1.45
Peso de la máquina (kgs)	400



CONSULTE POR MÁS MODELOS

Pestañadoras

Modelo	MD-25
Acero recocido (mm)	2.1
Acero 1020 (mm)	1.6
Largo útil (mm)	2550
Medidas de la máquina	
Largo total (mm)	3150
Ancho total (mm)	700
Alto total (mm)	1200
Peso neto (kgs)	640



CONSULTE POR MÁS MODELOS

Chaflanadoras para chapa

Modelo	CHP-12
Potencia motor (HP)	3
Avance de trabajo (mts/min)	2.9
Profundidad máxima de chaflán - 40 Kg/mm ² (mm)	12
Profundidad máxima de chaflán - 50 Kg/mm ² (mm)	10
Angulo de chaflanado	30°
Espesor de chapa (mm)	6 a 40
Ø mínimo del tubo a chaflanar (mm)	100
Peso (Kgs)	65



Los modelos CHP 6 y 12 pueden chaflanar a otros ángulos, reemplazando los rodillos de apoyo.

CONSULTE POR MÁS MODELOS

Modelo	CHP-21G
Potencia motor (HP)	4
Avance de trabajo (mts/min)	1.7
Profundidad máxima de chaflán - 40 Kg/mm ² (mm)	20
Profundidad máxima de chaflán - 50 Kg/mm ² (mm)	16
Angulo de chaflanado	20° / 45°
Espesor de chapa (mm)	9 a 50
Ø mínimo del tubo a chaflanar (mm)	150
Peso (Kgs)	370



Los modelos CHP 6 y 12 pueden chaflanar a otros ángulos, reemplazando los rodillos de apoyo.

CONSULTE POR MÁS MODELOS



Curvadoras de perfiles

Modelo	PK-35F
Ø de los ejes (mm)	50
Ø rodillos inferiores (mm)	155
Ø rodillo superior (mm)	155
Avance (m/min)	4.5
Potencia del motor (kw)	1.5
	60x10
	100x35
	ø 35
	60x60x6
	50x50x6
Peso (kgs)	350



Curvadoras de perfiles

Modelo	HPK-60
Ø de los ejes (mm)	60
Ø rodillos inferiores (mm)	215
Ø rodillo superior (mm)	215
Potencia hidráulica (ton)	16
Avance (m/min)	4
Potencia del motor (kw)	1.5
	80x15
	120x25
	ø 50
	70x70x7
	70x70x7
Peso (kgs)	860



CONSULTE POR MÁS MODELOS

Modelo	HPK-100
Ø eje superior (mm)	100
Ø ejes inferiores (mm)	100
Ø de los rodillos (mm)	315
Avance (m/min) 5	2-7,5
Potencia del motor (kw)	7.5
	100x20
	160x35
	ø 75
	100x100x12
	100x100x10
Peso (kgs)	4000



CONSULTE POR MÁS MODELOS

Cilindradoras hidráulicas | Líneas 3R HSS / HS

Modelo	3R HSS 30-550
Largo útil (mm)	3100
Ø min. a cilindrar = Ø rodillo sup. x5	
sin pre-curvado (mm)	50
con pre-curvado	40
Ø min. a cilindrar = Ø rodillo sup. x1,5	
sin pre-curvado (mm)	40
con pre-curvado	35
Ø rodillos superior (mm)	550
Ø rodillos inferiores (mm)	530
Potencia motor (kw)	66
Avance (m/min)	1-4
Peso (kgs)	43000



CONSULTE POR MÁS MODELOS

Cilindradoras mecánicas | Línea 4RM

Modelo	15-130
Largo útil (mm)	1550
Ø min. a cilindrar = Ø rodillo sup. x5	
sin pre-curvado (mm)	5
con pre-curvado	4
Ø min. a cilindrar = Ø rodillo sup. x1,2	
sin pre-curvado (mm)	4
con pre-curvado	3
Ø rodillos centrales (mm)	130
Ø rodillos laterales (mm)	110
Potencia motor (kw)	4,5
Avance (m/min)	5
Peso (kgs)	1300



CONSULTE POR MÁS MODELOS

23

Cilindradoras mecánicas | Línea IRM

Modelo	1270-120
Largo útil (mm)	1270
Cap. de cilindrado (mm)	4
Ø de los rodillos (mm)	120
Avances (m/min)	8
Potencia Motor (kw)	2.2
Peso (kgs)	1250

CONSULTE POR MÁS MODELOS

Línea IR/R

Modelo	IR 1270x75
Largo útil (mm)	1270
Cap. de cilindrado (mm)	1,5
Ø de los rodillos (mm)	75
Potencia Motor (kw)	1,1
Peso (kgs)	400



CONSULTE POR MÁS MODELOS

Bombos

Modelo	IBKS 4
Garganta (mm)	200
Espesor máx. (mm)	4
Ø de rodillos (mm)	126
Motor (kw)	2.2
Peso (kgs)	500



CONSULTE POR MÁS MODELOS

Cortadiscos

Modelo	IDK2
Ø máximo (mm)	1000
Espesor máximo (mm)	2
Garganta (mm)	280
Motor (kw)	1.1
Peso (kgs)	300



CONSULTE POR MÁS MODELOS

Cizalla palanca

Modelo	KM 12
Mesa (mm)	600x300
Largo de hoja (mm)	1050
Máximo espesor (mm)	1.5
Peso (kgs)	500



CONSULTE POR MÁS MODELOS



Doosan Machine Tools



CASA CENTRAL:

Ovidio Lagos 1350
S2002QLT - Rosario - Santa Fe
Teléfono: (0341) 4381114 / 4381115 / 4381715
info@defante.com.ar

DEFANTE BUENOS AIRES:

Germán Lozano (11 5598 3126)
Adrián Dome (11 2191 0806)
Gabriel Demicheli (11 5459 9866)

AGENTES DE VENTAS

Gustavo Castillo

Av. Siria 1449
4000 - San Miguel de Tucumán
Teléfono: (0381) 4229231 - 4339942
Cel: (0381) 156418392
info@defante.com.ar

Integral s.r.l. - Ing. Luis Cesoni

Córdoba 2954 - S3002BNT - Santa Fe
Teléfono: (0342) 4538017
info@defante.com.ar

Costa Alejandro

Camahue Golf Club
8300 - Neuquén - Cel: (0299)155044936
info@defante.com.ar

Fabián Galante

Firzroy 540
8000 - Bahía Blanca - Buenos Aires
Teléfono: (0291) 4537356 - Cel: (0291) 155736947
info@defante.com.ar

Tool Servix - Leonardo Caceres

Barrio Agua y Energía manzana c, casa 20
5513 Luzuriaga - Maipú - Mendoza
Teléfono: (0262) 4525155 - Cel: 80261) 154154884
info@defante.com.ar

Oscar Delmestre

Av. Pedro Zanni 1116
Paraná - 3100 -Entre Ríos
Cel: (0343) 4262296
info@defante.com.ar

Av. O. Lagos 1350
Tel.: (0341) 4371249 - 4381114 - 4381115
info@defante.com.ar

www.defante.com.ar



Modelo: Máquina mult. acondicionadora de Suelo "GMAS"

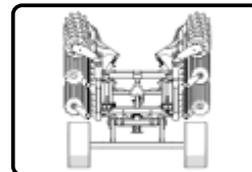
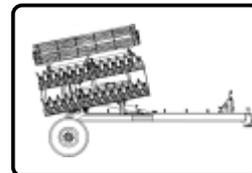
Recomendación de Trabajo:

- Compactación o problemas de infiltración de agua.
- Malezas resistentes.
- Altos volúmenes de rastrojos.
- Huellas por tránsito de maquinaria o pisoteo de animales.

MÁQUINA MULTIPROPÓSITO . ACONDICIONADORA DE SUELOS - Medidas disponibles de discos: 18", 20" y 22"

POTENCIA SUGERIDA H.P.		MODELO	ANCHO de TRABAJO	CANTIDAD de DISCOS		Cantidad de Cubiertas	Cantidad de Cuerpos	ANCHO de TRANSP.
250 MM	230 MM			250 MM	230 MM			
120 - 165	130 - 180	GMASL	4,50 Mts.	36	40	2	2	3,00 Mts.
130 - 180	145 - 200	GMASL	5,00 Mts.	40	44	2	2	3,00 Mts.
140 - 200	155 - 220	GMASL	5,50 Mts.	44	48	2	2	3,00 Mts.
130 - 180	145 - 200	GMAS	5,00 Mts.	40	44	2	2	3,60 Mts.
160 - 215	170 - 235	GMAS	6,00 Mts.	48	52	2	2	3,60 Mts.
185 - 250	200 - 280	GMAS	7,00 Mts.	56	62	2	2	3,60 Mts.
210 - 290	225 - 310	GMAS	8,00 Mts.	64	68	2	2	3,60 Mts.
260 - 360	280 - 390	GMAS	10,00 Mts.	80	86	4	3	4,80 Mts.
320 - 430	340 - 460	GMAS	12,00 Mts.	96	102	4	3	4,80 Mts.

SISTEMA DE TRASLADO



El Sistema de Traslado y sus cubiertas de alta flotación proporcionan alta maniobrabilidad y confort en los caminos.

CARACTERISTICAS TECNICAS.

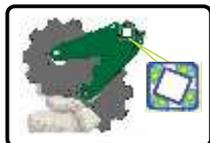
- Altísima productividad por la velocidad a la que puede trabajar el Equipo.
- Bajo costo de mantenimiento.
- Fácil maniobrabilidad del implemento.
- Eficiencia de trabajo.
- Sistema de copiado en sus alas para un óptimo seguimiento del contorno de suelo.

BAJO MANTENIMIENTO Y MÁXIMO ANTIATORAMIENTO.



El sistema de anclaje de los cuerpos y discos, el ataque y separación de los mismos permite una alta circulación de residuos y tierra evitando atoramientos.

FLEXIBILIDAD DE TORSION.



45° de torsión para absorber impactos, a través de amortiguadores de caucho, moderando el impacto y haciendo que el disco vuelva a su lugar de trabajo inmediatamente.

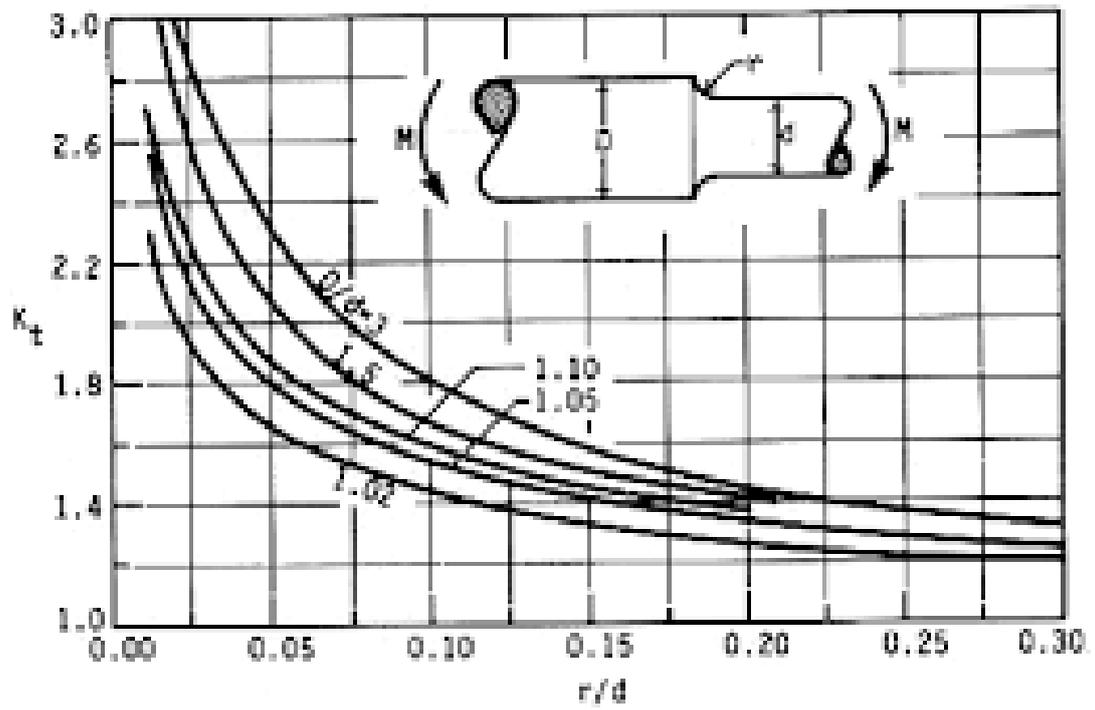


Tabla Shigley para barra circular a flexión. Diagrama pág. 848 5ta edición.



SANDVIK
Coromant

Manual de Torneado

Torneado general - Tronzado y ranurado - Roscado

Sus condiciones

Hay varios factores que deben tomarse en consideración antes de empezar a mecanizar.

Componente

- Operación
- Diseño del componente (p. ej. largo, delgado)
- Perfil de la rosca
- Tamaño del lote
- Exigencias de calidad.

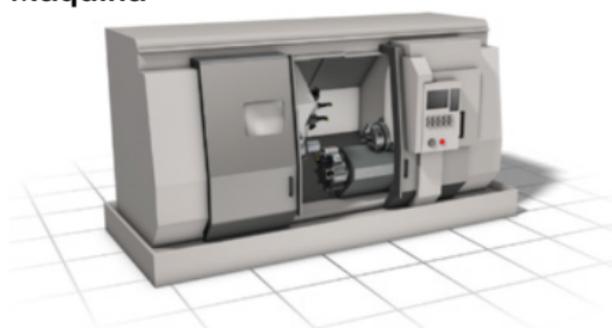


Material

- Maquinabilidad (p. ej. virutas fáciles o difíciles de romper)
- Estructura superficial (p. ej. mecanizada, forjada)
- Dureza.



Máquina



- Estabilidad, potencia y par
- Sujeción del componente
- Presión de refrigerante normal o alta
- Suministro de refrigerante o mecanizado sin refrigerante.

Índice

1 Torneado general	2
Plaquita Wiper	6
Geometría y calidad	7
Impulsor de la productividad	9
Consejos de aplicación	11
2 Tronzado y ranurado	16
Tronzado – Consejos de aplicación	18
Ranurado exterior – Consejos de aplicación	22
Ranurado interior – Consejos de aplicación	26
Ranurado frontal – Consejos de aplicación	28
3 Roscado	30
Penetración y tipos de plaquita	33
Geometría y calidad	35
Incidencia del flanco	36
Consejos de aplicación	38
4 Materiales avanzados	39
Consejos de aplicación	40
5 Información adicional	42
Ganar la carrera de la productividad	42
Cambio rápido	44
CoroTurn® SL	45
CoroTurn® HP	46
Silent Tools™	48

Torneado general

Sistema de herramientas de primera elección

Exterior

Interior

Torneado longitudinal y refrentado

Acabado



T-Max® P con HP*



CoroTurn® 107 con HP*

Desbaste



T-Max® P RC*



T-Max® P con HP*

Perfilado

Acabado



CoroTurn® TR



CoroTurn® 107 con HP*

Desbaste



T-Max® P RC*



T-Max® P con HP*

Componentes de pared delgada/fina

Acabado



CoroTurn® 107 con HP*

Desbaste



T-Max® P RC*

*HP = Refrigerante de gran precisión

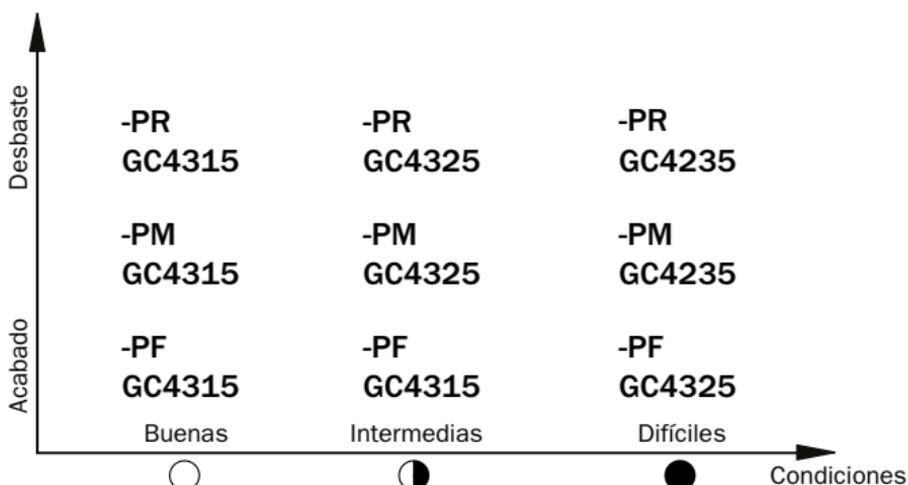
*RC = Solución de sujeción estable

Geometría y calidad

Primera elección para T-Max P® y CoroTurn® 107

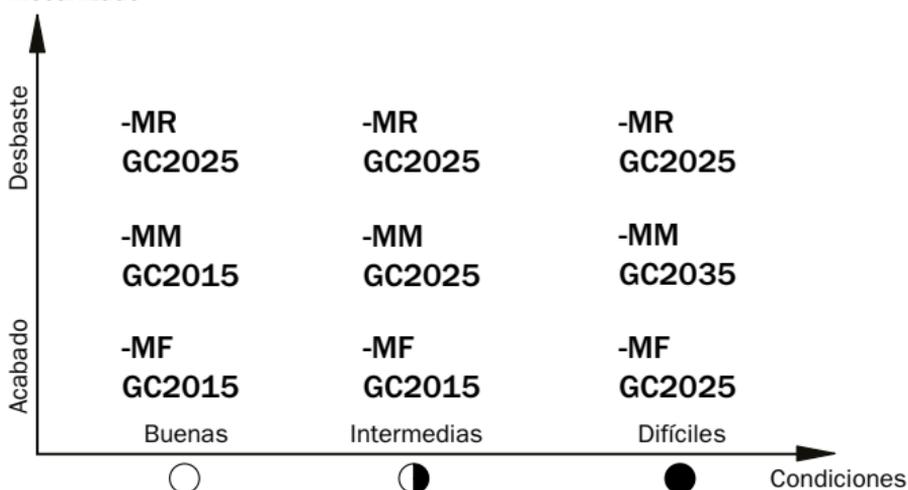
ISO P (acero)

Mecanizado



ISO M (acero inoxidable)

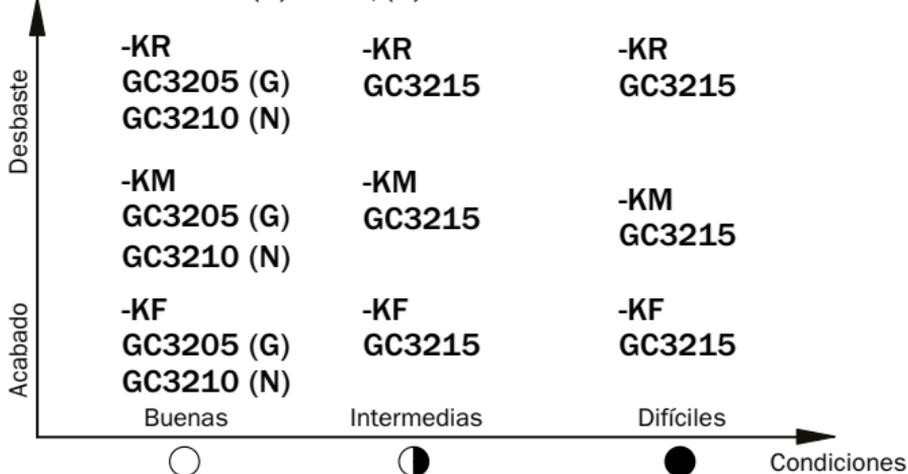
Mecanizado



ISO K (fundición)

Mecanizado

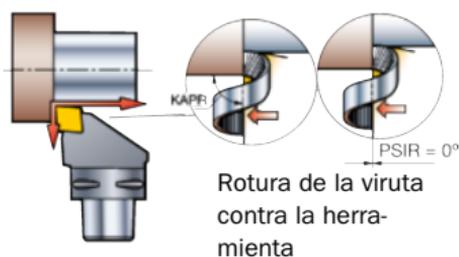
(G) = Gris, (N) = Nodular



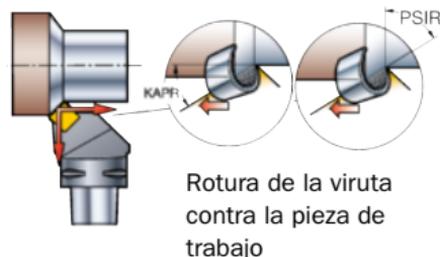
Ángulo de posición KAPR (inclinación PSIR)

El ángulo de posición KAPR es el ángulo que hay entre el filo y la dirección de avance.

Ángulo grande:



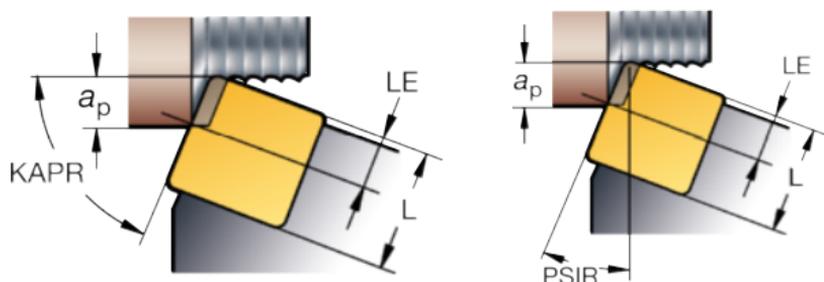
Ángulo reducido:



- Un ángulo de posición (KAPR) cercano a 90° (PSIR 0°) dirigirá las fuerzas de corte hacia el adaptador portapinzas.
- Menor tendencia a la vibración.
- Mayores fuerzas de corte, especialmente a la entrada y la salida del corte.
- Fuerzas dirigidas tanto axial como radialmente.
- Mayor tendencia a la vibración.
- Reducción del desgaste en entalla de la plaquita.
- Carga reducida en el filo durante la entrada/salida del corte

Tamaño de plaquita

- Determine la máxima profundidad de corte, a_p .
- Determine la longitud de corte necesaria, LE, a la vez que toma en consideración el ángulo de posición KAPR (inclinación PSIR) del portaherramientas y la profundidad de corte, a_p .



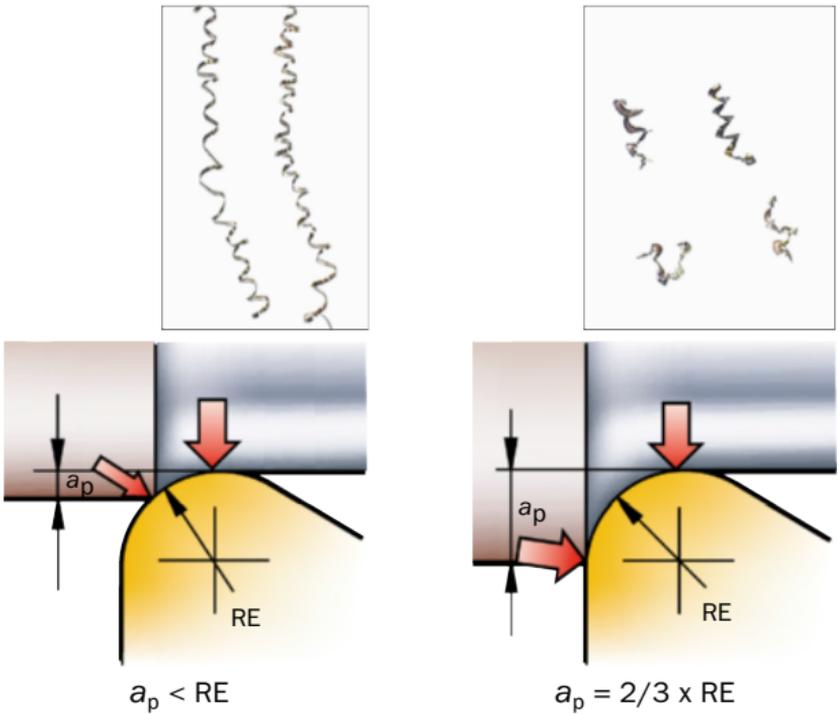
Ejemplo para alcanzar una a_p de 5.0 mm (0.197 pulg.):

KAPR (PSIR)	LE mm (pulg.)	Plaquita:
75° (15°)	5.2 (0.205)	SNMG 1204 / SNMG 43
45° (45°)	7.1 (0.280)	SNMG 1506 / SNMG 54 (menos sensible a la rotura de la plaquita)

Radio de punta

- Seleccione el mayor radio de punta, RE, posible para obtener un filo de corte resistente.
- Un gran radio de punta, RE, permite mayores avances y una mayor seguridad del filo.
- Seleccione una radio de punta, RE, menor si hay tendencia a la vibración.

	Radio de punta, RE, mm (pulg.):				
	0.4 (1/64)	0.8 (1/32)	1.2 (3/64)	1.6 (1/16)	2.4 (3/32)
Avance máx., f_n mm/r	0.25–0.35	0.4–0.7	0.5–1.0	0.7–1.3	1.0–1.8
pulg./r	.009–.014	.016–.028	.020–.039	.028–.051	.039–.071



La profundidad de corte, a_p , no debería ser inferior a $2/3$ del radio de punta, RE , para evitar vibraciones y virutas no deseadas.

Nota: para obtener más información, consulte la sección Impulsor de la productividad.

Plaquitas Wiper

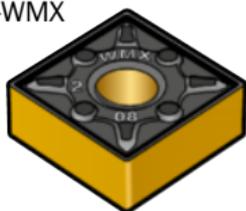
Las plaquitas wiper son capaces de torneado con altas velocidades de avance sin perder la capacidad de generar un buen acabado superficial o una buena capacidad de rotura de la viruta.

Siempre que sea posible, considere la plaquita wiper como primera elección.

- Aplicaciones de torneado longitudinal y refrentado.
- Reglajes de componente estables.
- Formas de componente uniformes.

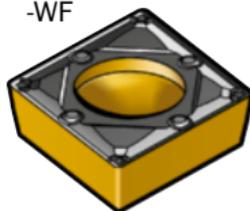
Nota: la plaquita wiper no está recomendada para el mecanizado interior con largos voladizos, debido a las vibraciones.

-WMX



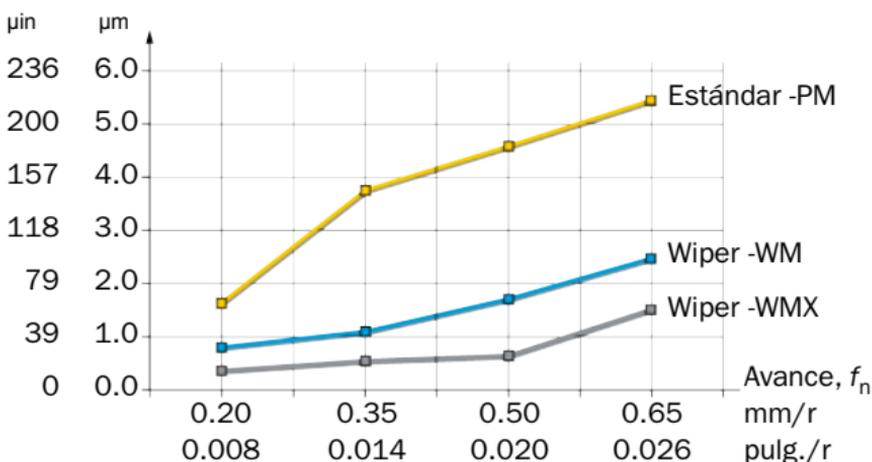
La plaqueta -WMX es la primera elección dentro de la gama de plaquetas wiper negativas.

-WF



La plaqueta -WF es la primera elección dentro de la gama de plaquetas wiper positivas.

Acabado superficial, R_a



Wiper TECHNOLOGY

Duplicar el avance con una plaqueta wiper generará una superficie igual de buena o mejor que las geometrías convencionales con un avance normal.

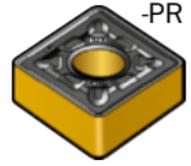
El mismo avance con una plaqueta wiper generará una superficie el doble de buena, comparada con las geometrías convencionales.

Geometría

Cada plaquita dispone de un área de trabajo con un control de viruta optimizado:

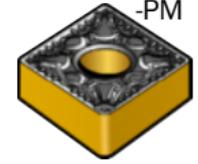
Desbaste

Combinaciones de grandes profundidades de corte y velocidades de avance. Operaciones que requieren la máxima seguridad del filo posible.



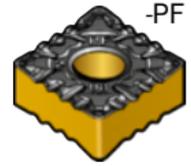
Medio

Desde operaciones de mecanizado medio hasta desbaste ligero. Amplia gama de combinaciones de profundidad de corte y velocidad de avance.



Acabado

Operaciones con profundidades de corte reducidas a bajas velocidades de avance. Operaciones que requieren bajas fuerzas de corte.



El siguiente diagrama muestra el área de trabajo para una plaqueta CNMG 120408, en base a una rotura de viruta aceptable en relación al avance y a la profundidad de corte.

La ilustración de la viruta es un ejemplo extraído del diagrama y los datos de corte:

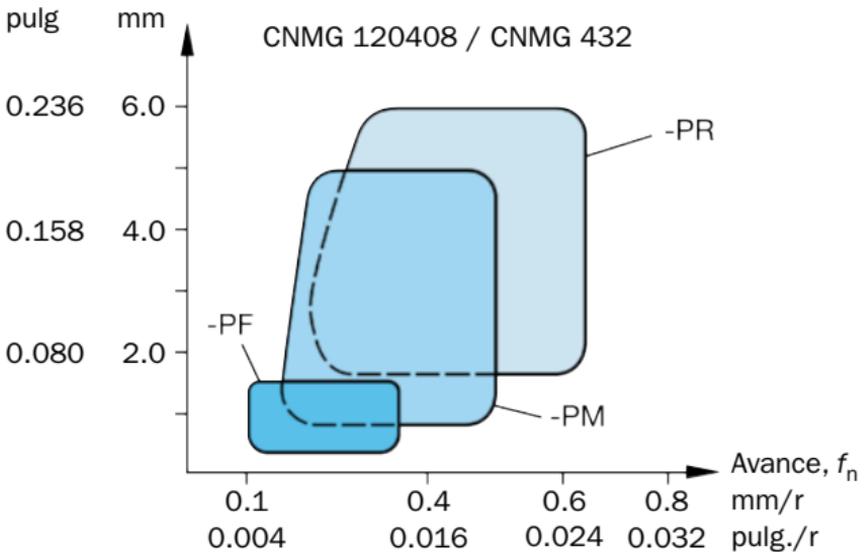
Geometría: -PM

a_p : 3.0 mm (0.118 pulg.)

f_n : 0.3 mm/r (0.012 pulg./r)



Profundidad de corte, a_p ,



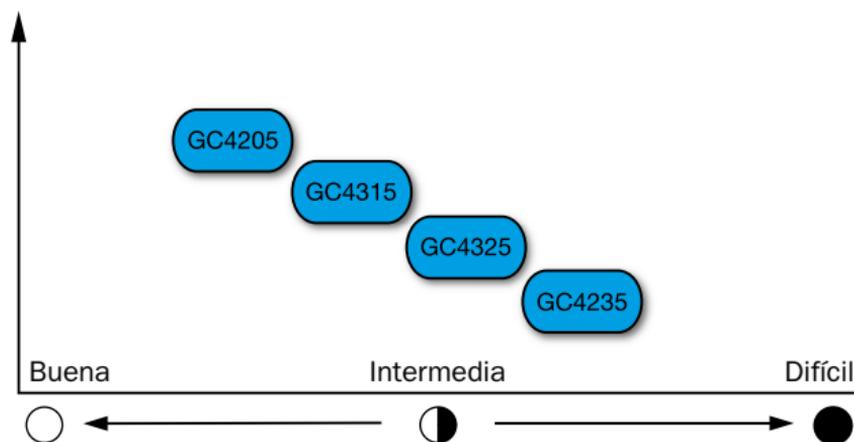
- La geometría de primera elección es -PM
- Utilice la geometría -PR para un gran f_n/a_p o cortes interrumpidos
- Utilice la geometría -PF para un f_n/a_p reducido.

Calidad

La calidad de la plaquita se selecciona principalmente de acuerdo con:

- El componente (material y diseño, p. ej. tiempo en corte prolongado o reducido)
- La aplicación (p. ej. desbaste, medio o acabado)
- La máquina (estabilidad, p. ej., buena, intermedia o difícil).

Resistencia térmica (desgaste)



Ejemplo

- Componente de acero, MC P2.3.Z.AN (CMC 02.12).
- Mecanizado medio, f_n 0.2–0.4 mm/r (0.008–0.016 pulg./r), profundidad de corte, a_p , 2 mm (0.079 pulg.).
- Buena estabilidad (sujeción, tamaño del componente).

Primera elección: utilice la calidad GC4325 para un mecanizado seguro.

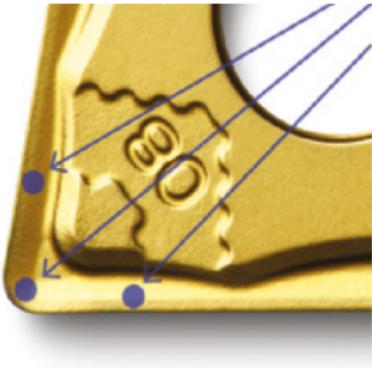
Utilice una calidad GC4315 si requiere una mayor resistencia térmica debido al mayor tiempo de empañe o a la velocidad de corte incrementada.

Impulsor de la productividad

Efectos del HP (Refrigerante de alta presión/ precisión)

Control de la viruta y vida útil de la herramienta:

- Efectos positivos perceptibles a 10 bar (145 psi).
- Incluso más visibles a 70 bar (1015 psi).
- A mayores presiones, las geometrías de plaquita específicas para HP prolongan la vida útil de la herramienta.



Seguridad del proceso

Utilizar un portaherramientas con refrigerante de gran precisión (HP) mejora el control de la viruta y ofrece una predecible vida útil de herramienta. Estos beneficios se perciben simplemente al cambiar de un portaherramientas convencional a un portaherramientas CoroTurn® HP, sin necesidad de cambiar los parámetros de corte.

Además, el HP también permite aplicar una mayor velocidad de corte.

Tenga en cuenta los siguientes factores para garantizar un mecanizado predecible y productivo en acero inoxidable con mala rotura de la viruta:

- Aplique refrigerante de alta presión a 70 bar (1015 psi). Optimización apreciable incluso a partir de 35 bar (507 psi).
- Utilice CoroTurn® HP en combinación con la geometría -MMC.

Aumente la vida útil de su herramienta

Para conseguir la mejor vida útil posible:

1. Maximice a_p (para reducir el número de cortes).
2. Maximice f_n (para reducir el tiempo de corte).
3. Reduzca v_c (para reducir la temperatura).

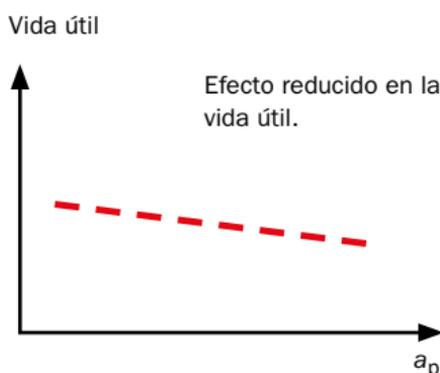
Profundidad de corte a_p

Demasiado pequeña:

- Pérdida de control de la viruta
- Vibraciones
- Calor excesivo
- Poco rentable

Demasiado profunda:

- Gran consumo energético
- Rotura de la viruta
- Incremento de las fuerzas de corte



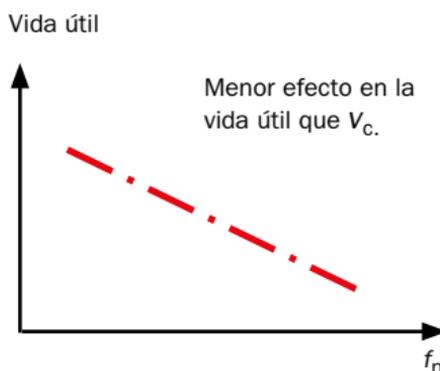
Velocidad de avance f_n

Demasiado baja:

- Virutas fibrosas
- Rápido desgaste en incidencia
- Filo de aportación
- Poco rentable

Demasiado alta:

- Pérdida de control de la viruta
- Acabado superficial deficiente
- Craterización/deformación plástica
- Gran consumo energético
- Soldadura de las virutas
- Martillado de las virutas



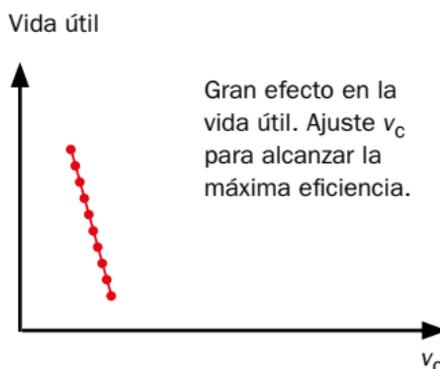
Velocidad de corte v_c

Demasiado baja:

- Filo de aportación
- Embotamiento del filo
- Poco rentable
- Acabado superficial deficiente

Demasiado alta:

- Rápido desgaste en incidencia
- Acabado superficial deficiente
- Rápida craterización
- Deformación plástica



Consejos de aplicación

Componentes con tendencia a la vibración

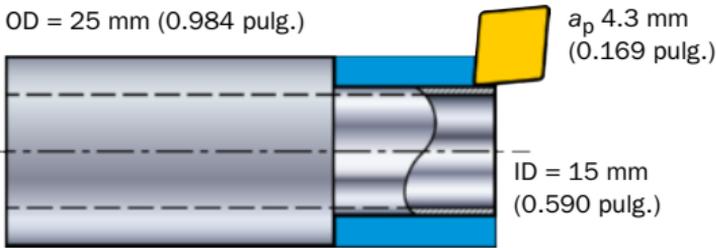
Corte en una pasada (por ejemplo un tubo)

Se recomienda mecanizar el corte completo en una pasada para dirigir la fuerza hacia el portapinzas/husillo.

Ejemplo:

- Diámetro exterior (OD) de 25 mm (0.984 pulg.).
- Diámetro interior (ID) de 15 mm (0.590 pulg.).
- Profundidad de corte, a_p , de 4.3 mm (0.169 pulg.).

Grosor resultante del tubo = 0.7 mm (0.028 pulg.).

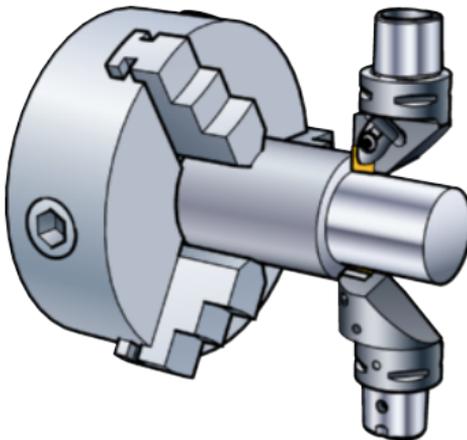


Se puede utilizar un ángulo de posición cercano a los 90° (ángulo de inclinación de 0°) para dirigir las fuerzas de corte en dirección axial. Esto produce una mínima fuerza de flexión en el componente.

Corte en dos pasadas

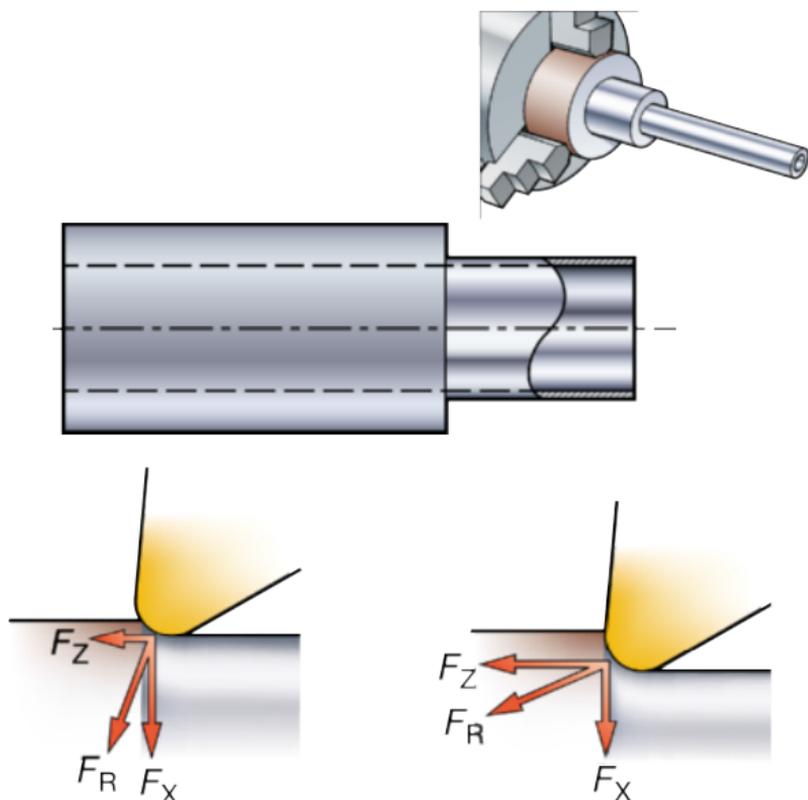
El mecanizado con la torreta superior e inferior sincronizadas equilibrará las fuerzas de corte radiales:

- Evite la vibración y la flexión del componente.



Componentes de pared delgada/fina

- Ángulo de posición cercano a 90° (ángulo de inclinación 0°).
- Profundidad de corte, a_p , superior al radio de punta, RE.
- Filo agudo y radio de punta reducido, RE.
- Considere una calidad Cermet o PVD, p. ej. CT5015 o GC1125.



Ángulo de posición (ángulo de inclinación):

- Incluso un cambio pequeño (de un ángulo de $91/-1$ a uno de $95/-5$ grados) influirá en la dirección de la fuerza de corte durante el mecanizado.

Profundidad de corte, a_p , superior al radio de punta, RE:

- Una gran a_p incrementa la fuerza axial, F_z , y reduce la fuerza de corte radial, F_x , lo que provoca vibraciones.

Filo agudo y radio de punta reducido, RE:

- Genera bajas fuerzas de corte.

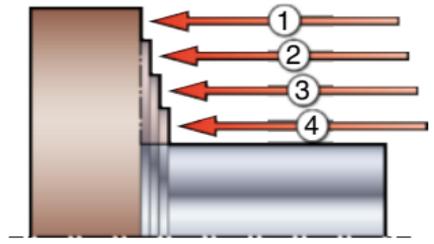
Calidad Cermet o PVD:

- Para disponer de resistencia al desgaste y de una plaquita de filo agudo, lo cual es preferible para este tipo de operación.

Escuadrado/Torneado en escuadra

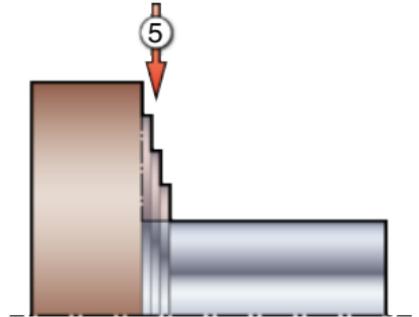
Paso 1-4:

- La distancia de cada paso (1-4) debe ser la misma que la velocidad de avance para evitar el atasco de la viruta.



Paso 5:

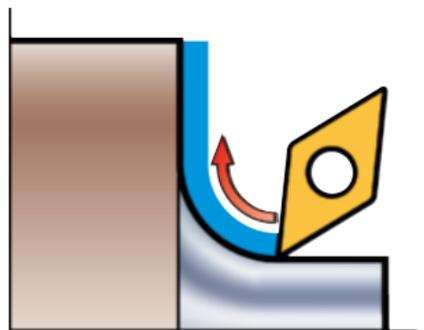
- El corte final debe realizarse en un único corte vertical empezando por el diámetro exterior hacia el diámetro interior.



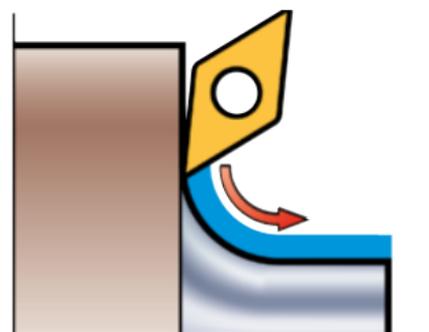
Esto:

- Evita dañar el filo de la plaquita.
- Es muy positivo para las plaquitas con recubrimiento de CVD y puede reducir considerablemente las roturas.

Si en la operación de refrentado de la escuadra se mecaniza del diámetro interior al exterior, las virutas enrolladas en los radios pueden provocar problemas.



Cambiar el recorrido de la herramienta puede invertir la dirección de la viruta y solucionar el problema.



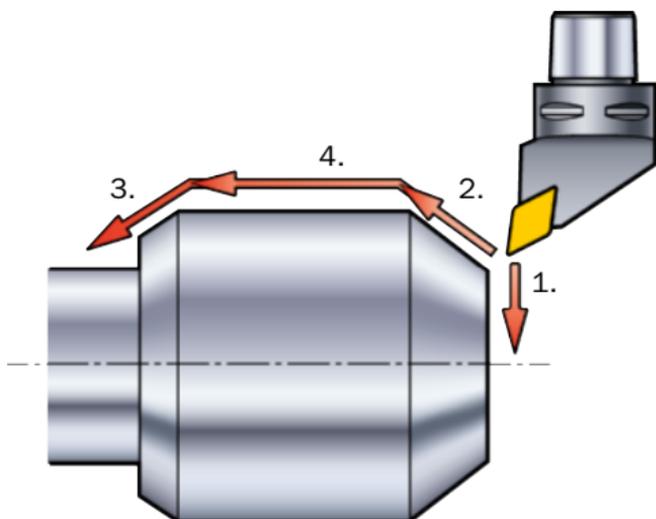
Refrentado

Consideraciones del proceso:

- Empiece por el refrentado (1) y el chaflán (2), si es posible.

Condiciones geométricas de la pieza:

- Empiece por el chaflán (3).



El refrentado deberá ser la primera operación para fijar así el punto de referencia en el componente para la siguiente pasada.

La formación de rebabas a menudo es un problema al final del corte (al salir de la pieza de trabajo). Aquí, dejar un chaflán o un radio (interpolando sobre la esquina) podría minimizar la formación de rebabas.

Un chaflán en el componente permitirá una entrada más suave del filo de la plaquita (tanto en el refrentado como en el torneado longitudinal).

Cortes interrumpidos

- Utilice una calidad de PVD para proporcionar tenacidad del filo, p. ej. GC1125.
- Utilice la calidad fina de CVD si el material de la pieza es muy abrasivo, p. ej. GC1515.
- Considere utilizar un rompevirutas fuerte, p. ej. -QM o -PR, para añadir la resistencia al astillamiento necesaria.
- Es recomendable apagar el refrigerante para evitar fisuras térmicas.

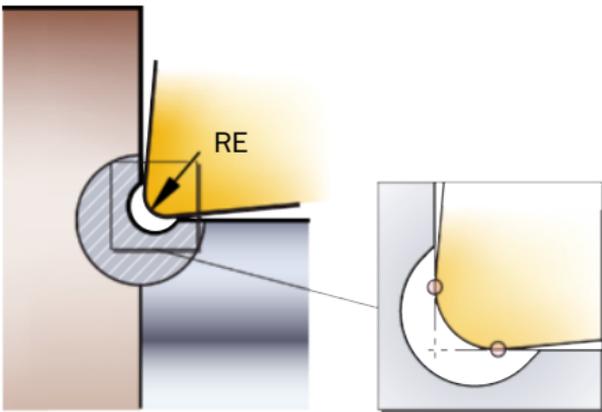


Acabado del componente con rectificado de contornos

Utilice el mayor radio de punta, RE, posible para el torneado longitudinal y refrentado. No exceda la anchura del rectificado.

- Filo resistente
- Buena calidad superficial
- Posibilidad de aplicar altos avances

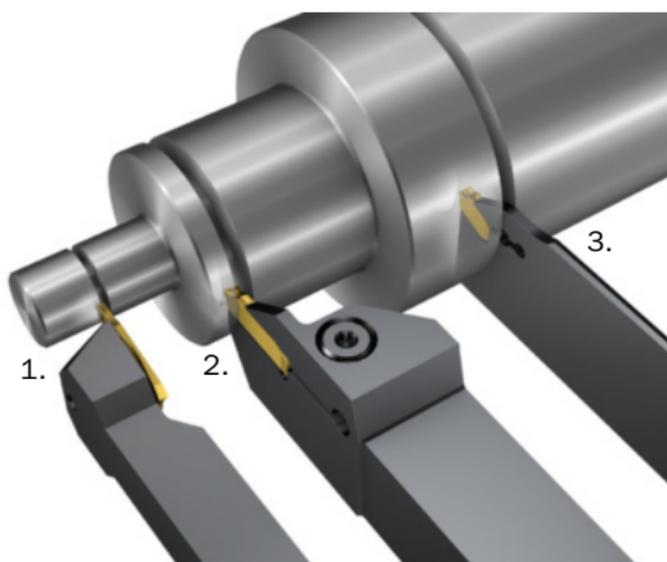
El contorno debe realizarse en la última operación para eliminar la rebaba.



Tronzado y ranurado

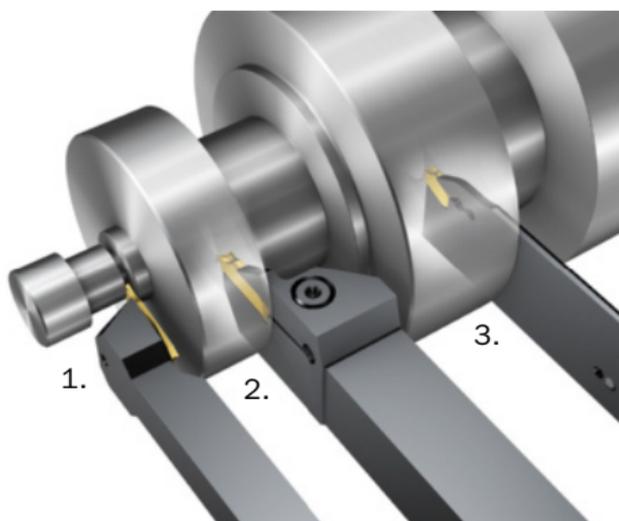
Sistema de primera elección

Tronzado



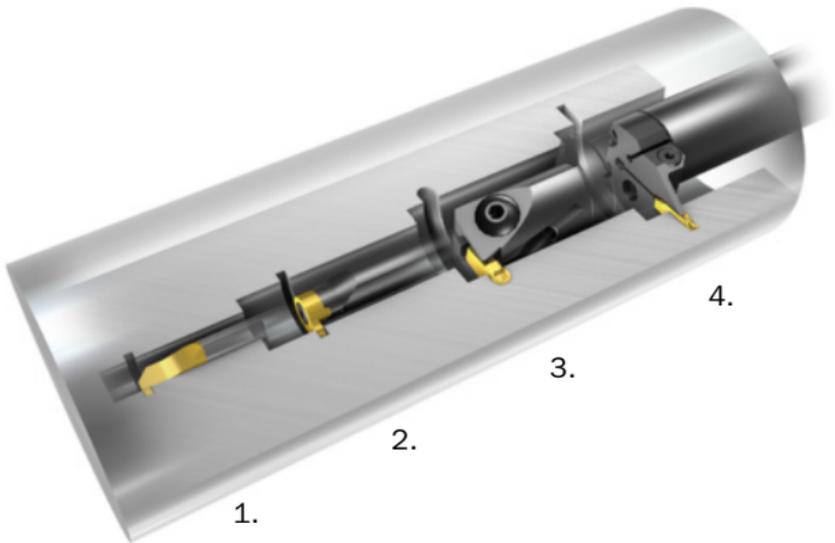
- | | |
|-------------------------|---|
| 1. CoroCut® de 3 fillos | DCX $\varnothing \leq 12$ mm (0.5 pulg.) |
| 2. CoroCut® de 2 fillos | DCX $\varnothing 12-38$ mm (0.5–1.5 pulg.) |
| 3. CoroCut® QD | DCX $\varnothing 38-160$ mm (1.5–6.3 pulg.) |

Ranurado exterior



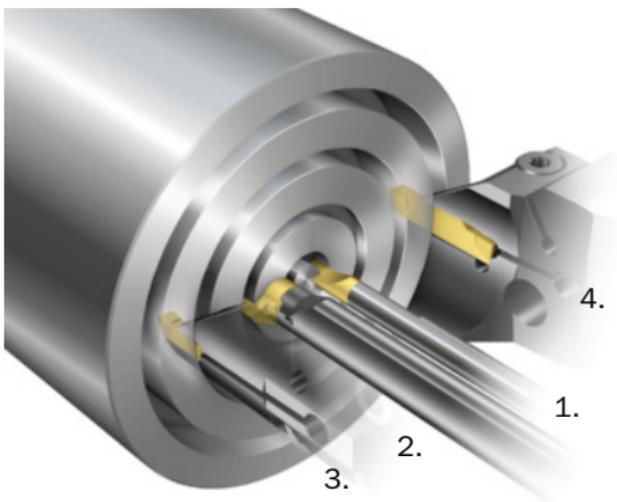
- | | |
|-------------------------|--------------------------------|
| 1. CoroCut® de 3 fillos | CDX 1.5–6 mm (0.06–0.24 pulg.) |
| 2. CoroCut® de 2 fillos | CDX 13–28 mm (0.5–1.1 pulg.) |
| 3. CoroCut® QD | CDX 15–80 mm (0.6–3.15 pulg.) |

Ranurado interior



- | | |
|------------------------|----------------------------|
| 1. CoroTurn® XS | DMIN Ø4.2 mm (0.165 pulg.) |
| 2. CoroCut® MB | DMIN Ø10 mm (0.394 pulg.) |
| 3. T-Max Q-Cut® | DMIN Ø12 mm (0.472 pulg.) |
| 4. CoroCut® de 2 filos | DMIN Ø26 mm (1.024 pulg.) |

Ranurado frontal



- | | |
|------------------------|----------------------------------|
| 1. CoroTurn® XS | DAXIN Ø1-8 mm (0.04–0.315 pulg.) |
| 2. CoroCut® MB | DAXIN Ø8 mm (0.31 pulg.) |
| 3. T-Max Q-Cut® | DAXIN Ø16 mm (0.63 pulg.) |
| 4. CoroCut® de 2 filos | DAXIN Ø34 mm (1.34 pulg.) |

Consejos de aplicación para tronzado

Minimice el voladizo, OH

Con un OH largo:

- Utilice una geometría de corte ligero, p. ej. -CM.

OH inferior a 1.5 x H:

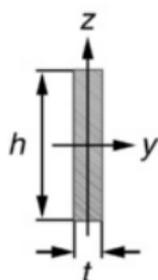
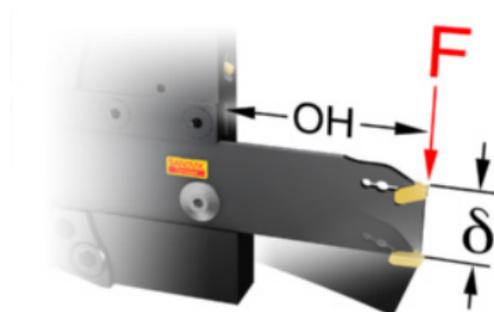
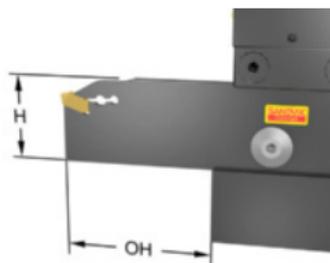
- Utilice el avance recomendado para la geometría.

OH superior a 1.5 x H:

- Reduzca la velocidad de avance al intervalo más bajo del avance recomendado para la geometría.

Un menor voladizo reduce al cubo la flexión hacia abajo:

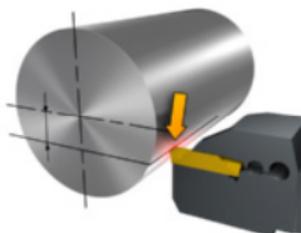
$$\delta = \frac{4 \times F \times OH^3}{t \times h^3}$$



Altura central

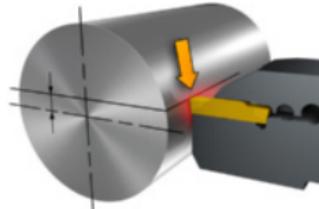
- Altura central ± 0.1 mm (± 0.004 pulg.)
- Con voladizos largos, fije el filo de corte 0.1 mm (0.004 pulg.) por encima del centro para compensar la flexión hacia abajo.

Por debajo del centro provoca:



- Un mayor tetón
- Roturas (fuerzas de corte desfavorables).

Por encima del centro provoca:



- Roturas (al empujar a través del centro).
- Un rápido desgaste en incidencia (incidencia reducida).

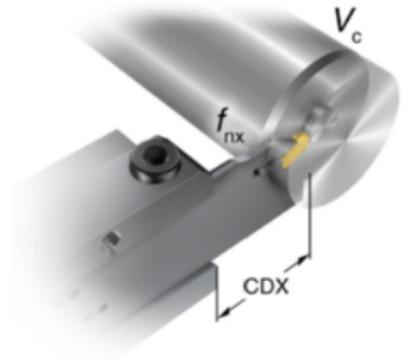
Reduzca siempre el avance antes de llegar al centro

Las roturas durante el tronzado suelen producirse en el centro. Reduzca siempre el avance, en un 75 %, 2 mm (0.08 pulg.) antes del centro:

- Un menor avance en el centro reduce las fuerzas e incrementa la vida útil de la herramienta.
- Un mayor avance en la periferia optimiza la productividad y la vida útil de la herramienta.
- Una reducción del avance incrementa drásticamente la vida útil de la herramienta.

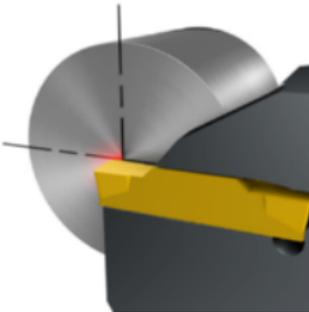
Calcular la velocidad:

$$v_c = \frac{\pi \times D_m \times n}{1000}$$

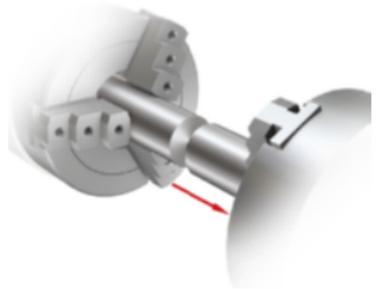


Detenga siempre el avance antes de llegar al centro

- Detenga el avance 0.5 mm (0.02 pulg.) antes del centro
- El componente caerá por la fuerza centrífuga.



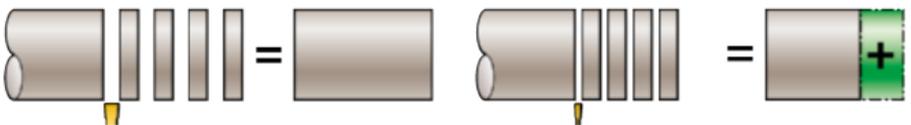
El avance a través del centro provoca roturas.



Se puede utilizar un portapinzas secundario para tirar del componente.

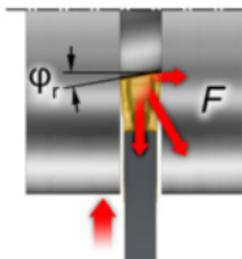
Deje un tetón de 1 mm (0.04 pulg.) de \varnothing para romperlo posteriormente.

Reduzca la anchura de la plaquita para ahorrar material.



Tronzado sin tetones

- El ángulo frontal reduce los tetones y las rebabas en un lado.
- Utilice plaquitas de ángulo frontal sólo en voladizos reducidos.
- El ángulo frontal reduce la vida útil de la herramienta y aumenta la flexión.
- Utilice plaquitas neutras con voladizos más largos.

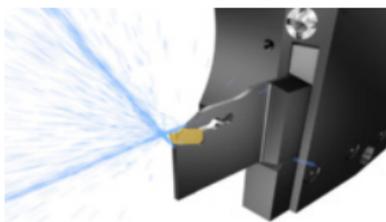


	Ángulo frontal	Neutro
Estabilidad y vida útil de la herramienta	malas	buenas
Fuerzas de corte radiales	bajas	altas
Fuerzas de corte axiales	altas	bajas
Tetones/rebabas	pequeños	grandes
Riesgo de vibraciones	alto	bajo
Acabado superficial y planicidad	malos	buenos
Flujo de viruta	malo	bueno

Refrigerante de gran precisión (HP)

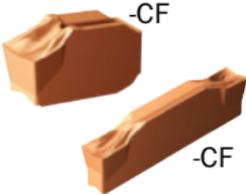
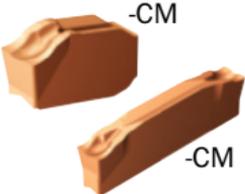
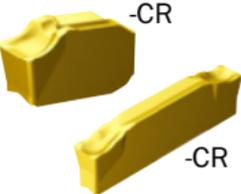
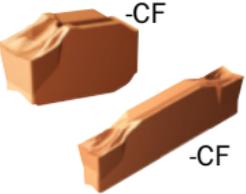
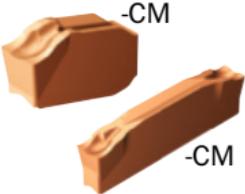
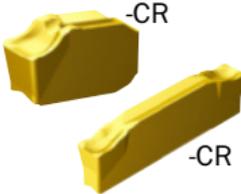
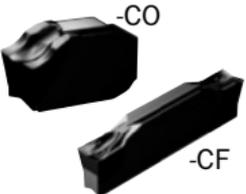
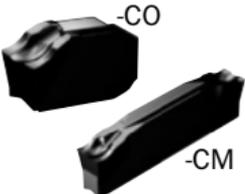
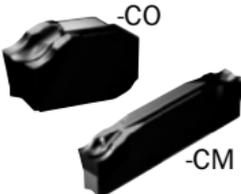
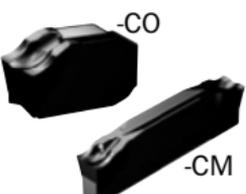
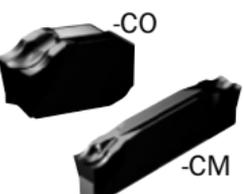
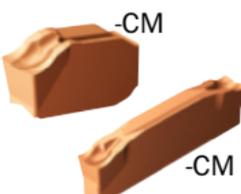
- Accede al filo de corte incluso en ranuras profundas.
- Las herramientas con HP son la primera elección para el tronzado y el ranurado.
- Mejora el control de la viruta y el acabado superficial.
- El refrigerante interior reduce la temperatura.
- Los mayores beneficios se perciben al trabajar con grandes tiempos en corte y en materiales de baja conductividad (HRSA, acero inoxidable).
- Un refrigerante efectivo permite el uso de calidades más tenaces con una vida útil de herramienta estable o incrementada.
- Aumente la velocidad de corte en un 30-50 % al utilizar HP
- Apague el refrigerante cuando la máquina alcance su límite de rpm para evitar el filo de aportación.

El refrigerante de gran precisión tiene un efecto muy positivo incluso a menores presiones, pero el mejor efecto se percibe a partir de 20 bar (290 PSI) en adelante.

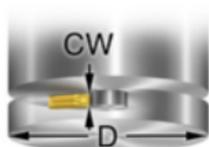


Geometría y calidad

Primera elección para el tronzado

ISO	 Tubos - buenas condiciones	 Barras - buenas condiciones (portapinzas secundario)	 Barras - condiciones difíciles
P Acero	 GC1125	 GC1125	 GC1135/2135
M Acero inoxidable	 GC1125	 GC1125	 GC1135/2135
N Metales no féreos	 GC1105	 GC1105	 GC1105
S Superalaciones termorresistentes	 GC1105	 GC1105	 GC1145

Utilice la tabla para elegir la anchura, CW, dependiendo del diámetro del componente, D:



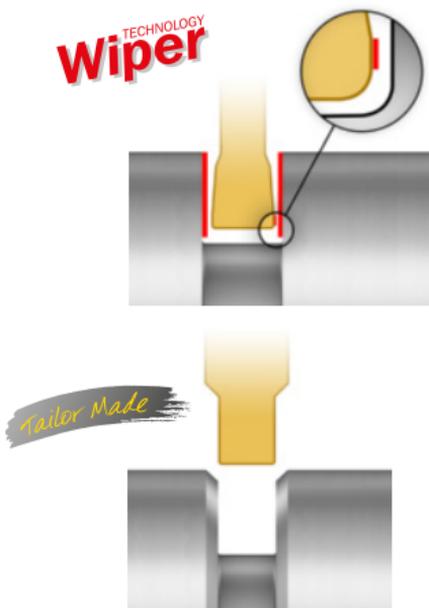
D mm (pulg.)	CW mm
-10 (-0.4)	1.0
10-25 (0.4-1.0)	1.5
25-40 (1.0-1.6)	2.0
40-50 (1.6-2.0)	2.5
50-65 (2.0-2.6)	3.0

¡Ahorre material reduciendo la anchura de la plaquita!

Consejos de aplicación para ranurado exterior

Ranurado de un solo corte

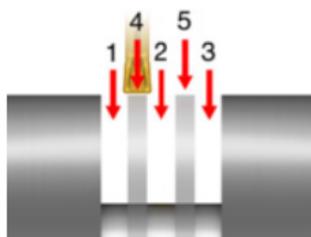
- Utilice las plaquitas Wiper para el acabado superficial, p. ej., -TF
- CoroCut 2 -GF ofrece una amplia gama de diferentes tipos de radios de punta y anchuras con estrechas tolerancias.
- Tailor Made con perfiles específicos y chaflanes en el perfil de la plaquita para la producción en serie.



Desbaste de ranuras grandes

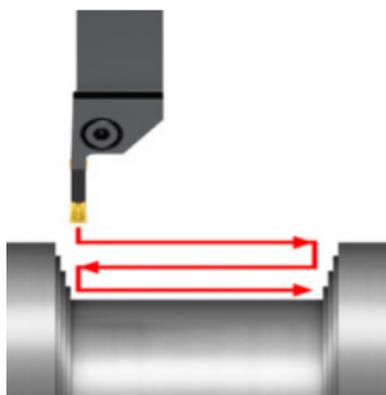
Ranurado múltiple

- Para ranuras profundas y anchas (profundidad superior a la anchura).
- Las pestañas dejadas para los cortes finales (4 y 5) deben ser más delgadas que la anchura de la plaquita ($CW -2 \times \text{radios de punta}$).
- Aumente el avance en un 30-50 % al mecanizar las pestañas.
- La geometría de primera elección es -GM.



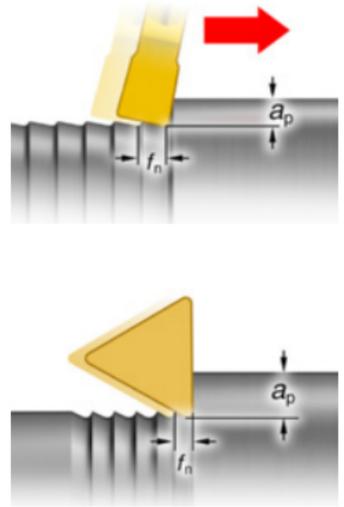
Cilindrado

- Para ranuras más anchas y superficiales (anchura superior a la profundidad).
- No avance contra la escuadra.
- Las geometrías de primera elección son -TF y -TM.

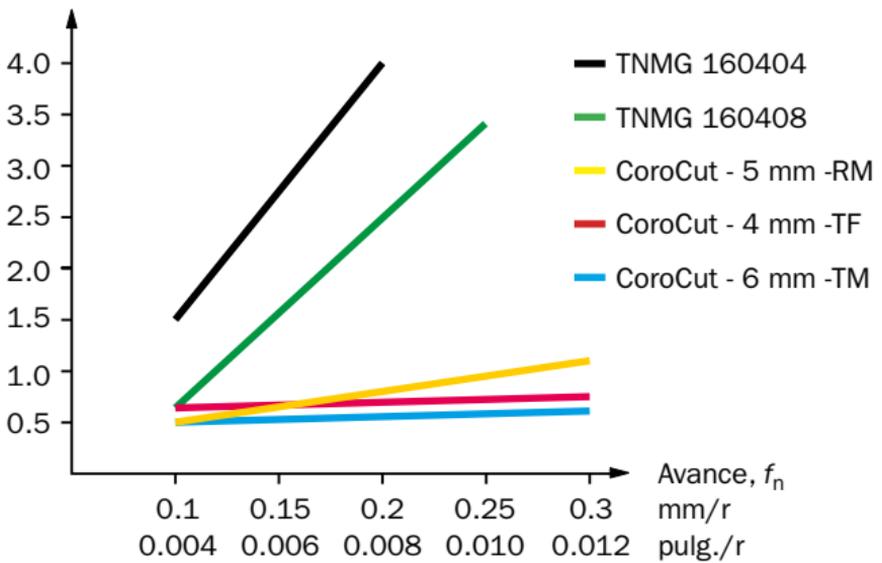


Torneado con plaquita de tronzado y ranurado

- En el torneado lateral utilice una a_p superior a los radios de punta de la plaquita.
- Efecto Wiper – f_n/a_p debe ser alta para generar una baja flexión de la plaquita y de la herramienta.
- Una relación f_n/a_p demasiado baja provoca vibraciones y una baja calidad superficial, además de bruñir las herramientas.
- La a_p máxima es el 75 % de la anchura de la plaquita.



Acabado superficial
 R_a μm

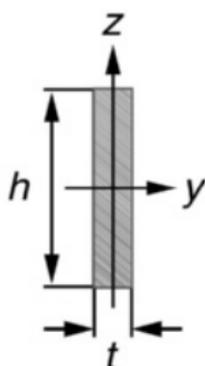
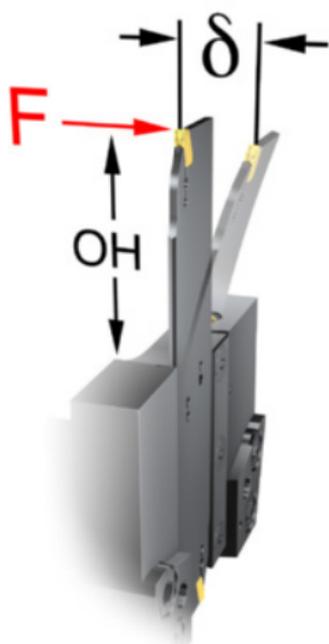


El diagrama muestra el acabado superficial de las plaquitas CoroCut frente a una plaquita TNMG con un radio de punta de 04 o 08.

Torneado de una ranura

En el torneado lateral, la herramienta y la plaquita deben doblarse. No obstante, una flexión excesiva puede causar vibraciones y roturas:

- Una lama más ancha reduce la flexión.
- Un voladizo más corto reduce la flexión.
- Evite las operaciones de torneado con herramientas largas/delgadas.



Un voladizo más corto reduce la flexión lateral:

$$\delta = \frac{4 \times F \times OH^3}{t^3 \times h}$$

Torneado de acabado de una ranura

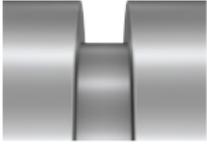
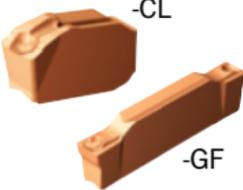
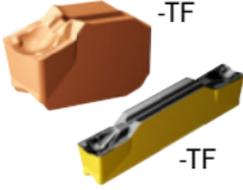
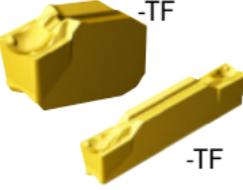
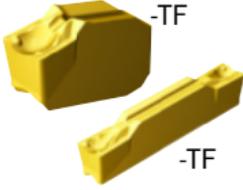
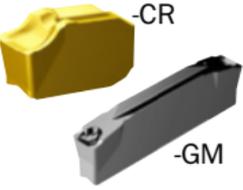
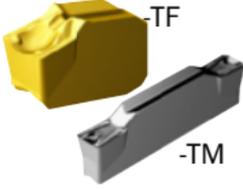
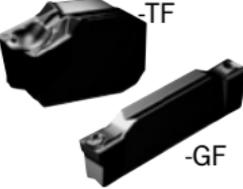
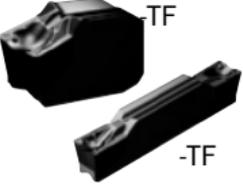
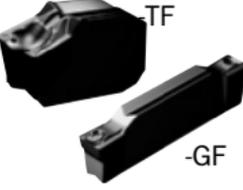
Para evitar la flexión utilice una profundidad de corte superior al radio de punta de la plaquita.

- Opción 1: Utilice una geometría de torneado, p. ej. -TF
- Opción 2: Utilice una geometría de perfilado, p. ej. -RM, para ranuras con grandes radios
- La profundidad de corte axial y radial recomendada es 0.5–1.0 mm (0.02–0.04 pulg.).



Geometría y calidad

Primera elección para el ranurado

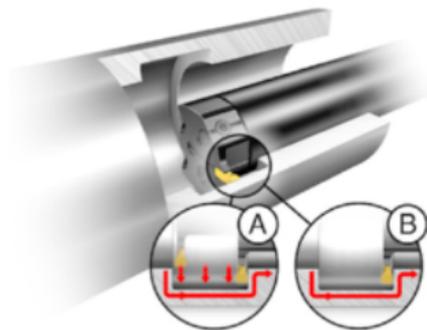
	 Ranurado	 Torneado de ranuras más grandes
ISO		
P Acero	 -CL GC1125	 -TF GC1125/4225
M Acero inoxidable	 -TF GC1135/2135	 -TF GC1135/2135
K Fundición	 -CR GC1135/3115	 -TM GC1135/3115
N Metales no férreos	 -TF GC1105	 -TF GC1105
S Superaloacimientos termorresistentes	 -TF GC1105	 -TF GC1105
H Acero templado	 -S CB7015	 -S CB7015

Para el ranurado exterior, las herramientas con refrigerante de gran precisión son la primera elección.

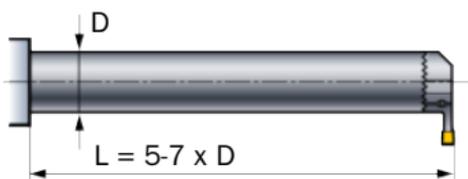
Consejos de aplicación para el ranurado interior

Evacuación de la viruta

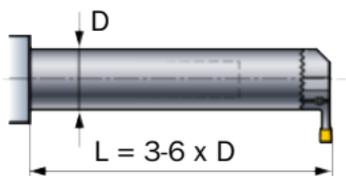
- Empiece por el fondo del agujero y mecanice hacia fuera para extraer la viruta del agujero.
- Un gran flujo de refrigerante mejora el control y la evacuación de la viruta.
- Una presión (bar) más reducida mejora la evacuación de la viruta pero reduce la estabilidad.
- Utilice el cilindrado (B) para garantizar el mejor control de viruta posible y la estabilidad.
- Utilice geometrías de corte ligero como -GF o -TF.
- Utilice una plaquita y radios de punta más pequeños para una menor fuerza de corte.



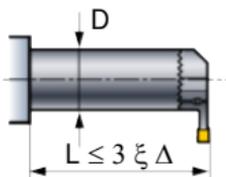
Para voladizos de $5-7 \times D$ utilice barras antivibratorias reforzadas de metal duro.



Para voladizos de $3-6 \times D$ utilice barras antivibratorias o de metal duro.

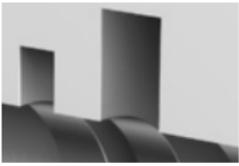
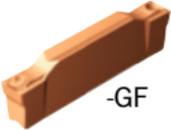
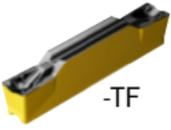
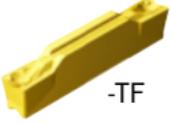
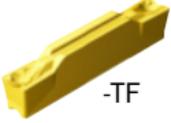
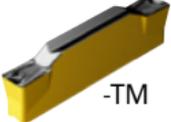


Para voladizos por debajo de $3 \times D$ utilice barras de acero.



Geometría y calidad

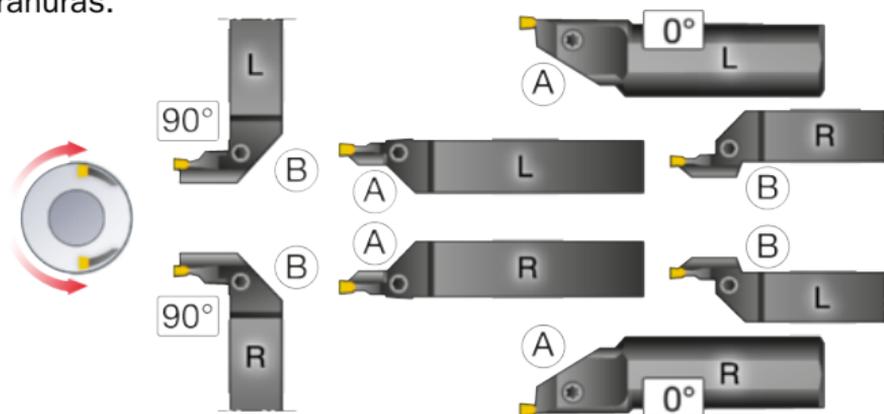
Primera elección para el ranurado interior

ISO	 Ranurado	 Torneado de ranuras más grandes
P Acero	 GC1125	 GC4225
M Acero inoxidable	 GC2135	 GC2135
K Fundición	 GC4225	 GC4225
N Metales no férricos	 GC1105	 GC1105
S Superaleaciones termorresistentes	 GC1105	 GC1105
H Acero templado	 CB7015	 CB7015

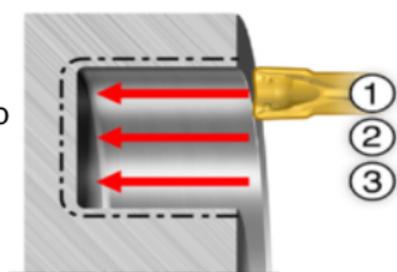
Consejos de aplicación para el ranurado frontal

Elección de la herramienta

Herramientas curvadas para ajustarse a una gama de ranuras.



Empiece por el exterior, trabajando hacia el interior.

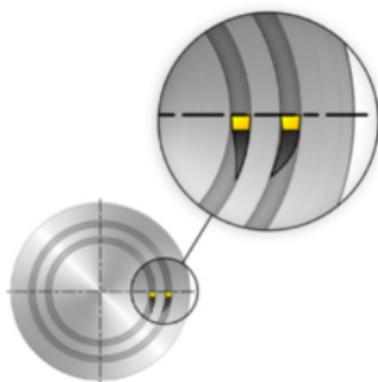


La ranura se puede ampliar superponiendo cortes (o aplicando torneado lateral), siempre y cuando el primer corte esté dentro de la gama de diámetros de la herramienta.

Utilice la herramienta para el diámetro más grande que se ajuste a su ranura.

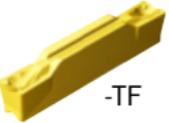
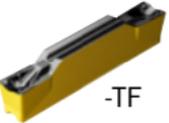
Una herramienta para un mayor diámetro es menos curvada y, por tanto, menos estable.

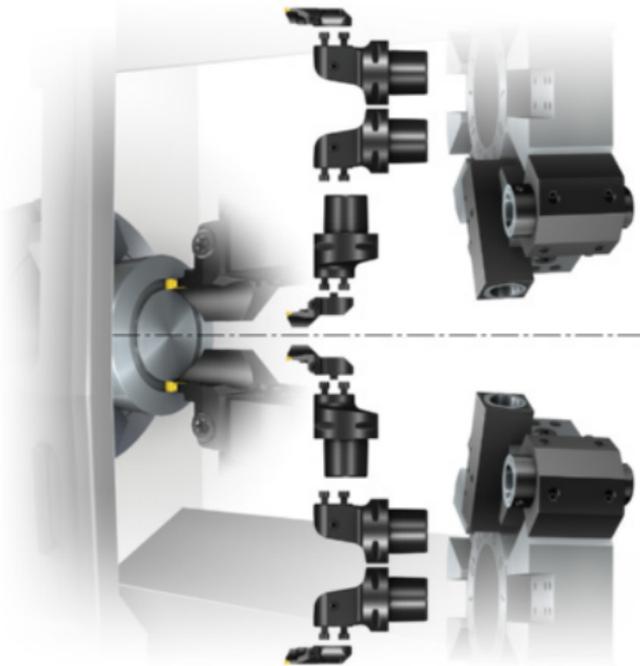
- Un mayor diámetro ofrece un mejor control de viruta y una mayor estabilidad. Para ranuras más grandes – utilice el torneado lateral para conseguir un mejor control de viruta.
- Utilice siempre herramientas con la menor profundidad de corte posible.



Geometría y calidad

Primera elección para el ranurado frontal

			
	Ranurado frontal		Ranurado frontal
ISO		ISO	
P		N	
Acero	 -TF GC1125	Metales no férreos	 -TF H13A
M		S	
Acero inoxidable	 -TF GC2135	Superaloia- nes termorre- sistentes	 -TF GC1105
K		H	
Fundición	 -TF GC4225	Acero tem- plado	 -S CB7015

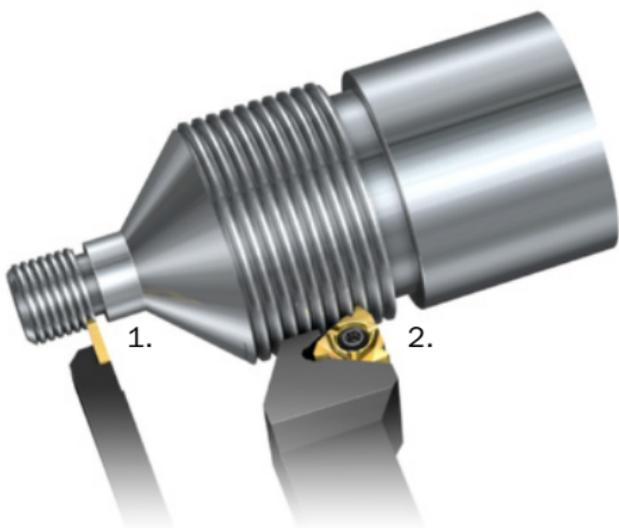


Construya su propia herramienta modular de ranurado en
www.tool-builder.com

Roscado

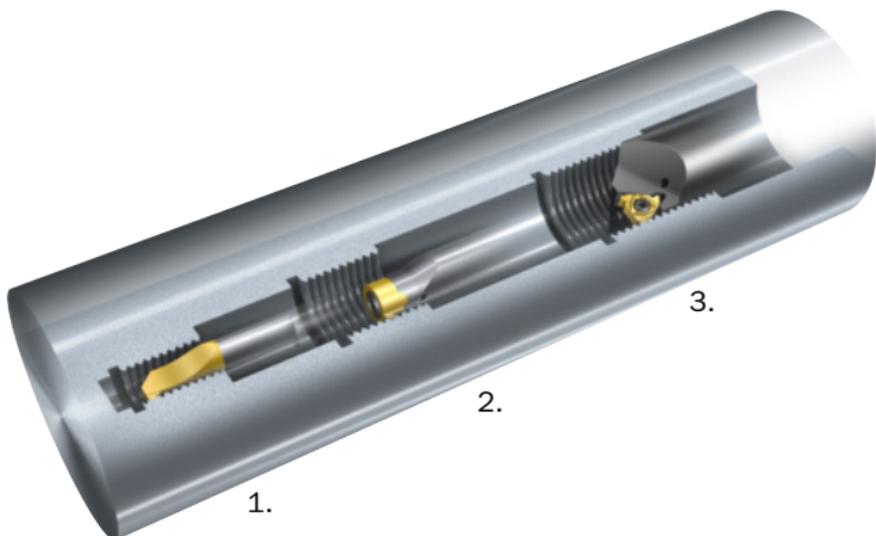
Exterior, sistema diferente

1. CoroCut® XS
Área de paso de 0.2–2 mm
2. CoroThread® 266
Área de paso de 0.5–8 mm, 32–3 t.p.i (roscas por pulgada)



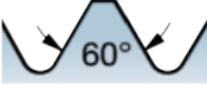
Interior, sistema diferente

1. CoroTurn® XS
Área de paso de 0.5–3 mm, 32-16 t.p.i.
DMIN Ø4 mm (0.157 pulg.)
2. CoroCut® MB
Área de paso de 0.5–3 mm, 32-8 t.p.i.
DMIN Ø10 mm (0.393 pulg.)
3. CoroThread® 266
Área de paso de 0.5–8 mm, 32-3 t.p.i.
DMIN Ø12 mm (0.472 pulg.)



Formas de rosca

Gama estándar de Sandvik Coromant

Aplicación	Forma de rosca	Tipo de rosca
Conectadas Uso general		Métrica ISO, americana UN
Roscas de tubería	 	Whitworth, British Standard (BSPT), American National, roscas de tubería, NPT, NPTF
Sector alimentario y antiincendios		DIN 405 Redonda
Industria aeroespacial		MJ, UNJ
Petróleo y gas		API redonda, API buttress, VAM
Movimiento Uso general		Trapezoidal, ACME, ACME Stub

CoroThread® 266

- Sistema de herramientas de primera elección para el torneado de roscas
- El adaptador de raíl guía entre la plaquita y el asiento de la punta elimina el movimiento de la plaquita a través de la variación de las fuerzas de corte.
- CoroThread® 266, por tanto, ofrece un perfil de rosca preciso y repetible como resultado de la rígida estabilidad de la plaquita.



Dirección de avance de la herramienta

Una rosca puede producirse de diferentes maneras. El husillo puede girar en sentido horario y en sentido antihorario, con la herramienta acercándose al portapinzas o alejándose de él. Asimismo, la herramienta de torneado de roscas puede utilizarse en posición normal o invertida (ésta última ayuda a evacuar la viruta).

- El reglaje más habitual está marcado en verde (abajo).

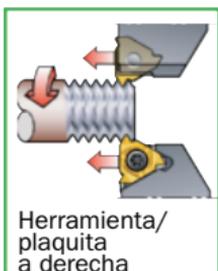
Trabajar alejándose del portapinzas (roscado a tracción)

Utilizar herramientas a derecha para roscas a izquierda (y viceversa) permite grandes ahorros gracias a la reducción del inventario de herramientas.

- Para el reglaje marcado en rojo (abajo) debe utilizarse una placa de apoyo negativa.

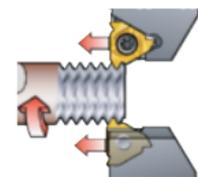
Exterior

Roscas a derecha



Herramienta/
plaquita
a derecha

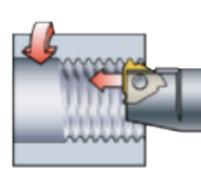
Roscas a izquierda



Herramienta/
plaquita
a izquierda

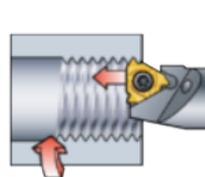
Interior

Roscas a derecha

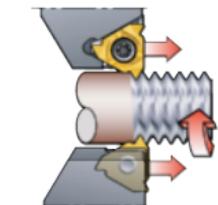


Herramienta/
plaquita
a derecha

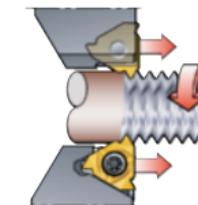
Roscas a izquierda



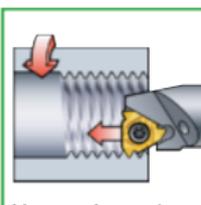
Herramienta/
plaquita
a izquierda



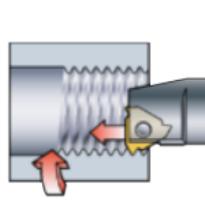
Herramienta/
plaquita
a derecha



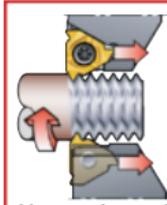
Herramienta/
plaquita
a izquierda



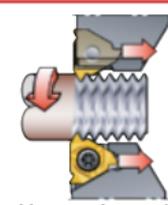
Herramienta/
plaquita
a derecha



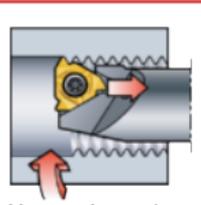
Herramienta/
plaquita
a izquierda



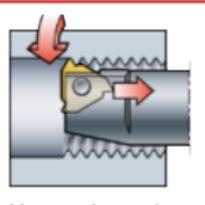
Herramienta/
plaquita
a izquierda



Herramienta/
plaquita
a derecha

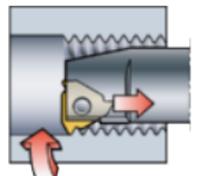


Herramienta/
plaquita
a izquierda

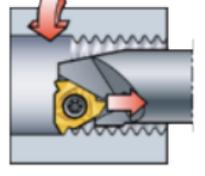


Herramienta/
plaquita
a derecha

Debe utilizarse una placa de apoyo negativa.



Herramienta/
plaquita
a izquierda

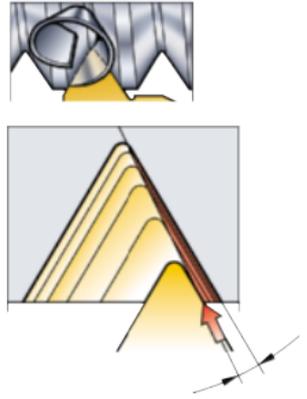


Herramienta/
plaquita
a derecha

Métodos de penetración

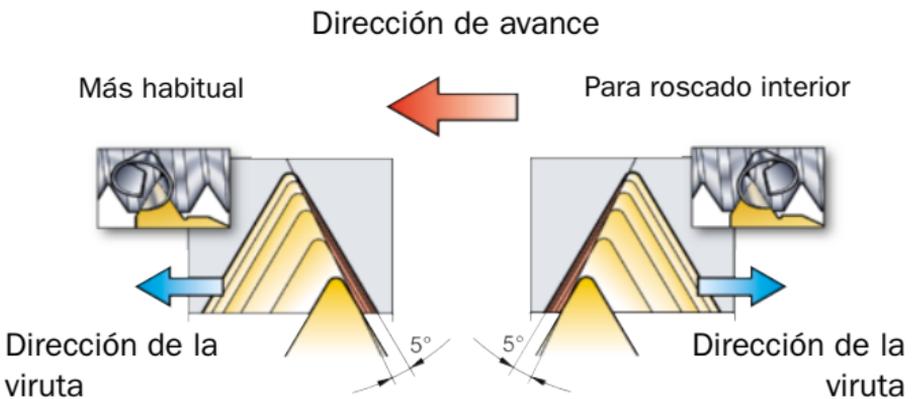
Penetración en flanco modificada

La penetración en flanco modificada es el método de primera elección ya que proporciona la mayor vida útil de herramienta y el mejor control de viruta. La mayoría de las máquinas de CNC disponen de ciclos de roscado especiales. Ejemplo:



- G92, G76, G71, G33 y G32
- Para la penetración en flanco puede ser G76, X48.0, Z-30.0, **B57** (ángulo de penetración), D05, etc.
- Sólo se genera viruta en un lado de la plaquita, lo cual ofrece un excelente control de la viruta.
- Se requieren menos pasadas dado que se transmite menos calor a la plaquita.
- Utilice un ángulo de penetración de 1-5°.

Penetración de flanco opuesto



- La plaquita puede cortar utilizando ambos flancos – la viruta se puede dirigir en ambas direcciones dependiendo del flanco utilizado.
- Control de viruta optimizado.
- Ayuda a garantizar un mecanizado continuo, sin problemas y sin paradas imprevistas.

El roscado radial e incremental son otros métodos habituales.

Tipos de plaquita

Plaquita de perfil completo

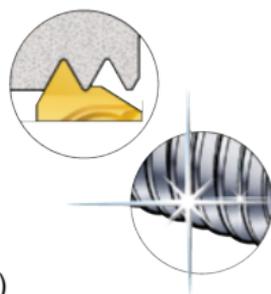
Ventajas:

- La plaquita genera el perfil de rosca completo.
- La plaquita controla y define el valle y la cresta.
- No es necesario eliminar las rebabas.
- Deje 0.05–0.07 mm (0.002–0.003 pulg.) de material adicional.

Desventajas:

- Cada paso requiere una plaquita.

Primera elección



Plaquita de perfil en V

Ventajas:

- Flexibilidad, una plaquita para varios pasos.
- Inventario de herramientas reducido.

Desventajas:

- El diámetro interior/externo debe tornearse al diámetro correcto antes del roscado.
- Formación de rebabas.
- El radio de punta de la plaquita es menor para cubrir la gama de pasos, lo cual reduce la vida útil de la herramienta.

Flexible



Plaquetas multi-diente

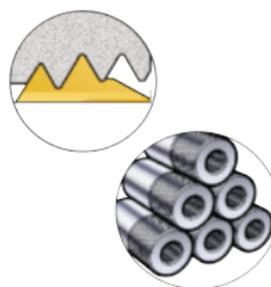
Ventajas:

- Similares a las plaquetas de perfil completo, las plaquetas de diente doble ofrecen una productividad duplicada, etc.
- Altísima tasa de productividad.
- Vida útil de herramienta duplicada.

Desventajas:

- Requieren condiciones estables debido a las fuerzas de corte incrementadas.
- Deben disponer de espacio suficiente detrás de la última rosca para liberar el último diente de la plaqueta, generando un perfil completo.

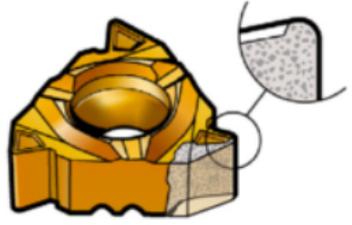
Productiva



Geometría

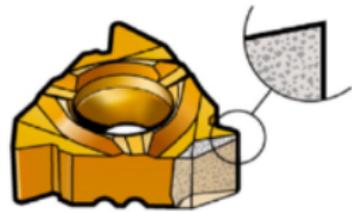
Geometría A

- Filo de corte redondeado para una vida útil de herramienta segura y consistente.
- Perfil completo y perfil en V.
- Buen control de la viruta y buena seguridad del filo.



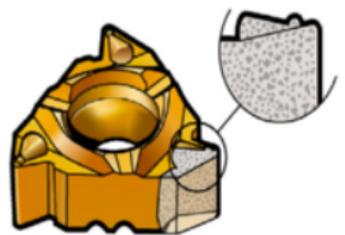
Geometría F

- Filo de corte agudo.
- Cortes limpios en materiales pastosos o que se endurecen al mecanizar.
- Bajas fuerzas de corte y buen acabado superficial.
- Filo de aportación reducido.



Geometría C

- Rotura de la viruta.
- Optimizada para los aceros de bajo contenido en carbono y de baja aleación.
- Máximo control de viruta, menor necesidad de supervisión.
- Gran seguridad para todo tipo de roscado, especialmente en roscado interior.
- Altas fuerzas de corte.
- Sólo debe utilizarse con una penetración en flanco modificada de 1°.

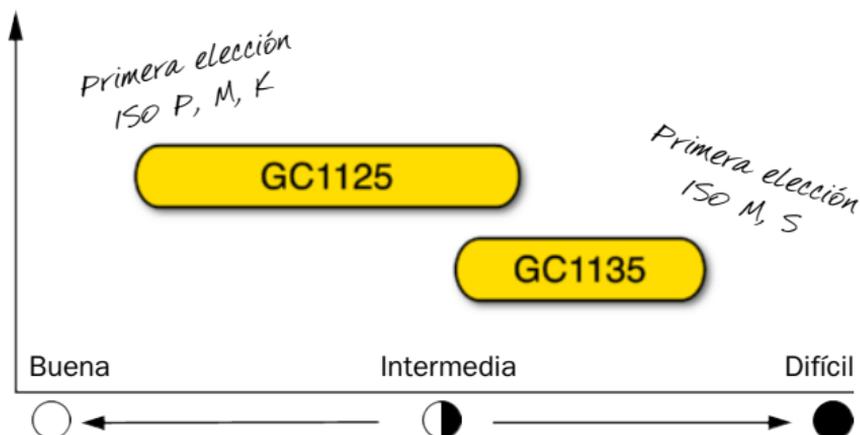


Calidad

La calidad de la plaquita se selecciona principalmente de acuerdo con:

- el material del componente
- la máquina (estabilidad, p. ej., buena, intermedia o difícil)

Resistencia térmica (desgaste)



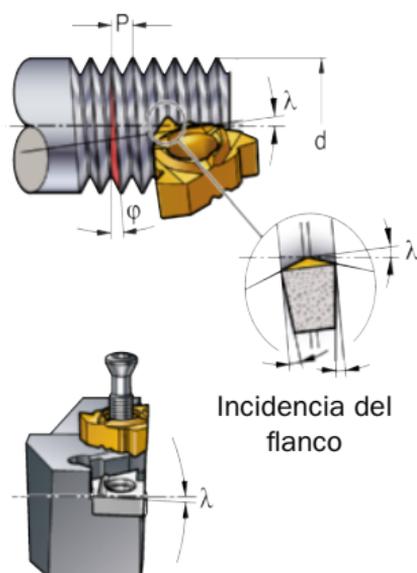
Utilice la calidad GC1125 si requiere una mayor resistencia térmica, debido a una mayor velocidad de corte y un mayor tiempo de empañe de la herramienta.

Utilice la calidad GC1135 para un mecanizado seguro.

H13A y CB7015 para materiales ISO N y H.

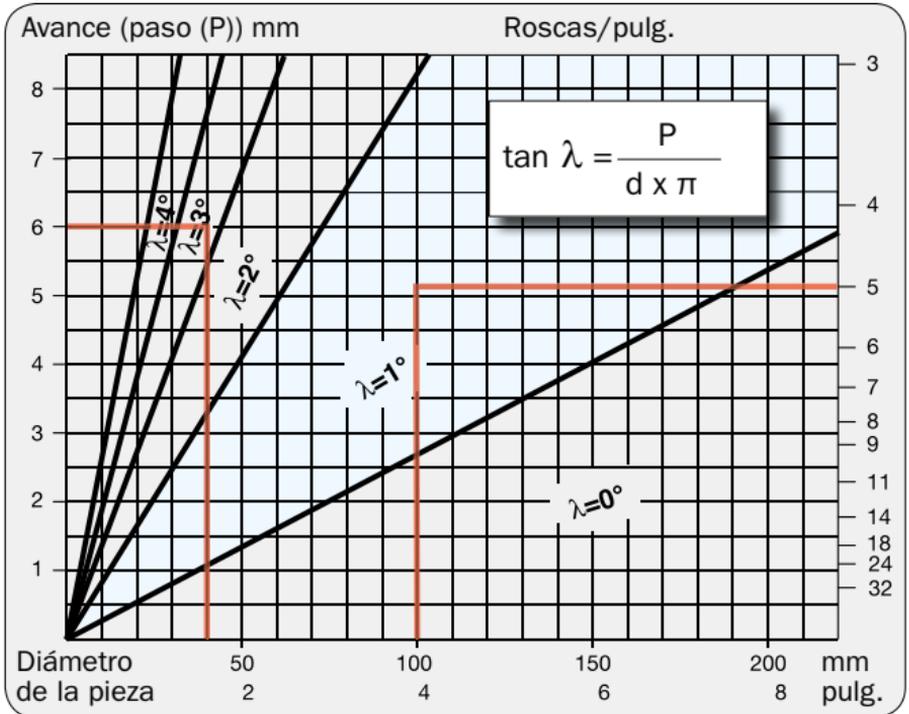
Incidencia del flanco

- El ángulo helicoidal, φ , depende de y está relacionado con el diámetro (d) y el paso (P).
- Al cambiar la placa de apoyo, se ajusta la incidencia del flanco de la plaquita.
- El ángulo de inclinación es λ . El ángulo más habitual es de 1° , es decir, la placa de apoyo estándar en el portaherramientas.



Placa de apoyo

- Se debe ajustar al paso de la rosca y al diámetro reales.
- Placas de apoyo disponibles de -2° a 4° (pasos de 1°).
- Placas de apoyo de inclinación negativa disponibles para el torneado de roscas a izquierda con herramientas a derecha o viceversa (roscado a tracción).



Ejemplo para un paso de:

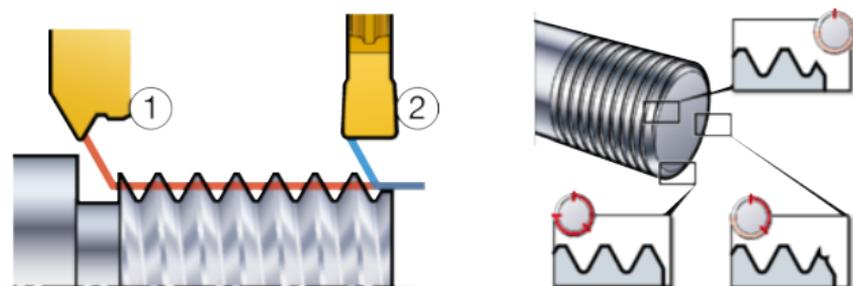
- 6 mm y una pieza de 40 mm de \emptyset , se requiere una placa de apoyo de 3° .
- 5 roscas por pulgada y una pieza de 4 pulgadas de \emptyset , se requiere una placa de apoyo de 1° .

Consejos de aplicación

Eliminación de rebabas en las roscas.

Las rebabas tienden a formarse en la entrada de la rosca, antes de que la plaquita genere el perfil completo.

- Cree la rosca de forma normal (1).
- La eliminación de las rebabas (2) se realiza con herramientas de torneado estándar. Utilice el ciclo de rosca para los primeros 2/3 de vuelta.
- Es importante colocar correctamente la plaquita de desbarbado.

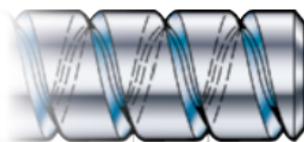


Roscas con múltiples entradas

Las roscas con dos o más ranuras de rosca paralelas requieren de dos o más entradas. El avance de este tipo de roscas será, por lo tanto, dos veces el de una rosca de tornillo con entrada única.

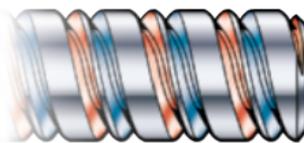
Es importante utilizar la placa de apoyo correcta.

Primera ranura de roscado



Avance

Segunda ranura de roscado



Tercera ranura de roscado



Paso Avance



Rosca con entrada múltiple de 3 entradas

Materiales avanzados

Torneado de piezas duras con plaquitas de CBN

Partiendo de una amplísima definición, el torneado de piezas duras (HPT por sus siglas en inglés) hace referencia a aceros endurecidos de 55 HRC en adelante. Por tanto, son muchos los diferentes tipos de acero (aceros al carbono, aceros aleados, aceros de herramienta, acero para rodamientos, etc.) que pueden alcanzar una dureza tan alta. El HPT es normalmente un proceso de acabado y semiacabado con altos requisitos de calidad superficial y precisión dimensional.

Una plaquita de CBN puede resistir las altas temperaturas y fuerzas de corte que implican este tipo de mecanizado, conservando a su vez su filo de corte. Éste es el motivo por el que el CBN ofrece una prolongada y fiable vida útil de herramienta y produce componentes con un excelente acabado superficial.

Sandvik Coromant ofrece un extenso programa de exclusivos productos de CBN para el torneado, ranurado y roscado de acabado de aceros endurecidos.



		CB7015	CB7025	CB7525
Selección de calidades		■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■
Velocidad de corte		■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■
Exigencias de tenacidad		■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■
Plaquita negativa				
Primera elección Preparación del filo		S01030 S0330	S01030 S0330	T01020 T0320
	Plaquita positiva			
		S01020 S0320	S01020 S0320	T01020 T0320

¿Por qué torneado de piezas duras?

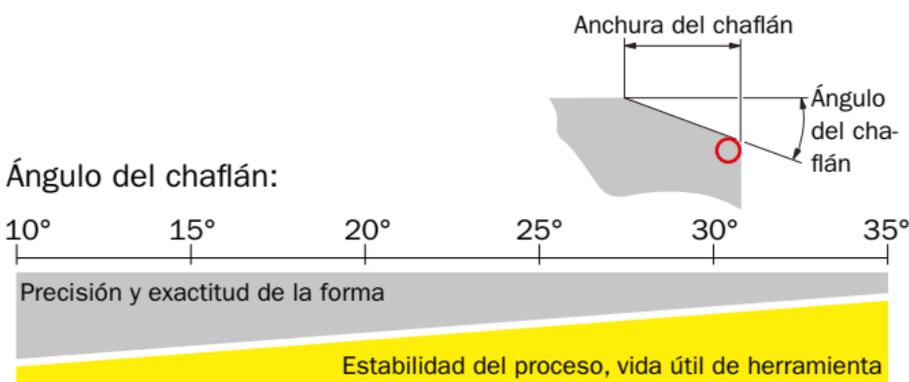
- Gran calidad
- Tiempo reducido de producción por componente
- Flexibilidad del proceso
- Menor inversión en maquinaria
- Requisitos energéticos reducidos
- Posibilidad de eliminar el refrigerante
- Mejor manejo de la viruta
- Posibilidad de reciclaje de la viruta

Consejos de aplicación

Tamaño del chaflán

Un chaflán grande distribuye las fuerzas de corte a lo largo de una mayor superficie, lo cual garantiza un filo de corte más robusto y permite aplicar mayores velocidades de avance. Utilice un chaflán grande cuando la estabilidad del proceso y una vida útil fiable sean los factores más importantes.

Si el acabado superficial y la precisión dimensional son los principales requisitos, un chaflán reducido ofrecerá mejores resultados. Las fuerzas de corte y la temperatura se reducirán y habrá menos vibraciones.



El filo de corte

Utilice el radio de punta más grande permitido, en función de los requisitos de su proceso:

- Un radio de punta reducido, p. ej. 0.2, 0.4 mm (1/128, 1/64 pulg.), ofrece una buena rotura de la viruta.
- Un radio de punta grande ofrece una mejor superficie, una mayor resistencia del filo y, por tanto, una vida útil más extensa.

Las plaquitas Wiper ofrecen dos posibilidades para mejorar el proceso:

- Acabado superficial mejorado con condiciones de corte convencionales.
- Acabado superficial consistente con una mayor velocidad de avance.

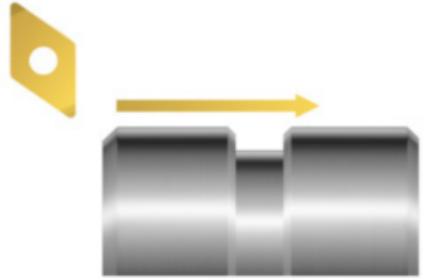


Las plaquitas Xcel permiten aplicar las máximas velocidades de avance, 0.3–0.5 mm/r (0.012–0.020 pulg./r), mientras producen un acabado superficial de gran calidad.



Prepare el componente en estado blando

- Evite las rebabas
- Mantenga estrechas tolerancias dimensionales
- Utilice el chafán y cree los radios en el estado blando.



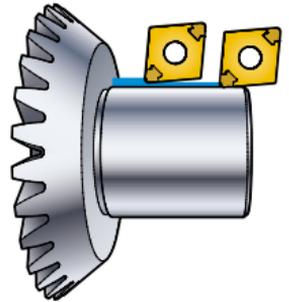
Mantenga un reglaje de máquina rígido.

- Utilice mordazas de sujeción amplias (no mordazas endurecidas).
- Utilice Coromant Capto® .
- Los portaherramientas deben estar en excelente estado.

Estrategia de dos cortes

Una estrategia de dos cortes probablemente sea la mejor opción:

- Cuando el reglaje de la máquina no es estable.
- Si hay alguna inconsistencia en el componente.
- Si se requiere una altísima tolerancia final o calidad superficial.



Uso de refrigerante

El mecanizado sin refrigerante es una de las mayores ventajas del torneado de piezas duras. No obstante, hay situaciones en las que es necesario aplicar refrigerante, como por ejemplo,:

- para facilitar la rotura de la viruta
- para controlar la estabilidad térmica de la pieza de trabajo
- al mecanizar componentes grandes (para eliminar el calor)

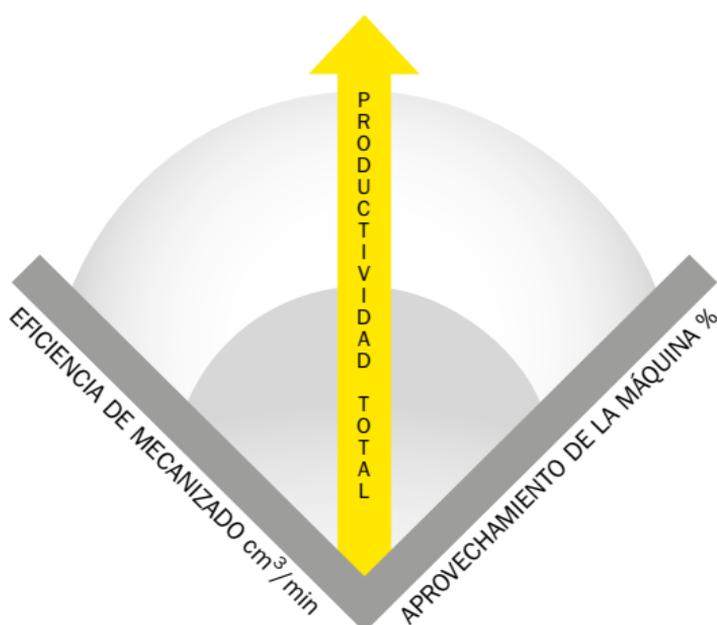
El refrigerante siempre debe aplicarse en un flujo consistente a lo largo de toda la longitud de corte.

Información adicional

Ganar la carrera de la productividad

En la productividad, como en una carrera de Fórmula 1, hay que mantener las altas velocidades a la vez que se reducen y aceleran al máximo las paradas. Entender su situación y ofrecer soluciones que le permitan incrementar su productividad en base a sus retos es el punto fuerte de Sandvik Coromant.

La productividad total puede optimizarse a través del aumento de la eficiencia de mecanizado o a través del aprovechamiento de su máquina. Y, en algunas situaciones, a través de ambas.



Eficiencia de mecanizado ¡A toda velocidad!

La eficiencia de mecanizado gira en torno a la velocidad y al alto régimen de arranque de metal. Aun así, incrementar la velocidad puede no ser tan eficiente si conlleva paradas frecuentes.



Para conseguir una alta productividad, necesita calidades de alto rendimiento, métodos rápidos y evitar que las vibraciones se pongan en su camino.

Para una gran velocidad: GC4325, GC4315 y herramientas antivibratorias Silent Tools™.



Aprovechamiento de la máquina ¡Más tiempo de mecanizado!

Reducir la duración de las paradas planificadas es un auténtico impulsor de la productividad. El cambio manual consume mucho tiempo y, en ocasiones, es muy complicado, en especial cuando se utilizan máquinas con espacio limitado o cuando la posición de la herramienta no se puede repetir. En el peor de los casos, se puede tardar hasta 10 minutos en colocar la herramienta en su lugar y reglarla correctamente.

Para las paradas en boxes: Cambio rápido con Coromant Capto® y el sistema de sujeción QS™.

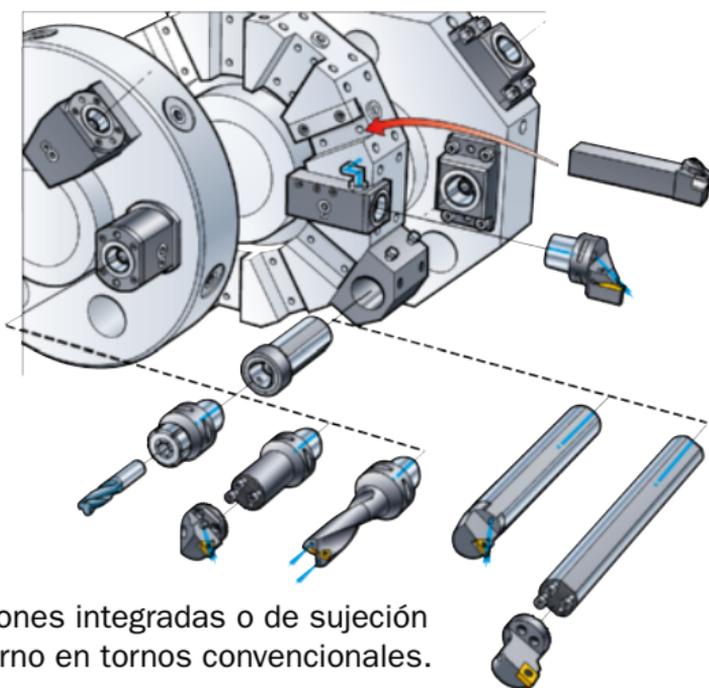


Las paradas no planificadas consumen mucho tiempo valioso. Un pinchazo puede arrebatarse todas las posibilidades de ganar la carrera. Asimismo, los problemas de virutas y la rotura de herramientas pueden afectar gravemente a la eficiencia de un taller.

Para ir por el buen camino: GC4325, GC4315, CoroTurn® HP, herramientas antivibratorias y Silent Tools™.

Cambio rápido

Las unidades de sujeción de cambio rápido optimizarán el aprovechamiento de su máquina reduciendo significativamente tanto el tiempo de reglaje como el de cambio de herramientas.



Soluciones integradas o de sujeción por perno en tornos convencionales.

Coromant Capto® directamente integrado en el husillo aumenta la estabilidad y la versatilidad de sus herramientas. De tal modo que puede utilizar las mismas herramientas en todo el taller, ofreciendo tanto flexibilidad como una rigidez optimizada y un inventario de herramientas reducido.

La función de la modularidad reduce la necesidad de contar con costosas herramientas especiales que conllevan largos plazos de entrega:

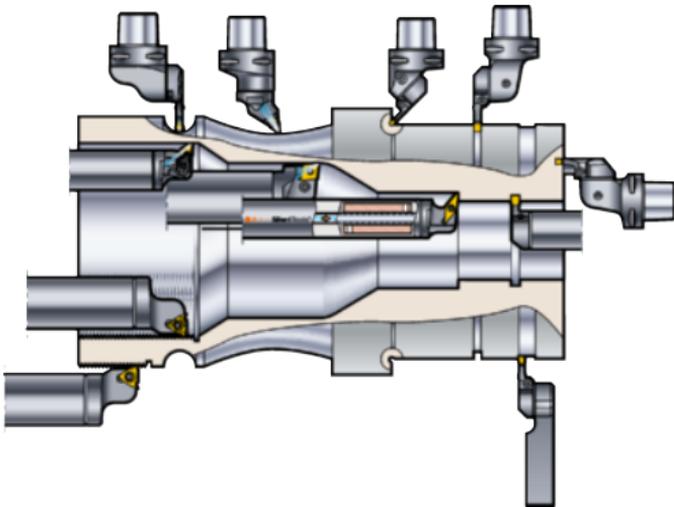
- Disponible en seis tamaños: C3-C10, diámetros de 32, 40, 50, 63, 80 y 100 mm.

Suministro de refrigerante de alta presión a través de la herramienta, desde la máquina hasta el filo:

- Hasta 400 bar (5802 psi) junto con las unidades de sujeción Coromant Capto® HP

CoroTurn® SL

CoroTurn® SL es un sistema modular universal de barras de mandrinar, adaptadores Coromant Capto y cabezas de corte intercambiables diseñado para crear herramientas personalizadas destinadas a diferentes tipos de aplicaciones de mecanizado.



- Para torneado general, tronzado y ranurado, y roscado.
- El robusto adaptador estriado entre el adaptador y la cabeza de corte es comparable en rendimiento, vibraciones y flexión a una herramienta integral.
- Cabezas de corte con CoroTurn® HP.
- Acero integral, herramientas antivibratorias Silent Tools™ y adaptadores antivibratorios reforzados de metal duro.
- Sistema de cambio rápido en combinación con Coromant Capto® .
- Las cabezas de corte con los adaptadores CoroTurn® SL permiten crear una gran variedad de combinaciones de herramienta.
- Construya su propia herramienta modular en www.tool-builder.com.

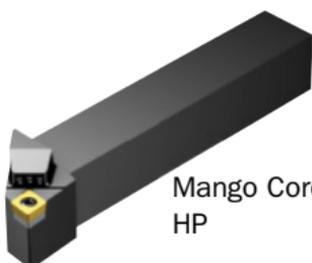
CoroTurn® HP

CoroTurn HP es un programa de portaherramientas con refrigerante de gran precisión.

El portaherramientas dispone de boquillas fijas para un control de viruta optimizado, una gran seguridad del proceso y una alta productividad, ofreciendo así una mayor vida útil de herramienta.

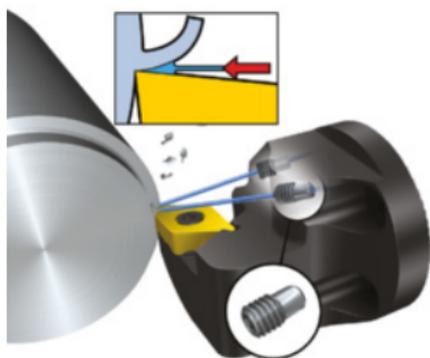


Barra para mandrinar CoroTurn® HP



Mango CoroTurn® HP

- Barras de mandrinar para torneado interior
- Mangos para torneado de precisión a medio
- Sistema de cambio rápido en combinación con Coromant Capto®
- Vida útil de herramienta incrementada gracias a las plaquitas especiales para T-Max® P y CoroTurn® 107
- Boquillas integradas para unos precisos chorros de refrigerante
- Gama de presiones de refrigerante: 5-275 bar (75-3990 psi)
- Número de boquillas: 1-3

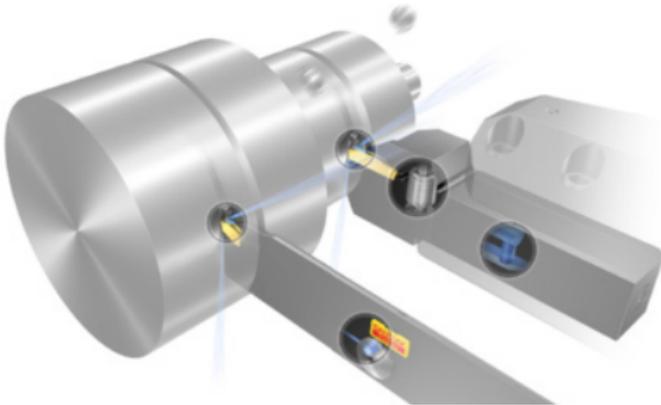


Las boquillas de gran precisión dirigen el refrigerante exactamente a la zona de corte.

Tronzado y ranurado – refrigerante "Plug and Play"

Las lamas de tronzado y los mangos de herramienta CoroCut® QD y CoroCut® de 1 y 2 filos están disponibles con adaptadores de refrigerante pulg and play para una sencilla conexión del suministro de refrigerante

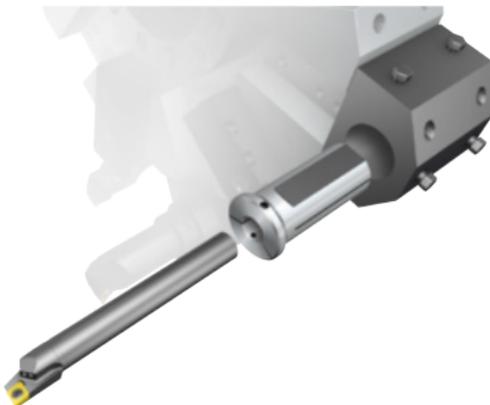
- Refrigerante de gran precisión por arriba y por abajo para un control de viruta, un acabado superficial y una vida útil de herramienta optimizados.
- Sin necesidad de mangueras o tubos de conexión.
- Adaptadores disponibles para la mayoría de los tipos de máquina.



EasyFix™

Los manguitos EasyFix reducen el tiempo de reglaje al utilizar las barras de mandrinar cilíndricas. Un pivote de resorte garantiza la altura central correcta.

- Se puede utilizar el sistema de suministro de refrigerante existente.
- Gracias al sello metálico se dispone de un buen rendimiento para el refrigerante de gran precisión.
- Los manguitos EasyFix se ajustan a cualquier barra de mandrinar cilíndrica.



Silent Tools™

Los adaptadores Silent Tools disponen de un amortiguador de herramienta interior que minimiza las vibraciones, lo que permite mantener una buena productividad y estrechas tolerancias incluso con largos voladizos.



El adaptador se puede combinar con diferentes cabezas de corte CoroTurn® SL.

Voladizo máximo recomendado:

Tipo de barra	Torneado	Ranurado	Roscado
Acero	4 x DMM	3 x DMM	3 x DMM
Metal duro	6 x DMM	6 x DMM	6 x DMM
Amortiguada de acero	10 x DMM	5 x DMM*	5 x DMM*
Amortiguada reforzada de metal duro	14 x DMM	7 x DMM	7 x DMM

*Barras 570-4C

Los voladizos de hasta 10 x DMM suelen resolverse aplicando una barra de mandrinar antivibratoria de acero para conseguir un proceso correcto.

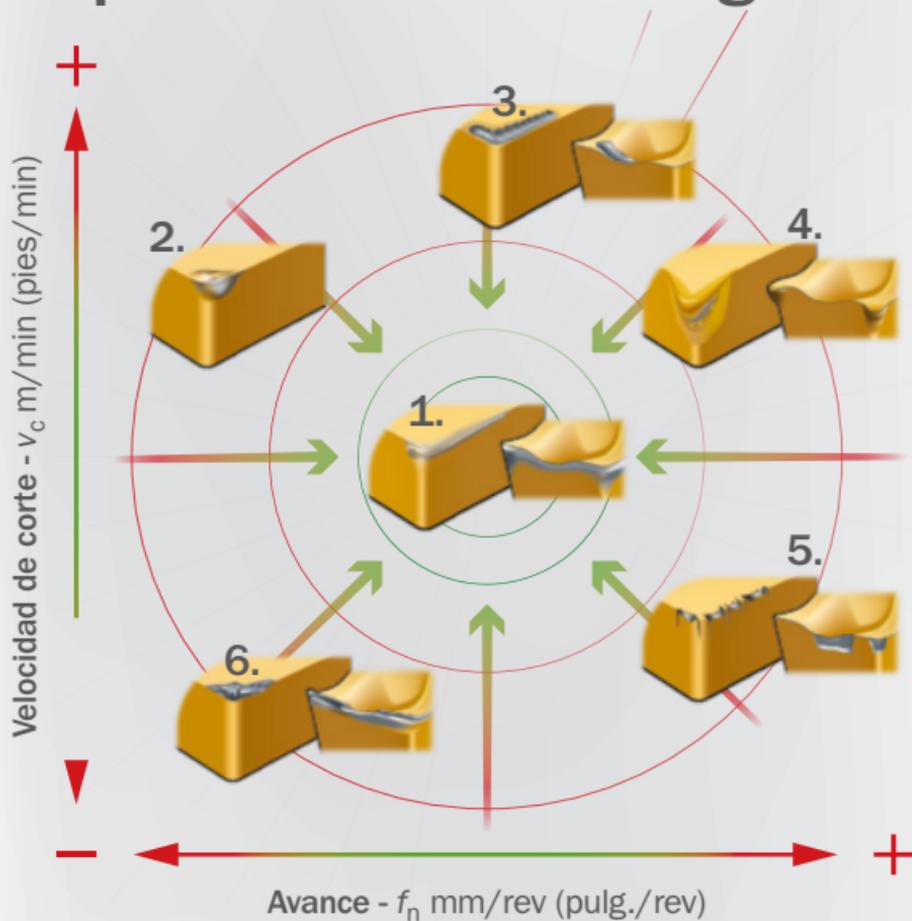
Los voladizos de hasta 10 x DMM requieren una barra de mandrinar antivibratoria reforzada de metal duro para reducir la flexión radial y las vibraciones.

El torneado interior es muy sensible a las vibraciones. Minimice el voladizo de la herramienta y seleccione el tamaño de barra más grande posible para conseguir la mejor estabilidad y precisión.

Para el torneado interior con barras de mandrinar antivibratorias de acero, la primera elección son las barras tipo 570-3C.

Para el ranurado y el roscado, donde las fuerzas radiales son mayores que en el torneado, el tipo de barra recomendado es 570-4C.

Optimización del desgaste



- | | | |
|----|-----------------------------------|---|
| 1. | Desgaste en incidencia (abrasivo) | Desgaste preferible para una vida útil predecible |
| 2. | Deformación plástica (impresión) | |
| 3. | Craterización | |
| 4. | Deformación plástica (depresión) | |
| 5. | Astillamiento | |
| 6. | Filo de aportación | |

Tipos de desgaste

1. Desgaste en incidencia excesivo



Causa

- Velocidad de corte demasiado alta
- Resistencia al desgaste insuficiente
- Calidad demasiado tenaz
- Falta de suministro de refrigerante



Solución

- Reduzca la velocidad de corte
- Seleccione una calidad más resistente al desgaste
- Mejore el suministro de refrigerante

2. Deformación plástica (impresión)



Causa

- Temperatura de corte demasiado alta
- Falta de suministro de refrigerante

Solución

- Reduzca la velocidad de corte (o el avance)
- Seleccione una calidad más resistente al desgaste
- Mejore el suministro de refrigerante

3. Craterización



Causa

- Velocidad de corte y/o avance demasiado altos
- Calidad demasiado tenaz

Solución

- Reduzca la velocidad de corte o el avance
- Seleccione una geometría de plaquita positiva
- Seleccione una calidad más resistente al desgaste



4. Deformación plástica (depresión)



Causa

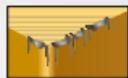
- Temperatura de corte demasiado alta
- Falta de suministro de refrigerante

Solución

- Reduzca el avance (o la velocidad de corte)
- Seleccione una calidad más resistente al desgaste
- Mejore el suministro de refrigerante



5. Astillamiento



Causa

- Condiciones inestables
- Calidad demasiado dura
- Geometría demasiado débil

Solución

- Seleccione una calidad más tenaz
- Seleccione una geometría para una mayor área de avance
- Reduzca el voladizo
- Compruebe la altura central



6. Filo de aportación



Causa

- Temperatura de corte demasiado baja
- Material de trabajo adhesivo

Solución

- Aumente la velocidad de corte o el avance
- Seleccione una geometría del filo más aguda





ArcelorMittal

Productos para la Industria

Catálogo de productos.
Información técnica.



ArcelorMittal Acindar



ArcelorMittal

Productos para la Industria

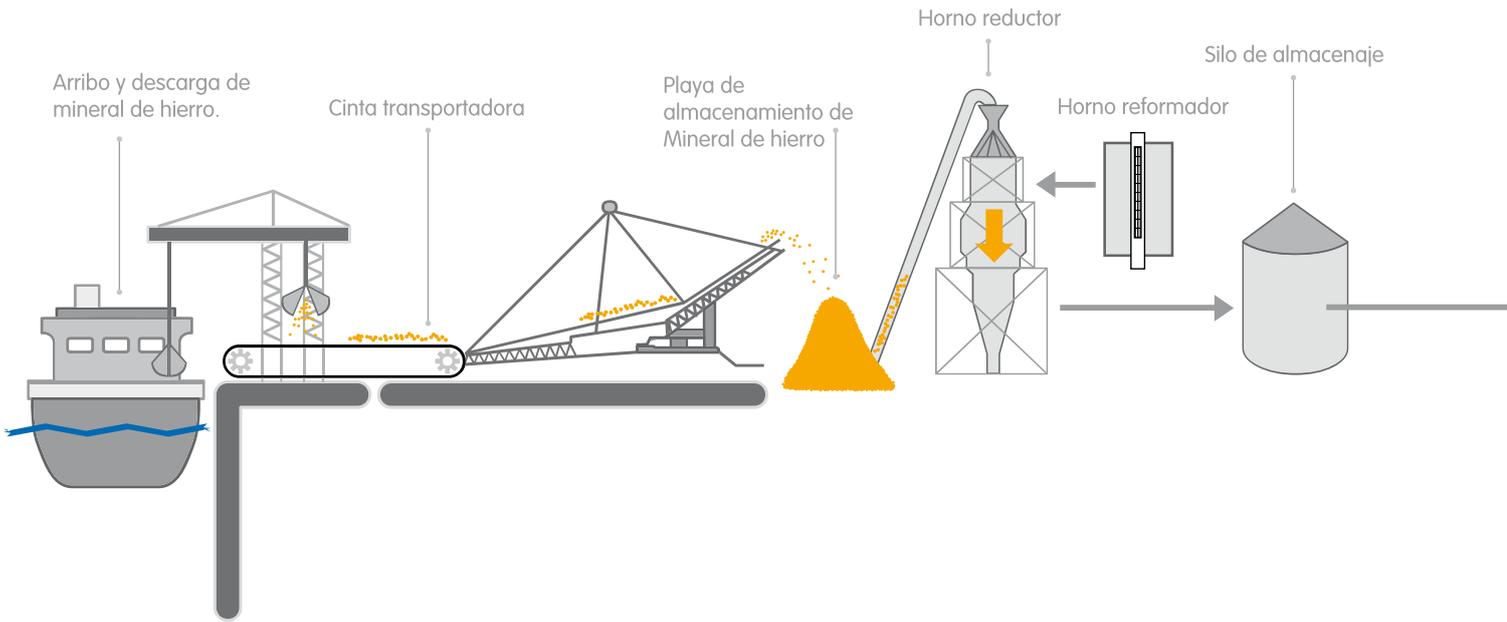
Contenido

Nuestro proceso productivo	4
Impacto de la tecnología de ArcelorMittal Acindar en los productos	6
Palanquillas de colada continua	8
Barras laminadas uso mecánico	9
Barras laminadas apto forja	10
Barras trefiladas	12
Barras laminadas y trefiladas para resortes	14
Barras rectificadas	16
Planchuelas para elásticos	17
Identificación y certificados	18
Composición química	19
Tabla de equivalencia de aceros	19
Dureza	19
Información técnica	21

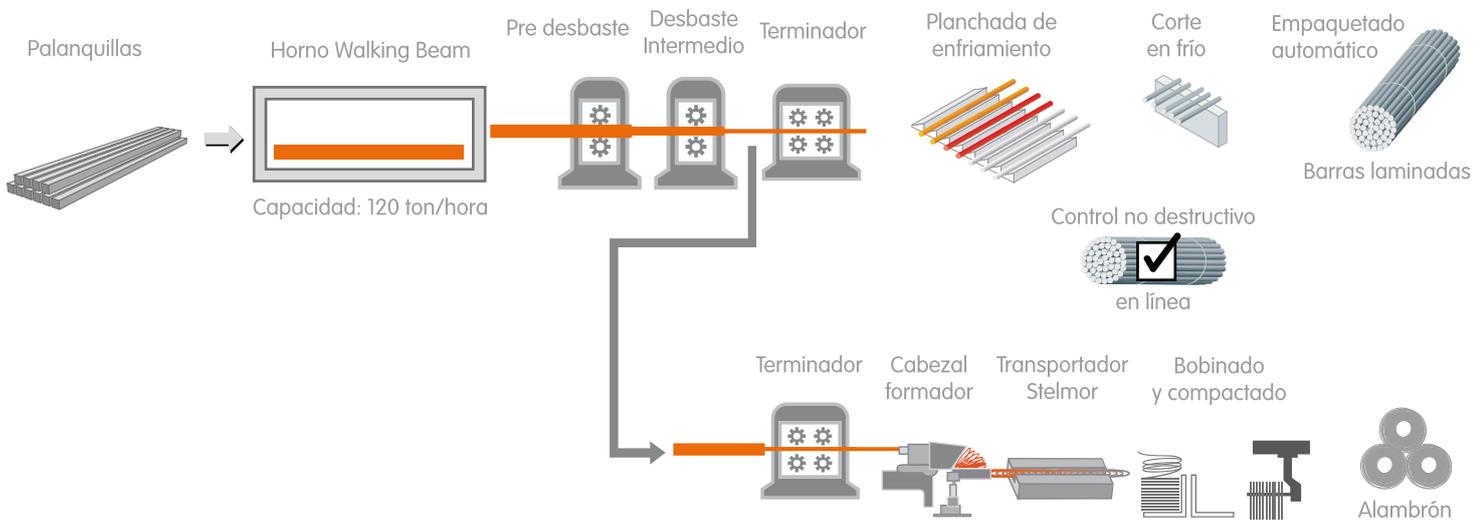
Nuestro proceso productivo

1 Muelle de minerales

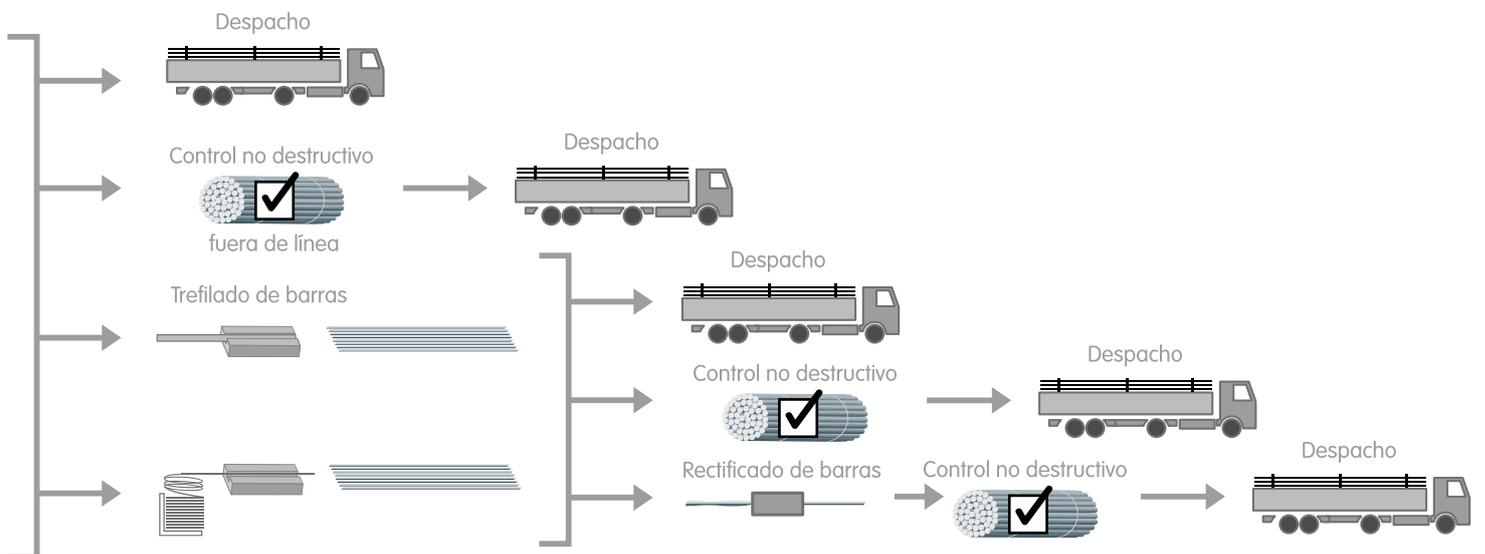
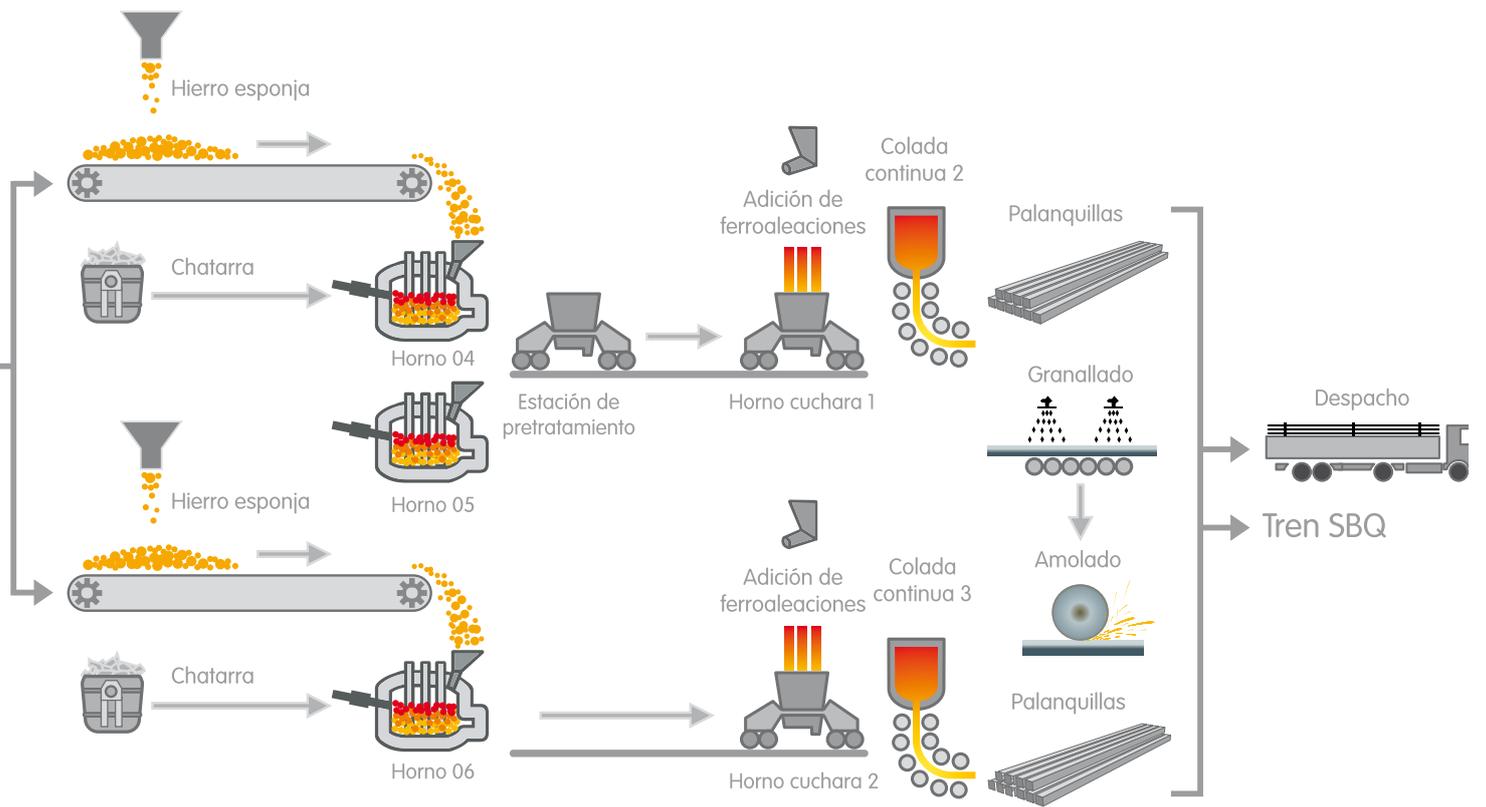
2 Reducción Directa



4 Tren SBQ



3 Acería



Impacto de la tecnología de ArcelorMittal Acindar en los productos

Instalación	Tecnología	Consecuencias sobre el producto
ReDi	Uso de hierro esponja en la carga del Horno Eléctrico	Menor nivel de elementos residuales
Horno Eléctrico	Sangrado EBT (Eccentric Bottom Tapping)	Mayor desulfuración Disminución de contaminación por escoria
Horno Cuchara	Aceración secundaria Inyección de calcio Burbujeo con Argón Formación de nueva escoria	Factibilidad de tener bandas estrechas de análisis químico Posibilidad de modificación de inclusiones Mayor homogeneidad de análisis químico Mejor flotación de inclusiones Mayor desulfuración
Colada Continua	Mayor sección de colado Sistema de agitación electromagnética en el molde Sistema de enfriamiento secundario Radio de curvatura de la máquina de colada continua Distribuidor en forma de Delta Sistema de control de nivel	Mejores requerimientos de compactación Mejor estructura de solidificación Mejor calidad interna por remisión de inclusiones y gases Disminuir tensiones superficiales en la palanquilla Disminuir tensiones durante el enderezado de la palanquilla Mejorar limpieza inclusionaria Mejor calidad superficial
Tren SBQ	Horno de viga galopante Descamadores Laminación libre (desbaste) Control de estiramiento entre pasadas Laminación sin torsión (disposición horizontal / vertical) Block terminador de precisión de barras Block terminador de precisión de barras Control de estiramiento entre pasadas Control de temperatura mediante cajas de agua Planchada de enfriamiento de mayor longitud Tijeras de corte en frío	Minimizar decarburación Homogeneidad térmica en la sección y longitud de la barra Minimizar defectos superficiales Minimizar defectos superficiales, especialmente en aceros de corte libre Mejorar tolerancias dimensionales y constancia de la misma a lo largo del producto Minimizar defectos superficiales Asegurar constancia de tolerancias dimensionales en todo el producto Mejorar propiedades físicas y metalográficas Anular o disminuir tratamiento térmicos posteriores (aplicable a diámetros menores a 35 mm) Mejorar deformación en frío de procesos posteriores Lograr estrechas tolerancias dimensionales y constancia de la misma a lo largo del producto Lograr rectitud en las barras y temperaturas de corte adecuadas Mejorar características finales en extremos

Controles no destructivos

Tipo de producto	Equipo de control	Acción	
Productos laminados	On-Line	Hot Eye	Detección de defectos superficiales en barras
		Defectomat	Detección de defectos superficiales en alambrones
	Off-Line	Ensayo de chispa	Control de mezcla de aceros
		Magnatest	Control de mezcla de aceros
Productos trefilados	On-Line	Defectomat	Detección de defectos superficiales en barras
		Circoflux	Detección de defectos superficiales en barras
		Magnatest	Control de mezcla de aceros
	Off-Line	Defectomat	Detección de defectos superficiales
		Rotomac	Detección de defectos superficiales



ArcelorMittal

Productos





Palanquillas de colada continua

Descripción

ArcelorMittal Acindar produce palanquillas de colada continua destinadas a la laminación en caliente. Diversos productos pueden ser laminados con palanquillas: barras redondas, cuadradas, hexagonales, planchuelas, perfiles estructurales, especiales, alambrones, barras para hormigón armado, entre otros.

La posibilidad de su uso para el forjado de piezas deberá ser consultada.

Características metalúrgicas

Tamaño de grano austenítico (1)

S/ ASTM E 112
5 a 8
Método: Mc Quaid Ehn
Método: Oxidación

Microinclusiones (2)

S/ ASTM E 45 Método A
Valores máximos

Serie Fina				Serie Gruesa			
A	B	C	D	A	B	C	D
2.5	2.0	2.0	2.0	2.5	2.0	2.0	2.0

(1) Se determina en productos ya laminados

(2) Valores esperados en productos laminados a partir de las palanquillas

Medidas

Cuadrado de 120 y 160 mm.

Aceros disponibles en este producto

La oferta de palanquillas cubre toda la gama de aceros al carbono, aceros de baja aleación, microaleados y de corte libre ofrecidos por ArcelorMittal Acindar.

Algunos de los aceros disponibles y su composición química según Tabla 1.

Observaciones: la posibilidad de fabricación de otros aceros deberá ser consultada.

Rectitud

Rectitud máxima: 15 mm/m (máximo 100 mm)

Tipos de corte

Oxicorte

Largos y tolerancias

Producto	Tolerancia en lado (mm)	Largo de fabricación (m)	Tolerancia en largo (mm)
Palanquilla de 120 mm	+/- 4	9.50 y 13.70	+/- 100
Palanquilla de 160 mm	+/- 5	12.35	

Observaciones: por otras longitudes, consultar.

Acondicionado e identificación

Palanquillas sueltas

Identificación: número de colada pintada en una de las caras o acuñado en sus extremos.



Barras laminadas uso mecánico

Estas barras poseen características que las hacen aptas para su empleo en aplicaciones como la trefilación, el mecanizado y forjas de menor exigencia.

Los derivados de estos productos se emplean en las principales industrias como la automotriz, la agroindustria y la metalmeccánica.

Características metalúrgicas

Tamaño de grano austenítico	S/ ASTM E 112 5 a 8 Método: Mc Quaid Ehn Método: Oxidación							
Microinclusiones	S/ ASTM E 45 Método A Valores máximos							
	Serie Fina				Serie Gruesa			
	A	B	C	D	A	B	C	D
	2.5	2.0	2.0	2.0	2.5	2.0	2.0	2.0

Secciones

Barras redondas
Barras hexagonales

Medidas nominales

Barras redondas

Dn (Diámetro nominal)					
(mm)	(pulgadas)	(mm)	(pulgadas)	(mm)	(pulgadas)
15.9	5/8	46.0	1 - 13/16	81.0	3 - 3/16
17.5	11/16	47.6	1 - 7/8	82.5	3 - 1/4
19.1	3/4	49.2	1 - 15/16	84.1	3 - 5/16
20.6	13/16	50.8	2	87.3	3 - 7/16
22.2	7/8	52.4	2 - 1/16	88.9	3 - 1/2
23.8	15/16	54.0	2 - 1/8		
25.4	1	55.6	2 - 3/16		
27.0	1 - 1/16	57.1	2 - 1/4		
28.6	1 - 1/8	58.7	2 - 5/16		
30.2	1 - 3/16	60.3	2 - 3/8		
31.8	1 - 1/4	61.9	2 - 7/16		
33.3	1 - 5/16	63.5	2 - 1/2		
34.9	1 - 3/8	66.5	2 - 5/8		
36.5	1 - 7/16	69.8	2 - 3/4		
38.1	1 - 1/2	71.4	2 - 13/16		
39.7	1 - 9/16	73.0	2 - 7/8		
41.3	1 - 5/8	74.6	2 - 15/16		
42.8	1 - 11/16	76.2	3		
44.4	1 - 3/4	77.8	3 - 1/16		

Barras hexagonales (1)

EC (Entre cara)			
(mm)	(pulgadas)	(mm)	(pulgadas)
19.1	3/4	31.8	1 - 1/4
20.6	13/16	33.3	1 - 5/16
22.2	7/8	34.9	1 - 3/8
23.8	15/16	36.5	1 7/16
25.4	1	38.1	1 - 1/2
27.0	1 - 1/16	39.7	1 - 9/16
28.6	1 - 1/8	41.3	1 - 5/8
30.2	1 - 3/16	42.8	1 - 11/16

(1) Barras laminadas mayores a 42,8 mm bajo pedido.

Consulte la posibilidad de producción de otras medidas.

Aceros disponibles en este producto

Aceros al carbono
1010X - 1020X - 1026X - 1040X - 1045X

Composición química según Tabla 1

Consulte la posibilidad de producción de otros aceros.

Rectitud

Rectitud máxima (acumulable): 4 mm/m

Tolerancias en medida

Diámetro / Entre cara (mm)	Tolerancia estándar (mm)	Ovalización/Dif. entre caras Máxima (mm)
15.9<Dn≤18.0	+/- 0.35	0.52
18.0<Dn≤30.0	+/- 0.42	0.63
30.0<Dn≤50.0	+/- 0.50	0.75
50.0<Dn≤80.0	+/- 0.60	0.90
80.0<Dn≤88.9	+/- 1.10	1.65

Tipos de corte

Corte de cizalla de fraccionamiento en caliente.
Observaciones: consultar por otros tipos de corte.

Largos y tolerancias

Sección	Dn (mm)	Largo estándar (mm)	Tolerancia (mm)
	Dn ≤ 63.50	6000 (a)	0/+200
Redondos	63.5<Dn ≤ 88.9	5000 a 7000	-
Hexágonos	EC ≤ 42.80	6000 (a)	0/+200

(a) Paquetes con barras cortas hasta 10% en largos mayores a 4.0 m

Observaciones: otros largos entre 6.0 y 12.0 m pueden ser fabricados por consulta previa.

Largos fijos distintos de 6.0 m, paquetes con 10% de barras cortas con largo mínimo del 75% del fijo.

Acondicionado e identificación

Peso: paquetes de 2.000 kg, aproximadamente (Otros pesos de paquetes pueden ser acordados)

Identificación: 2 chapas con etiqueta



Barras laminadas apto forja

Estas barras son fabricadas para aplicaciones que requieran condiciones estrictas de procesamiento.

Estos productos son aptos para su empleo en la fabricación de piezas que posteriormente pueden ser bonificadas o cementadas, tales como pernos, engranajes, herramientas, y otros que se pueden utilizar en la industria automotriz, metalmecánica y del petróleo.

Características metalúrgicas

Tamaño de grano austenítico	S/ ASTM E 112 5 a 8 Método: Mc Quaid Ehn Método: Oxidación							
Microinclusiones	S/ ASTM E 45 Método A Valores máximos							
	Serie Fina				Serie Gruesa			
	A	B	C	D	A	B	C	D
	2.5	2.0	2.0	2.0	2.5	2.0	2.0	2.0

Secciones

Barras redondas

Palanquillas laminadas (canto redondo)

Medidas nominales

Barras redondas

Dn (Diámetro nominal)					
(mm)	(pulgadas)	(mm)	(pulgadas)	(mm)	(pulgadas)
15.9	5/8	46.0	1 - 13/16	81.0	3 - 3/16
17.5	11/16	47.6	1 - 7/8	82.5	3 - 1/4
19.1	3/4	49.2	1 - 15/16	84.1	3 - 5/16
20.6	13/16	50.8	2	87.3	3 - 7/16
22.2	7/8	52.4	2 - 1/16	88.9	3 - 1/2
23.8	15/16	54.0	2 - 1/8	95.0	
25.4	1	55.6	2 - 3/16	101.6	4
27.0	1 - 1/16	57.1	2 - 1/4	110.0	
28.6	1 - 1/8	58.7	2 - 5/16	114.3	4 - 1/2
30.2	1 - 3/16	60.3	2 - 3/8	120.0	
31.8	1 - 1/4	61.9	2 - 7/16	130.0	
33.3	1 - 5/16	63.5	2 1/2	140.0	
34.9	1 - 3/8	66.5	2 - 5/8	152.4	6
36.5	1 - 7/16	69.8	2 - 3/4	165.1	6 - 1/2
38.1	1 - 1/2	71.4	2 - 13/16	177.8	7
39.7	1 - 9/16	73.0	2 - 7/8		
41.3	1 - 5/8	74.6	2 - 15/16		
42.8	1 - 11/16	76.2	3		
44.4	1 - 3/4	77.8	3 - 1/16		

Palanquillas laminadas

EC (Entre cara)	
(mm)	(pulgadas)
50.8	2
63.5	2 - 1/2
76.2	3

Observaciones: la posibilidad de fabricación de otras medidas deberá ser consultada.

Aceros disponibles en este producto

Aceros al carbono

1010X – 1020X – 1026X – 1040X – 1045X

Aceros de baja aleación

4140X – 5115X – 5120X – 5140X – 8620X –
16MnCr55X – 20MnCr55X – 41Cr4E3X

Composición química según Tabla 1

Observaciones: la posibilidad de fabricación de otros aceros deberá ser consultada.

Nota: Diámetros > 88.9 mm disponibles solo en aceros al carbono, 4140X y 8620X

Otros aceros consultar.

Rectitud

Producto	Rectitud máxima (acumulable)
Barras laminadas redondas	4 mm/m
Palanquillas laminadas	5 mm/m

Tolerancias en medida

Barras laminadas redondas

Diámetro (mm)	Tolerancia estándar (mm)	Ovalización máxima (mm).
15.9<Dn≤18.0	+/- 0.21	0.31
18.0<Dn≤30.0	+/- 0.26	0.39
30.0<Dn≤50.0	+/- 0.31	0.46
50.0<Dn≤63.5	+/- 0.38	0.60
63.5<Dn≤80.0	+/-0.60	0.90
80.0<Dn≤88.9	+/-1.10	1.65
90.0<Dn≤20.0	-0/+2.20	1.65
Dn>120.0	-0/+4.00	3.00

Para palanquillas laminadas

Entre cara (mm)	Tolerancia estándar (mm)	Diferencia entre caras máxima (mm)
50.0<Dn≤80.0	-0/+1.20	0.90

Revirado (palanquillas laminadas): ≤ 5° / m

Escuadría: ≤ 2°

Tipos de corte

Corte de cizalla de fraccionamiento en caliente

Para Dn > 88.9mm: Sierra en caliente

Observaciones: otros tipos de cortes consultar.

Largos y tolerancias

Sección	Dn (mm)	Largo estándar (mm)	Tolerancia (mm)
	Dn ≤ 63.50	6000 (a)	0/+200
Redondos	63.5<Dn ≤ 88.9	5000 a 7000	-
Palanquillas laminadas	De 50.8 a 76.2	5000 a 7000	-

(a) Paquetes con barras cortas hasta 10% en largos mayores a 4.0 m

Observaciones: otros largos entre 6.0 y 12.0 m pueden ser fabricados previa consulta.

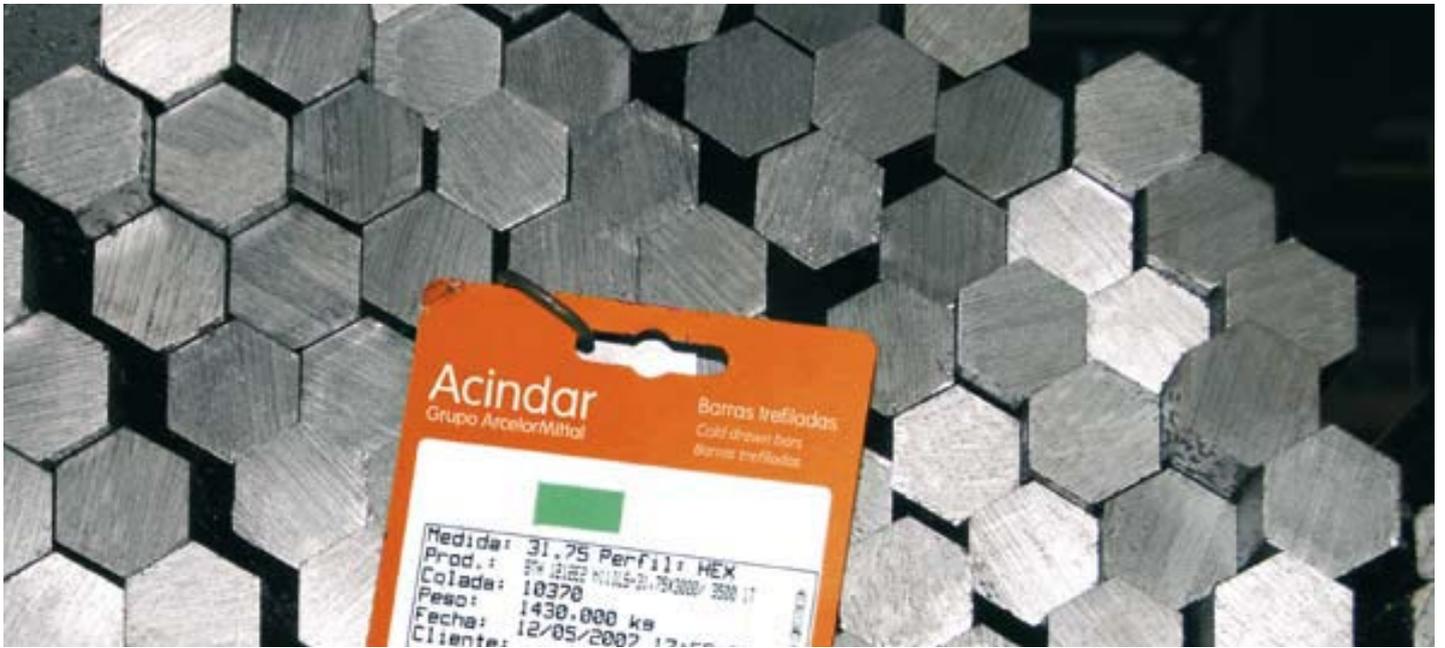
Largos fijos distintos de 6.0 m, paquetes con 10% de barras cortas con largo mínimo del 75% del fijo.

Acondicionado e identificación

Peso: paquetes de 2.000 kg, aproximadamente (Otros pesos de paquetes pueden ser acordados)

Identificación: 2 chapas con etiqueta.





Barras trefiladas

Descripción

ArcelorMittal Acindar fabrica barras trefiladas a partir de barras laminadas y alambrión. Las mismas se comercializan en perfiles redondos y hexagonales en diversas calidades de aceros al carbono y corte libre.

Ventajas del producto

- **Mayores propiedades mecánicas**
El trefilado le otorga al producto mayores propiedades mecánicas, aumentando la carga de rotura, la dureza y en especial la fluencia. La ductilidad es disminuida en poca magnitud.
- **Mayor precisión en la sección**
El terminado en frío con trefilas de precisión permite obtener barras con tolerancias más estrictas en la sección.
- **Superior terminación superficial**
El acabado superficial se ve mejorado, obteniéndose una superficie lisa y de buena apariencia.
- **Mayor rectitud**
La rectitud y las estrictas tolerancias de las barras trefiladas permiten el empleo de mayores revoluciones por minuto con menores vibraciones en máquinas torneadoras.
- **Superior maquinabilidad**
Mejora el comportamiento al mecanizado en un orden del 20% y favorece la formación de virutas cortas. Además se logra mayor cantidad de piezas mecanizadas por hora y mejora la vida útil de la herramienta. La precisión en la sección, el nivel de superficie, la rectitud y la concentricidad de las barras trefiladas son variables que favorecen la operación de mecanizado, especialmente cuando se emplean equipos automáticos.

Características metalúrgicas

Tamaño de grano austenítico	S/ ASTM E 112 5 a 8 Método: Mc Quaid Ehn Método: oxidación
Microinclusiones	S/ ASTM E 45 Método A Valores máximos Serie Fina Serie Gruesa A B C D A B C D 2.5 2.0 2.0 2.0 2.5 2.0 2.0 2.0

Características metalúrgicas aplicables sólo a aceros al carbono.

Secciones

Barras redondas
Barras hexagonales

Medidas nominales

Barras redondas

Dn (Diámetro nominal)			
(mm)			
5.00	12.70	23.81	40.00
5.50	13.00	25.00	41.28
6.00	14.00	25.40	44.45
6.35	14.29	26.00	46.00
7.00	15.00	26.99	47.00
7.50	15.88	28.00	47.62
7.94	16.00	28.58	50.00
8.00	17.00	30.00	50.80
8.50	17.46	31.75	55.00
9.00	18.00	33.34	60.00
9.52	19.05	34.92	
10.00	20.00	35.00	
11.00	20.64	36.00	
11.11	22.00	36.51	
12.00	22.22	38.10	

Aceros 1040X y 1045X hasta diámetro 50.8 mm

Barras hexagonales

EC (Entre cara)		
(mm)		
5.00	14.29	28.58
5.50	15.88	30.00
6.00	17.00	31.75
6.35	17.46	33.34
7.00	18.00	34.92
7.94	19.05	35.00
8.00	20.64	36.00
9.00	22.00	36.51
9.52	22.20	38.10
10.00	23.81	40.00
11.00	25.00	41.28
11.11	25.40	
12.00	26.00	
12.70	26.99	
14.00	28.00	

Hasta 15.88 mm sólo aceros de corte libre

Observaciones: la posibilidad de fabricación de otras medidas deberá ser consultada.

Aceros disponibles en este producto

Aceros al Carbono

1010X – 1020X – 1026X – 1040X – 1045X

Aceros de Corte Libre

1212E2 – 12L14E3

Composición química según Tabla 1.

Observaciones: la posibilidad de fabricación de otros aceros deberá ser consultada.

Rectitud

Referencia Norma ASTM A108 - 03		Redondos C ≤ 0.28% C > 0.28%		Hexagonales C ≤ 0.28% C > 0.28%	
Dn (mm)	Largo (m)	Flecha max. (mm/m)	Flecha max. (mm/m)	Flecha max. (mm/m)	Flecha max. (mm/m)
≤ 15	≤ 4.50	3.0 / 3	4.5 / 3	4.5 / 3	6.0 / 3
	> 4.50	3.0 / 3	8.0 / 3	8.0 / 3	9.5 / 3
> 15	≤ 4.50	1.5 / 3	3.0 / 3	3.0 / 3	4.5 / 3
	> 4.50	3.0 / 3	4.5 / 3	4.5 / 3	6.0 / 3

Tolerancias en medida

Diámetro / Entre cara (mm)	Tolerancia estándar ISO h11 (mm)	Ovalización / Diferencia entre cara máxima (mm)
4 < Dn ≤ 6	+0 / -0.075	
6 < Dn ≤ 10	+0 / -0.090	
10 < Dn ≤ 18	+0 / -0.110	
18 < Dn ≤ 30	+0 / -0.130	50% de tolerancia en medida
30 < Dn ≤ 50	+0 / -0.160	
50 < Dn ≤ 60	+0 / -0.190	

Tolerancias h10 y h9 consultar

Tipo de corte

Cizalla o sierra en frío

Largos y tolerancias

Perfil	Aceros	
Redondos	1010 / 1020 / 1026 / 1040 / 1045	1212 / 12L14
Dn ≤ 7.94	3.00 / 3.20	3.00 / 3.10
7.94 < Dn ≤ 19.05	4.00 / 4.20	3.00 / 3.10
Dn > 19.05	5.00 / 5.90	3.00 / 3.50
Hexagonales	5.00 / 6.00	3.00 / 3.50

Observaciones: para largos fijos debe consultarse factibilidad, volúmenes y plazos.

Revirado

Perfil	Medida (mm)	Revirado (acumulativo)
Hexagonales	≤ 14.29 ≥ 15.00	8°/m 2°/m

Acondicionado e identificación

Peso de paquetes

Diámetro / Entre cara (mm)	Redondos	Hexagonales
≤ 19.05	1.000 / 1.500 kg	-----
> 19.05	800 / 1.200 kg	-----
≤ 15.88	-----	1.000 / 1.500 kg
> 15.88	-----	800 / 1.200 kg

Identificación

Dos chapas de identificación con etiqueta





Barras laminadas y trefiladas para resortes

Descripción

Estas barras laminadas se obtienen por laminación en caliente de palanquillas de colada continua.

Son aptas para la fabricación de piezas de exigencia como resortes, barras estabilizadoras y barras de torsión, principalmente para la industria automotriz.

Este producto también es ofrecido bajo la forma de alambρόn y barras trefiladas.

Características metalúrgicas

Tamaño de grano austenítico	S/ ASTM E 112 5 a 8 Método: Oxidación							
Microinclusiones (1)	S/ ASTM E 45 Método A Valores máximos							
	Serie Fina				Serie Gruesa			
	A	B	C	D	A	B	C	D
	2.5	2.0	2.0	2.0	2.5	2.0	2.0	2.0

Secciones

Barras redondas

Medidas nominales

Laminados

Dimensión	
(mm)	(pulgadas)
15.9	5/8
17.5	11/16
19.1	3/4
20.6	13/16
22.2	7/8
23.8	15/16
25.4	1
27.0	1 - 1/16
28.6	1 - 1/8
30.2	1 - 3/16
31.8	1 - 1/4
33.3	1 - 5/16
34.9	1 - 3/8
36.5	1 - 7/16
38.1	1 - 1/2

Redondos Trefilados

Dn (Diámetro nominal) - mm	
9.52	14.00
10.00	14.29
11.00	15.00
11.11	15.88
12.00	16.00
12.70	17.00
13.00	

Observaciones: la posibilidad de fabricación de otras medidas deberá ser consultada.

Aceros disponibles en este producto

5160HX (1) - 9254X
(1) Disponible solo en barras laminadas

Composición química según Tabla 1

Observaciones: la posibilidad de fabricación de otros aceros deberá ser consultada.

Rectitud

Producto	Rectitud máxima acumulable
Laminado	4 mm/m
Trefilado	
Dn ≤ 15mm - Largo ≤ 4.50 m	4.5 mm / 3 m
Dn ≤ 15mm - Largo > 4.50 m	8.0 mm / 3 m
Dn > 15mm - Largo ≤ 4.50 m	3.0 mm / 3 m
Dn > 15mm - Largo > 4.50 m	4.5 mm / 3 m

Tolerancia en medida

Barras laminadas

Diámetro (mm)	Tolerancia estándar (mm)	Ovalización Máxima (mm)
15.9<Dn≤18.0	+/- 0.21	0.31
18.0<Dn≤30.0	+/- 0.26	0.39
30.0<Dn≤50.0	+/- 0.31	0.46

Barras trefiladas

Diámetro (mm)	Tolerancia estándar ISO h11 (mm)
6.0<Dn≤10.0	+0 / -0.090
10.0<Dn≤18.0	+0 / -0.11

Ovalización máxima: 50% de la tolerancia
Consultar por otras tolerancias.

Tipos de corte

Laminados: Corte de cizalla de fraccionamiento en caliente
Trefilados: Corte de cizalla o sierra en frío

Largos y tolerancias

Dn (mm)	Largo estándar (mm)	Tolerancia (mm)
Laminado		
Dn ≤ 63.5	6000 (a)	0/+200
Trefilado	3000 / 6000 (largo exacto) ≤ 6000 (largo múltiplo)	+10 / +70 +30 / +100

(a) Paquetes con barras cortas hasta 10% en largos mayores a 4.0 m.

Observaciones (laminados): otros largos entre 6.0 y 12.0 m pueden ser fabricados por consulta previa.

Largos fijos distintos de 6.0 m, paquetes con 10% de barras cortas con largo mínimo del 75% del fijo.

Acondicionado e identificación

Peso:
paquetes de 2.000 kg, aproximadamente (barras laminadas)
paquetes de 900 a 1.600 kg, aproximadamente (barras trefiladas)

Identificación: 2 chapas con etiqueta





Medidas

En rango comprendido entre 12.0 y 28.0 mm
Observaciones: la posibilidad de fabricación de otras medidas deberá ser consultada.

Rectitud

Referencia Norma ASTM A108 - 03		Redondos C ≤ 0.28%		C > 0.28%
Dn (mm)	Largo (m)	Flecha max. (mm/m)	Flecha max. (mm/m)	
≤ 15	≤ 4.50	3.0 / 3	4.5 / 3	
> 15	> 4.50	3.0 / 3	8.0 / 3	
	≤ 4.50	1.5 / 3	3.0 / 3	
	> 4.50	3.0 / 3	4.5 / 3	

Tolerancias en medida

Diámetro (mm)	Tolerancia estándar ISO h11 (mm)	Tolerancia especial ISO h9 (mm)	Ovalización máxima (mm)
4 < Dn ≤ 6	+0 / -0.075	+0 / -0.030	50% de tolerancia en medida
6 < Dn ≤ 10	+0 / -0.090	+0 / -0.036	
10 < Dn ≤ 18	+0 / -0.110	+0 / -0.043	
18 < Dn ≤ 30	+0 / -0.130	+0 / -0.052	
30 < Dn ≤ 50	+0 / -0.160	+0 / -0.062	

Rugosidad

Estándar RZ 10 µm máximo
Observaciones: otras rugosidades consultar

Tipo de corte

Cizalla o sierra en frío.

Largos de fabricación estándar

Longitud estándar 3.0 a 4.5 m

Observaciones: para largos fijos debe consultarse factibilidad, volúmenes y plazos.

Tolerancia para largos fijos: -0 / +100 mm

Acondicionado e identificación

Peso: paquetes de hasta 1.600 kg máximo.
Identificación: 2 chapas con etiqueta

Barras rectificadas

Descripción

Estas barras son producidas en líneas de rectificadoras sin centro a partir de barras trefiladas.

Este proceso permite obtener una calidad superficial libre de defectos, con tolerancias dimensionales estrictas.

Los derivados de estos productos se emplean principalmente en la industria automotriz, petrolera y metalmecánica para la fabricación de ejes, pernos, vástagos de amortiguadores, vástagos de bombeo, otras piezas.

Características metalúrgicas

Tamaño de grano austenítico	S/ ASTM E 112 5 a 8 Método: Mc Quaid Ehn Método: Oxidación
Microinclusiones	S/ ASTM E 45 Método A Valores máximos Serie Fina Serie Gruesa A B C D A B C D 2.5 2.0 2.0 2.0 2.5 2.0 2.0 2.5

Secciones

Barras redondas

Aceros disponibles en este producto

Aceros al carbono
1026X - 1035X - 1045X

Composición química según Tabla 1

Observaciones: la posibilidad de fabricación de otros aceros deberá ser consultada.





Rectitud

Combadado lateral: menor o igual a 2 mm/m, acumulable
 Curvado: menor o igual a 25 mm/m
 Ondulaciones: menor o igual 0,8 mm por cada 76 mm

Otras características dimensionales

Radio de curvatura: 0,5 / 1 del espesor
 Torsionado: Máximo 2° / metro, acumulable

Tipos de corte

Corte de cizalla de fraccionamiento

Largos de fabricación

Longitud de 6.0 a 8.0 m

Tolerancias

Ancho de la barra, a		Espesor de la barra, e (*)		
Nominal (mm)	Discrepancias (mm)	Discrepancias (mm) para:		
		e ≤ 10	10 < e ≤ 22	22 < e ≤ 40
a ≤ 65	+/- 0.4	+/- 0.13	+/- 0.15	+/- 0.20
65 < a ≤ 100	+/- 0.6	+/- 0.15	+/- 0.20	+/- 0.30
100 < a ≤ 130	+/- 0.8	+/- 0.18	+/- 0.25	+/- 0.41
130 < a ≤ 150	+/- 1.2	+/- 0.30	+/- 0.30	+/- 0.51

* La medición de los espesores se realizará en los bordes de la barra, donde las superficies planas interceptan el canto redondeado.

Tolerancia de la concavidad y diferencia de espesores

Ancho de la barra, a (mm)	Diferencias en la concavidad (1) (mm)			Máx. diferencia entre espesores (2) (mm)		
	Para espesores, e			Para espesores, e		
	e ≤ 10	10 < e ≤ 22	22 < e ≤ 40	e ≤ 10	10 < e ≤ 22	22 < e ≤ 40
a ≤ 65	0 / -0.13	0 / -0.15	0 / -0.20	0.05	0.05	0.10
65 < a ≤ 100	0 / -0.15	0 / -0.20	0 / -0.30	0.08	0.10	0.15
100 < a ≤ 130	0 / -0.18	0 / -0.25	0 / -0.40	0.10	0.13	0.20
130 < a ≤ 150	---	0 / -0.30	0 / -0.50	---	0.15	0.25

(1) La concavidad es la diferencia entre el promedio de los espesores en los bordes y el espesor en el centro en una misma sección de la barra. El espesor en el centro de la barra será igual o menor que dicho promedio.

(2) La máxima diferencia entre espesores es la diferencia entre los espesores de los dos bordes, medidos sobre la misma sección transversal de la barra.

Acondicionado e identificación

Peso: paquetes hasta 2.000 kg, aproximadamente, sin protección superficial
 Identificación: 2 chapas con etiqueta

Dureza Brinell Máxima (orientativa)

321 HB, medida sobre el tercio medio de las caras de las barras

Observaciones

Referencia Norma IRAM-IAS U500-28 / 1987

Planchuelas para elásticos

Descripción

Las planchuelas se obtienen mediante laminación en caliente de palanquillas de colada continua.

Se trata de barras rectangulares con cantos redondeados aptas para su empleo en fabricación de elásticos utilizados para automotores medianos y grandes.

Características metalúrgicas

Tamaño de grano austenítico	S/ ASTM E 112 5 a 8 Método: Oxidación			
Microinclusiones	S/ ASTM E 45 Método A Valores máximos Serie Fina Serie Gruesa A B C D A B C D 2.5 2.0 2.0 2.0 2.5 2.0 2.0 2.0			

Secciones

Rectangular con cantos redondeados

Medidas nominales

Ancho x Espesor (mm)		
50.00 x 7.00	70.00 x 12.00	80.00 x 13.00
50.00 x 8.00	70.00 x 13.00	80.00 x 14.00
50.8 x 15.90	70.00 x 14.00	80.00 x 16.00
58.00 x 7.00	75.00 x 6.00	90.00 x 10.00
58.00 x 8.00	75.00 x 10.00	90.00 x 11.00
63.00 x 8.00	75.00 x 11.00	90.00 x 12.00
63.00 x 10.00	75.00 x 12.00	90.00 x 13.00
70.00 x 10.00	76.20 x 12.67	90.00 x 15.00
70.00 x 11.00	80.00 x 12.00	

Observaciones: Posibilidad de fabricación de otras medidas deberá ser consultada.

Aceros disponibles en este producto

Acero	C	Mn	Si	P	S	Cr
5160	0.56/0.64	0.75/1.00	0.15/0.35	≤0.035	≤0.040	0.70/0.90

Cumple Norma SAE J404

Observaciones: la posibilidad de fabricación de otros aceros deberá ser consultada



Identificación y certificados

Chapa



Código de colores de barras laminadas

1010X		SIN PINTAR
1020X		VERDE CLARO
1026X		ROJO
1035X		VIOLETA
1040X		NARANJA
1045X		NEGRO
4140X		AMARILLO
5115X		ROJO Y AZUL
5120X		AZUL Y BLANCO
5140X		AMARILLO Y BLANCO
5160HX		MARRON OSCURO
8620X		AZUL OSCURO
9254X		VERDE OSCURO
12L14		BLANCO
1212		CELESTE
1215		GRIS
16MnCr5X		ROSA Y AMARILLO
20MnCr5X		ROSA Y CELESTE
41Cr4E3X		ROSA Y NEGRO

Certificado de calidad

Acindar Grupo ArcelorMittal		CERTIFICADO DE CALIDAD										CERTIFICADO N° 000000019348		M U I	
ACINDAR I.A.S.A. Estanislao Zeballos 2739 - (B1643AGT) Barral, Pcia. Buenos Aires, Argentina Tel./Fax 54-011-47198300 http://www.acindar.com.ar		Cliente: 87509628 Orden: 194521 BLR 1010X UNN-63,50MM X5000 C Material / Tipo: Grado / Tamaño: Norma:										Destino: CPO: PG: Parte N°: 14031 - JUN/07			
Propiedades Fisicas															
Colada N°	N° Lote	C %	P %	S %	Mn %	Si %	Cr %	Mo %	Cu %	Ni %	Al %	Sn %	As ppm		
		Un													
10500	2607025977	0,100	0,015	0,017	0,560	0,300	0,030	0,020	0,050	0,010	0,023	0,014	68,000		
10500	2607025988	0,100	0,015	0,017	0,560	0,300	0,030	0,020	0,050	0,010	0,023	0,014	68,000		
Propiedades Mecánicas / Metalúrgicas															
Relación de compactación: 1 : 10,75															
Tipo de Transporte: 0801				Depósito: VT18				Remita: 0275000033609				Firma			
Empresa de Transporte:				O.V.: 2785300				Fecha: 21.08.2007				Sello			

Tabla 1: Composición química

Acero	C %	Mn %	Si %	P %	S %	Cr %	Ni%	Mo%	B (PPM)	Pb %
1010X (1)	0.08/0.13	0.30/0.60	0.15 / 0.35	≤ 0.04	≤ 0.05	---	---	---	---	---
1020X (1)	0.18/0.23	0.30/0.60	0.15 / 0.35	≤ 0.04	≤ 0.05	---	---	---	---	---
1026X (1)	0.22/0.28	0.60/0.90	0.15 / 0.35	≤ 0.04	≤ 0.05	---	---	---	---	---
1035X (1)	0.32/0.38	0.60/0.90	0.15 / 0.35	≤ 0.04	≤ 0.05	---	---	---	---	---
1040X (1)	0.37/0.44	0.60/0.90	0.15 / 0.35	≤ 0.04	≤ 0.05	---	---	---	---	---
1045X (1)	0.43/0.50	0.60/0.90	0.15 / 0.35	≤ 0.04	≤ 0.05	---	---	---	---	---
15B30X	0.28 / 0.33	1.20 / 1.40	0.20 / 0.30	≤ 0.020	≤ 0.020	0.10 / 0.20			20 / 40	---
1212E2	0.05/0.14	0.90/1.30	≤ 0.05	0.04/0.10	0.27/0.33	---	---	---	---	---
12L14E3	0.06/0.010	0.85/1.30	≤ 0.03	0.04/0.09	0.26/0.35	---	---	---	---	0.15/0.35
4140X (2)	0.38 / 0.43	0.75 / 1.00	0.15 / 0.35	≤ 0.035	≤ 0.040	0.80 / 1.10	---	0.15 / 0.25	---	---
5115X (2)	0.13 / 0.18	0.70 / 0.90	0.15 / 0.35	≤ 0.040	≤ 0.035	0.70 / 0.90	---	---	---	---
5120X	0.14 / 0.22	1.00 / 1.50	≤ 0.40	≤ 0.035	≤ 0.040	0.80 / 1.30	---	---	---	---
5140X (2)	0.38 / 0.43	0.70 / 0.90	0.15 / 0.35	≤ 0.035	≤ 0.040	0.70 / 0.90	---	---	---	---
5160HX (2)	0.57 / 0.62	0.75 / 1.00	0.15 / 0.35	≤ 0.025	≤ 0.025	0.70 / 0.90				
8620X (2)	0.18 / 0.23	0.70 / 0.90	0.15 / 0.35	≤ 0.035	0.020 / 0.035	0.40 / 0.60	0.40 / 0.70	0.15 / 0.25	---	---
9254X (2)	0.51 / 0.59	0.60 / 0.80	1.20 / 1.60	≤ 0.025	≤ 0.025	0.60 / 0.80	---	---	---	---
16MnCrS5X	0.14 / 0.19	1.00 / 1.30	0.15 / 0.40	≤ 0.035	0.02 / 0.04	0.80 / 1.10	---	---	---	---
20MnCrS5X	0.17 / 0.21	1.10 / 1.35	0.15 / 0.40	≤ 0.035	0.02 / 0.04	1.00 / 1.20	---	---	---	---
41Cr4E3X	0.38 / 0.45	0.50 / 0.80	0.15 / 0.40	≤ 0.035	0.015 / 0.04	0.90 / 1.20	---	---	---	---

(1) Cumple SAE J403

(2) Cumple SAE J404

Observaciones:

Se pueden encontrar pequeñas cantidades de ciertos elementos no requeridos. Estos elementos se consideran como residuales y son aceptables hasta los siguientes límites: Cr 0,20%, Ni 0,25%, Cu 0,35%, Mo 0,06%

Tabla 2 de equivalencia de aceros

Aceros al carbono			Aceros de corte libre			Aceros aleados		
ACINDAR	SAE	DIN	ACINDAR	SAE	DIN/EN	ACINDAR	SAE	DIN
1010X	1010	C10	1212 E2		11SMn30	4140X	4140	42CrMo4
1020X	1020	C20	1212 E4		11SMn37	5115X	5115	16MnCr5
1026X	1026	--	12L14 E1	12L14			5120	20MnCr5
1040X	1040	C40	12L14 E2		11SMnPb30	5140X	5140	41Cr4
1045X	1045	C45	12L14 E4		11SMnPb37	5160E3X	5160	--
			1215 E1	1215		8620X	8620	20NiCrMo2
						9254X	9254	55SiCr7

Nota: Las equivalencias indicadas son aproximadas

Tabla 3: Dureza Brinell máxima en productos laminados sin tratamiento térmico - Valores orientativos

Dureza Brinell Máxima		
Acero	Diámetro < 50 mm	Diámetro > 50 mm
1010	130	130
1020	163	163
1026	170	170
1035	212	207
1040	229	217
1045	255	241
1212	149	149
12L14	156	156
4140	331	321
5115	192	192
5120	229	223
5140	269	255
5160	400	375
8620	212	207



ArcelorMittal

Información Técnica



Composiciones químicas según norma SAE J403

Aceros al carbono (Máx. 1,00% Mn, sin resulfurar)					
UNS No.	SAE/AISI No.	Límites de composición química, %			
		C	Mn	P, Max	S, Max
G10050	1005	0.06 Max.	0.35 Max.	0.040	0.050
G10060	1006	0.08 Max.	0.25-0.40	0.040	0.050
G10080	1008	0.10 Max.	0.30-0.50	0.040	0.050
G10100	1010	0.08-0.13	0.30-0.60	0.040	0.050
G10110	1011	0.09-0.14	0.60-0.90	0.040	0.050
G10120	1012	0.10-0.15	0.30-0.60	0.040	0.050
G10150	1015	0.13-0.18	0.30-0.60	0.040	0.050
G10160	1016	0.13-0.18	0.60-0.90	0.040	0.050
G10170	1017	0.15-0.20	0.30-0.60	0.040	0.050
G10180	1018	0.15-0.20	0.60-0.90	0.040	0.050
G10200	1020	0.18-0.23	0.30-0.60	0.040	0.050
G10210	1021	0.18-0.23	0.60-0.90	0.040	0.050
G10220	1022	0.18-0.23	0.70-1.00	0.040	0.050
G10230	1023	0.20-0.25	0.30-0.60	0.040	0.050
G10250	1025	0.22-0.28	0.30-0.60	0.040	0.050
G10260	1026	0.22-0.28	0.60-0.90	0.040	0.050
G10290	1029	0.25-0.31	0.60-0.90	0.040	0.050
G10300	1030	0.28-0.34	0.60-0.90	0.040	0.050
G10350	1035	0.32-0.38	0.60-0.90	0.040	0.050
G10380	1038	0.35-0.42	0.60-0.90	0.040	0.050
G10390	1039	0.37-0.44	0.70-1.00	0.040	0.050
G10400	1040	0.37-0.44	0.60-0.90	0.040	0.050
G10420	1042	0.40-0.47	0.60-0.90	0.040	0.050
G10430	1043	0.40-0.47	0.70-1.00	0.040	0.050
G10440	1044	0.43-0.50	0.30-0.60	0.040	0.050
G10450	1045	0.43-0.50	0.60-0.90	0.040	0.050
G10460	1046	0.43-0.50	0.70-1.00	0.040	0.050
G10490	1049	0.46-0.53	0.60-0.90	0.040	0.050
G10500	1050	0.48-0.55	0.60-0.90	0.040	0.050
G10530	1053	0.48-0.55	0.70-1.00	0.040	0.050
G10550	1055	0.50-0.60	0.60-0.90	0.040	0.050
G10590	1059	0.55-0.65	0.50-0.80	0.040	0.050
G10600	1060	0.55-0.65	0.60-0.90	0.040	0.050
G10650	1065	0.60-0.70	0.60-0.90	0.040	0.050
G10700	1070	0.65-0.75	0.60-0.90	0.040	0.050
G10740	1074	0.70-0.80	0.50-0.80	0.040	0.050
G10780	1078	0.72-0.85	0.30-0.60	0.040	0.050
G10800	1080	0.75-0.88	0.60-0.90	0.040	0.050
G10860	1086	0.80-0.93	0.30-0.50	0.040	0.050
G10900	1090	0.85-0.98	0.60-0.90	0.040	0.050
G10950	1095	0.90-1.03	0.30-0.50	0.040	0.050

Notas:

Plomo (Pb): A los efectos de mejorar la maquinabilidad, se puede requerir la adición de Plomo a los aceros estándar. Los límites son: 0.15 a 0.30%. Estos aceros se identifican insertando la letra "L" entre el segundo y el tercer número de la sigla, por ejemplo 10L45.

Cobre (Cu): Se puede requerir la adición de Cobre a los aceros estándar, en estos casos generalmente se especifica un mínimo de 0,20%.

Silicio (Si): Cuando se requiere Silicio, generalmente se especifican los siguientes rangos o límites para aceros no resulfurados: 0.10% Máx.; 0.07 a 0.15%; 0.10 a 0.20%; 0.15 a 0.35%; 0.20 a 0.40%; 0.30 a 0.60%

Boro (B): A los efectos de mejorar la templabilidad, se puede requerir la adición de Boro a los aceros al carbono calmados. Los límites son: 0.0005 a 0.003%. Estos aceros se identifican insertando la letra "B" entre el segundo y el tercer número de la sigla, por ejemplo 10B46.

Ciertos grados de acero se producen a pedido para disminuir los límites de fósforo y azufre (referencia norma SAE J411).

Aceros al carbono (1,00 a 1,65% de Mn)					
UNS No.	SAE/AISI No.	Límites de composición química, %			
		C	Mn	P, Max	S, Max
G15130	1513	0.10-0.16	1.10-1.40	0.040	0.050
G15220	1522	0.18-0.24	1.10-1.40	0.040	0.050
G15240	1524	0.19-0.25	1.35-1.65	0.040	0.050
G15260	1526	0.22-0.29	1.10-1.40	0.040	0.050
G15270	1527	0.22-0.29	1.20-1.50	0.040	0.050
G15330	1533	0.30-0.37	1.10-1.40	0.040	0.050
G15340	1534	0.30-0.37	1.20-1.50	0.040	0.050
G15410	1541	0.36-0.44	1.35-1.65	0.040	0.050
G15440	1544	0.40-0.47	0.80-1.10	0.040	0.050
G15450	1545	0.43-0.50	0.80-1.10	0.040	0.050
G15460	1546	0.44-0.52	1.00-1.30	0.040	0.050
G15480	1548	0.44-0.52	1.10-1.40	0.040	0.050
G15520	1552	0.47-0.55	1.20-1.50	0.040	0.050
G15530	1553	0.48-0.55	0.80-1.10	0.040	0.050
G15660	1566	0.60-0.71	0.85-1.15	0.040	0.050
G15700	1570	0.65-0.75	0.80-1.10	0.040	0.050
G15800	1580	0.75-0.88	0.80-1.10	0.040	0.050
G15900	1590	0.85-0.98	0.80-1.10	0.040	0.050

Notas:

Plomo (Pb), Boro (B), Fósforo (P) y Azufre (S), Silicio (Si) Ver notas al pie de la tabla Aceros al carbono (Máx. 1,00% Mn, sin resulfurar).

Aceros de corte libre (resulfurados)

UNS No.	SAE/AISI No.	Límites de composición química, %			
		C	Mn	P, Max	S, Max
G11100	1110	0.08-0.13	0.30-0.60	0.040	0.08-0.13
G11170	1117	0.14-0.20	1.00-1.30	0.040	0.08-0.13
G11180	1118	0.14-0.20	1.30-1.60	0.040	0.08-0.13
G11230	1123	0.20-0.27	1.20-1.50	0.040	0.08-0.09
G11370	1137	0.32-0.39	1.35-1.65	0.040	0.08-0.13
G11400	1140	0.37-0.44	0.70-1.00	0.040	0.08-0.13
G11410	1141	0.37-0.45	1.35-1.65	0.040	0.08-0.13
G11440	1144	0.40-0.48	1.35-1.65	0.040	0.24-0.33
G11460	1146	0.42-0.49	0.70-1.00	0.040	0.08-0.13
G11520	1152	0.48-0.55	0.70-1.00	0.040	0.06-0.09

Notas:

Plomo (Pb), Silicio (Si)

Ver notas al pie de la tabla Aceros al carbono (Máx. 1,00% Mn, sin resulfurar).

Silicio (Si): Cuando se requiere Silicio, generalmente se especifican los siguientes rangos o límites: Hasta el UNS N° G11100 inclusive, 0.10% Máx.; Para el UNS N° G11170 y mayores: 0.10% Máx.; 0.10 a 0.20%; 0.15 a 0.35%.

Aceros de corte libre (refosforado y resulfurado)

UNS No.	SAE/AISI No.	Límites de composición química, %			
		C	Mn	P, Max	S, Max
G12120	1212	0.13	0.70-1.00	0.07-0.12	-
G12130	1213	0.13	0.70-1.00	0.07-0.12	-
G12150	1215	0.09	0.75-1.05	0.04-0.09	-
G12144	12L14	0.15	0.85-1.15	0.04-0.09	0.15-0.35

Notas:

Plomo (Pb): Ver notas al pie de la tabla Aceros al carbono (Máx. 1,00% Mn, sin resulfurar).

Silicio (Si): no es una práctica habitual producir aceros de la serie 12XX con límites de Silicio debido a su efecto adverso sobre la maquinabilidad

Composiciones químicas según norma SAE J404

Aceros aleados											
UNS No.	SAE No.	Límites de composición química, %									AISI No.
		C	Mn	P	S	Si	Ni	Cr	Mo	V	
G13300	1330	0.28-0.33	1.60-1.90	0.035	0.040	0.15-0.35	-	-	-	-	1330
G13350	1335	0.33-0.38	1.60-1.90	0.035	0.040	0.15-0.35	-	-	-	-	1335
G13400	1340	0.38-0.43	1.60-1.90	0.035	0.040	0.15-0.35	-	-	-	-	1340
G40230	4023	0.20-0.25	0.70-0.90	0.035	0.040	0.15-0.35	-	-	0.20-0.30	-	4023
G40270	4027	0.25-0.30	0.70-0.90	0.035	0.040	0.15-0.35	-	-	0.20-0.30	-	4027
G40280	4028	0.25-0.30	0.70-0.90	0.035	0.035-0.050	0.15-0.35	-	-	0.20-0.30	-	4028
G40370	4037	0.35-0.40	0.70-0.90	0.035	0.040	0.15-0.35	-	-	0.20-0.30	-	4037
G40470	4047	0.45-0.50	0.70-0.90	0.035	0.040	0.15-0.35	-	-	0.20-0.30	-	4047
G41180	4118	0.18-0.23	0.70-0.90	0.035	0.040	0.15-0.35	-	0.40-0.60	0.08-0.15	-	4118
G41200	4120 *	0.18-0.23	0.90-1.20	0.035	0.040	0.15-0.35	-	0.40-0.60	0.13-0.20	-	4120*
G41210	4121**	0.18-0.23	0.75-1.00	0.035	0.040	0.15-0.35	-	0.45-0.65	0.20-0.30	-	4121**
G41300	4130	0.28-0.33	0.40-0.60	0.035	0.040	0.15-0.35	-	0.80-1.10	0.15-0.25	-	4130
G41310	4131	0.28-0.33	0.50-0.70	0.035	0.040	0.15-0.35	-	0.90-1.20	0.15-0.25	-	4131
G41370	4137	0.35-0.40	0.70-0.90	0.035	0.040	0.15-0.35	-	0.80-1.10	0.15-0.25	-	4137
G41400	4140	0.38-0.43	0.75-1.00	0.035	0.040	0.15-0.35	-	0.80-1.10	0.15-0.25	-	4140
G41420	4142	0.40-0.45	0.75-1.00	0.035	0.040	0.15-0.35	-	0.80-1.10	0.15-0.25	-	4142
G41450	4145	0.43-0.48	0.75-1.00	0.035	0.040	0.15-0.35	-	0.80-1.10	0.15-0.25	-	4145
G41470	4147	0.45-0.50	0.75-1.00	0.035	0.040	0.15-0.35	-	0.80-1.10	0.15-0.25	-	4147
G41500	4150	0.48-0.53	0.75-1.00	0.035	0.040	0.15-0.35	-	0.80-1.10	0.15-0.25	-	4150
G43200	4320	0.17-0.22	0.45-0.65	0.035	0.040	0.15-0.35	1.65-2.00	0.40-0.60	0.20-0.30	-	4320
G43400	4340	0.38-0.43	0.60-0.80	0.035	0.040	0.15-0.35	1.65-2.00	0.70-0.90	0.20-0.30	-	4340
G43406	E4340 ²	0.38-0.43	0.65-0.85	0.025	0.025	0.15-0.35	1.65-2.00	0.70-0.90	0.20-0.30	-	E4340
G46200	4620	0.17-0.22	0.45-0.65	0.035	0.040	0.15-0.35	1.65-2.00	-	0.20-0.30	-	4620
G47150	4715***	0.13-0.18	0.70-0.90	0.035	0.040	0.15-0.35	0.70-1.00	0.45-0.65	0.45-0.60	-	4715***
G47200	4720	0.17-0.22	0.50-0.70	0.035	0.040	0.15-0.35	0.90-1.20	0.35-0.55	0.15-0.25	-	4720
G48150	4815	0.13-0.18	0.40-0.60	0.035	0.040	0.15-0.35	3.25-3.75	-	0.20-0.30	-	4815
G48200	4820	0.18-0.23	0.50-0.70	0.035	0.040	0.15-0.35	3.25-3.75	-	0.20-0.30	-	4820
G50461	50B46 ³	0.44-0.49	0.75-1.00	0.035	0.040	0.15-0.35	-	0.20-0.35	-	-	50B46
G51200	5120	0.17-0.22	0.70-0.90	0.035	0.040	0.15-0.35	-	0.70-0.90	-	-	5120
G51300	5130	0.28-0.33	0.70-0.90	0.035	0.040	0.15-0.35	-	0.80-1.10	-	-	5130
G51320	5132	0.30-0.35	0.60-0.80	0.035	0.040	0.15-0.35	-	0.75-1.00	-	-	5132
G51400	5140	0.38-0.43	0.70-0.90	0.035	0.040	0.15-0.35	-	0.70-0.90	-	-	5140
G51500	5150	0.48-0.53	0.70-0.90	0.035	0.040	0.15-0.35	-	0.70-0.90	-	-	5150
G51600	5160	0.56-0.64	0.75-1.00	0.035	0.040	0.15-0.35	-	0.70-0.90	-	-	5160
G51601	51B60 ³	0.56-0.64	0.75-1.00	0.035	0.040	0.15-0.35	-	0.70-0.90	-	-	51B60
G51986	E51100 ²	0.98-1.10	0.25-0.45	0.025	0.025	0.15-0.35	-	0.90-1.15	-	-	E51100
G52986	E52100 ²	0.98-1.10	0.25-0.45	0.025	0.025	0.15-0.35	-	1.30-1.60	-	-	E52100
G61500	6150	0.48-0.53	0.70-0.90	0.035	0.040	0.15-0.35	-	0.80-1.10	-	0.15 min	6150
G86150	8615	0.13-0.18	0.70-0.90	0.035	0.040	0.15-0.35	0.40-0.70	0.40-0.60	0.15-0.25	-	8615
G86170	8617	0.15-0.20	0.70-0.90	0.035	0.040	0.15-0.35	0.40-0.70	0.40-0.60	0.15-0.25	-	8617
G86200	8620	0.18-0.23	0.70-0.90	0.035	0.040	0.15-0.35	0.40-0.70	0.40-0.60	0.15-0.25	-	8620
G86220	8622	0.20-0.25	0.70-0.90	0.035	0.040	0.15-0.35	0.40-0.70	0.40-0.60	0.15-0.25	-	8622
G86300	8630	0.28-0.33	0.70-0.90	0.035	0.040	0.15-0.35	0.40-0.70	0.40-0.60	0.15-0.25	-	8630
G86370	8637	0.35-0.40	0.75-1.00	0.035	0.040	0.15-0.35	0.40-0.70	0.40-0.60	0.15-0.25	-	8637
G86400	8640	0.38-0.43	0.75-1.00	0.035	0.040	0.15-0.35	0.40-0.70	0.40-0.60	0.15-0.25	-	8640
G86450	8645	0.43-0.48	0.75-1.00	0.035	0.040	0.15-0.35	0.40-0.70	0.40-0.60	0.15-0.25	-	8645
G87200	8720	0.18-0.23	0.70-0.90	0.035	0.040	0.15-0.35	0.40-0.70	0.40-0.60	0.20-0.30	-	8720
G88220	8822	0.20-0.25	0.75-1.00	0.035	0.040	0.15-0.35	0.40-0.70	0.40-0.60	0.30-0.40	-	8822
G92590	9259	0.56-0.64	0.75-1.00	0.035	0.040	0.70-1.10	-	0.45-0.65	-	-	9259
G92600	9260	0.56-0.64	0.75-1.00	0.035	0.040	1.80-2.20	-	-	-	-	9260

Notas

Se pueden encontrar pequeñas cantidades de ciertos elementos no requeridos. Estos elementos se consideran como residuales y son aceptables hasta los siguientes límites: Cr 0,20%, Ni 0,25%, Cu 0,35%, Mo 0,06%.

Plomo (Pb): A los efectos de mejorar la maquinabilidad, se puede requerir la adición de Plomo a los aceros estándar. Los límites son: 0.15 a 0.30%. Estos aceros se identifican insertando la letra "L" entre el segundo y el tercer número de la sigla, por ejemplo 10L45.

Tolerancias aplicables a la composición química (según norma SAE J 409)

Aceros al carbono

Se aplica a barras laminadas en caliente, terminadas en frío, productos semi-terminados para forja, alambrones y tubos sin costura $S \leq 650 \text{ cm}^2$

Elemento	Rango de aplicación (%)	Variación (%), por encima del máximo o por debajo del mínimo
Carbono	$C \leq 0.25$	0.02
	$0.25 < C \leq 0.55$	0.03
	$C > 0.55$	0.04
Manganeso	$Mn \leq 0.90$	0.03
	$0.90 < Mn \leq 1.65$	0.06
Fósforo	Solamente por encima del máximo hasta 0.040 inclusive	0.008
Azufre	Solamente por encima del máximo hasta 0.050 inclusive	0.008
Silicio	$Si \leq 0.35$	0.02
	$0.35 < Si \leq 0.60$	0.05
Cobre	Solamente por debajo del mínimo para aceros con contenido de Cu	0.02
Plomo (1)	$0.15 < Pb \leq 0.35$	0.03

(1) Tolerancia aplicable tanto por debajo del mínimo como por encima del máximo

Tolerancias aplicables a la composición química (según norma SAE J 409)

Aceros aleados

Se aplica a barras, chapas, flejes, tubos y productos semi-terminados $S \leq 650 \text{ cm}^2$

Elemento	Rango de aplicación (%)	Variación (%), por encima del máximo o por debajo del mínimo
Carbono	$C \leq 0.30$	0.01
	$0.30 < C \leq 0.75$	0.02
	$C > 0.75$	0.03
Manganeso	$Mn \leq 0.90$	0.03
	$0.90 < Mn \leq 2.10$	0.04
Fósforo	Solamente por encima del máximo	0.005
Azufre	$C \leq 0.060$ (1)	0.005
Silicio	$Si \leq 0.40$	0.02
	$0.40 < Si \leq 2.20$	0.05
Níquel	$Ni \leq 1.00$	0.03
	$1.00 < Ni \leq 2.00$	0.05
	$2.00 < Ni \leq 5.30$	0.07
	$5.30 < Ni \leq 10.0$	0.10
Cromo	$Cr \leq 0.90$	0.03
	$0.90 < Cr \leq 2.10$	0.05
	$2.10 < Cr \leq 3.99$	0.10
Molibdeno	$Mo \leq 0.20$	0.01
	$0.20 < Mo \leq 0.40$	0.02
	$0.40 < Mo \leq 1.15$	0.03
Tungsteno	$W \leq 0.10$	0.04
	$1.00 < W \leq 4.00$	0.08
Vanadio	$V \leq 0.10$	0.01
	$0.10 < V \leq 0.25$	0.02
	$0.25 < V \leq 0.50$	0.03
	Si se especifica valor mínimo se permite debajo del mismo	0.01
Aluminio (2)	$Al \leq 0.10$	0.03
	$0.10 < Al \leq 0.20$	0.04
	$0.20 < Al \leq 0.30$	0.05
	$0.30 < Al \leq 0.80$	0.07
	$0.80 < Al \leq 1.80$	0.10
Plomo (2)	$0.15 < Pb \leq 0.35$	0.03 (3)
Cobre (2)	$Cu \leq 1.00$	0.03
	$1.00 < Cu \leq 2.0$	0.05

(1) Para contenidos de azufre mayores a 0,060% no se aplican tolerancias

(2) Tolerancia aplicable sólo a secciones $S \leq 650 \text{ cm}^2$

(3) Tolerancia aplicable tanto por debajo del mínimo como por encima del máximo

Sistema de codificación SAE (según norma SAE J402)

Designación SAE	Tipo de acero
	ACEROS AL CARBONO
10XX	Aceros al carbono (Máx. 1,00% de Mn, sin resulfurar)
11XX	Aceros de corte libre, resulfurados
12XX	Aceros de corte libre, resulfurados y refosforados
15XX	Aceros al carbono
	ACEROS ALEADOS
13XX	Aceros al manganeso
23XX	Aceros al níquel
25XX	Aceros al níquel
31XX	Aceros cromo - níquel
32XX	Aceros cromo - níquel
33XX	Aceros cromo - níquel
34XX	Aceros cromo - níquel
40XX	Aceros al molibdeno
41XX	Aceros cromo - molibdeno
43XX	Aceros cromo - níquel - molibdeno
44XX	Aceros al molibdeno
46XX	Aceros níquel - molibdeno
47XX	Aceros cromo - níquel - molibdeno
48XX	Aceros níquel - molibdeno
50XX	Aceros al cromo
51XX	Aceros al cromo
50XXX	Aceros al cromo
51XXX	Aceros al cromo
52XXX	Aceros al cromo
61XX	Aceros cromo - vanadio
72XX	Aceros cromo - tungsteno
81XX	Aceros cromo - níquel - molibdeno
86XX	Aceros cromo - níquel - molibdeno
87XX	Aceros cromo - níquel - molibdeno
88XX	Aceros cromo - níquel - molibdeno
92XX	Aceros silicio - manganeso
93XX	Aceros cromo - níquel - molibdeno
94XX	Aceros cromo - níquel - molibdeno
97XX	Aceros cromo - níquel - molibdeno
98XX	Aceros cromo - níquel - molibdeno
XXBXX	B indica aceros con boro
XXLXX	L indica aceros con plomo

Características mecánicas en barras de acero laminadas en caliente y en barras trefiladas (valores orientativos)

Según norma SAE J1397

SAE / AISI	Estado	Resistencia a la tracción (MPa)	Límite de fluencia MPa	Alargamiento A (2") (%)	Estrucción Z (%)	Dureza Brinell (HB)	Maquinabilidad (1212=100%)
Aceros al carbono (Máx. 1.00% Mn, sin resulfurar)							
1006	Laminado	300	170	30	55	86	
	Trefilado	330	280	20	45	95	50
1008	Laminado	303	170	30	55	86	
	Trefilado	340	290	20	45	95	55
1010	Laminado	320	180	28	50	95	
	Trefilado	370	300	20	40	105	55
1012	Laminado	330	180	28	50	95	
	Trefilado	370	310	19	40	105	55
1015	Laminado	340	190	28	50	101	
	Trefilado	390	320	18	40	111	60
1016	Laminado	380	210	25	50	111	
	Trefilado	420	350	18	40	121	70
1017	Laminado	370	200	26	50	105	
	Trefilado	410	340	18	40	116	65
1018	Laminado	400	220	25	50	116	
	Trefilado	440	370	15	40	125	70
1019	Laminado	410	220	25	50	116	
	Trefilado	460	380	15	40	131	70
1020	Laminado	380	210	25	50	111	
	Trefilado	420	350	15	40	121	65
1021	Laminado	420	230	24	48	116	
	Trefilado	470	390	15	40	131	70
1022	Laminado	430	230	23	47	121	
	Trefilado	480	400	15	40	137	70
1023	Laminado	370	210	25	50	111	
	Trefilado	430	360	15	40	121	65
1025	Laminado	400	220	25	50	116	
	Trefilado	440	370	15	40	126	65
1026	Laminado	440	240	24	49	126	
	Trefilado	490	410	15	40	143	75
1030	Laminado	470	260	20	42	137	
	Trefilado	520	440	12	35	149	70
1035	Laminado	500	270	18	40	143	
	Trefilado	550	460	12	35	163	65
1037	Laminado	510	280	18	40	143	
	Trefilado	570	480	12	35	167	65
1038	Laminado	520	280	18	40	149	
	Trefilado	570	480	12	35	163	65
1039	Laminado	540	300	16	40	156	
	Trefilado	610	510	12	35	179	60
1040	Laminado	520	290	18	40	149	
	Trefilado	590	490	12	35	170	60
1042	Laminado	550	300	16	40	163	
	Trefilado	610	520	12	35	179	60
1043	Laminado	570	310	16	40	163	
	Trefilado	630	530	12	35	179	60
1044	Laminado	550	300	16	40	163	
1045	Laminado	570	310	16	40	163	
	Trefilado	630	530	12	35	179	55
1046	Laminado	590	320	15	40	170	
	Trefilado	650	540	12	35	187	55
1049	Laminado	600	330	15	35	179	
	Trefilado	670	560	10	30	197	45
1050	Laminado	620	340	15	35	179	
	Trefilado	690	580	10	30	197	45
1055	Laminado	650	360	12	30	92	55 (a)
1060	Laminado	680	370	12	30	201	60 (c)
1064	Laminado	670	370	12	30	201	60 (c)
1065	Laminado	690	380	12	30	207	60 (c)
1070	Laminado	700	390	12	30	212	55 (c)
1074	Laminado	720	400	12	30	217	55 (c)
1078	Laminado	690	380	12	30	207	55 (c)
1080	Laminado	770	420	10	25	229	45 (c)
1084	Laminado	820	450	10	25	241	45 (c)
1085	Laminado	830	460	10	25	248	45 (c)
1086	Laminado	770	420	10	25	229	45 (c)
1090	Laminado	840	460	10	25	248	45 (c)
1095	Laminado	830	460	10	25	248	45 (a)

Según norma SAE J1397

SAE / AISI	Estado	Resistencia a la tracción (MPa)	Límite de fluencia MPa	Alargamiento A (2") (%)	Estrucción Z (%)	Dureza Brinell (HB)	Maquinabilidad (1212=100%)
Aceros de corte libre (resulfurados y refosforados; resulfurados)							
1108	Laminado	340	190	30	50	101	80
	Trefilado	390	320	20	40	121	
1117	Laminado	430	230	23	47	121	90
	Trefilado	480	400	15	40	137	
1132	Laminado	570	310	16	40	167	75
	Trefilado	630	530	12	35	183	
1137	Laminado	610	330	15	35	179	70
	Trefilado	680	570	10	30	197	
1140	Laminado	540	300	16	40	156	70
	Trefilado	610	510	12	35	170	
1141	Laminado	650	360	15	35	187	70
	Trefilado	720	610	10	30	212	
1144	Laminado	670	370	15	35	197	80
	Trefilado	740	620	10	30	217	
1146	Laminado	590	320	15	40	170	70
	Trefilado	650	550	12	35	187	
1151	Laminado	630	340	15	35	187	65
	Trefilado	700	590	10	30	207	
1211	Laminado	380	230	25	45	121	95
	Trefilado	520	400	10	35	163	
1212	Laminado	390	230	25	45	121	100
	Trefilado	540	410	10	35	167	
1213	Laminado	390	230	25	45	121	135
	Trefilado	540	410	10	35	167	
12L14	Laminado	390	230	22	45	121	160
	Trefilado	540	410	10	35	163	

Aceros al carbono (1.00 a 1.65% de Mn)

1524	Laminado	510	280	20	42	149	60
	Trefilado	570	480	12	35	163	
1527	Laminado	520	280	18	40	149	65
	Trefilado	570	480	12	35	163	
1536	Laminado	570	310	16	40	163	55
	Trefilado	630	530	12	35	187	
1541	Laminado	630	350	15	40	187	45
	Trefilado	710	600	10	30	207	60 (a)
1548	Laminado	660	370	14	33	197	45
	Trefilado	730	620	10	28	217	50 (a)
1552	Laminado	740	410	12	30	217	50 (a)

Valores aproximados (orientativos)

a - Recocido y trefilado

c - Globulizado y trefilado

Tabla de equivalencias de durezas - Rockwell C - Aceros no austeníticos

Según ASTM E 140

Dureza Rockwell C Carga 150 kg	Dureza Vickers Carga 30 kg	Dureza Brinell Carga: 3000 kg - Bola Ø 10mm		Dureza Rockwell			Dureza Superficial Rockwell			Dureza Shore	Resistencia a la tracción (MPa) (Valores aproximados)	Dureza Rockwell C Carga 150 kg
		Bola de acero	Bola de carburo de tungsteno	Carga 60 kg	Carga 100 kg	Carga 100 kg	Carga 15 kg	Carga 30 kg	Carga 45 kg			
						Cono de diamante			Esclerómetro			
68	940	...	...	85.6	...	76.9	93.2	84.4	75.4	97	...	68
67	900	...	...	85.0	...	76.1	92.9	83.6	74.2	95	...	67
66	865	...	...	84.5	...	75.4	92.5	82.8	73.3	92	...	66
65	832	...	739	83.9	...	74.5	92.2	81.9	72.0	91	...	65
64	800	...	722	83.4	...	73.8	91.8	81.1	71.0	88	...	64
63	772	...	705	82.8	...	73.0	91.4	80.1	69.9	87	...	63
62	746	...	688	82.3	...	72.2	91.1	79.3	68.8	85	...	62
61	720	...	670	81.8	...	71.5	90.7	78.4	67.7	83	...	61
60	697	...	654	81.2	...	70.7	90.2	77.5	66.6	81	...	60
59	674	...	634	80.7	...	69.9	89.8	76.6	65.5	80	2.248	59
58	653	...	615	80.1	...	69.2	89.3	75.7	64.3	78	2.172	58
57	633	...	595	79.6	...	68.5	88.9	74.8	63.2	76	2.103	57
56	613	...	577	79.0	...	67.7	88.3	73.9	62.0	75	2.034	56
55	595	...	560	78.5	...	66.9	87.9	73.0	60.9	74	1.979	55
54	577	...	543	78.0	...	66.1	87.4	72.0	59.8	72	1.917	54
53	560	...	525	77.4	...	65.4	86.9	71.2	58.6	71	1.855	53
52	544	500	512	76.8	...	64.6	86.4	70.2	57.4	69	1.806	52
51	528	487	496	76.3	...	63.8	85.9	69.4	56.1	68	1.744	51
50	513	475	481	75.9	...	63.1	85.5	68.5	55.0	67	1.689	50
49	498	464	469	75.2	...	62.1	85.5	67.6	53.8	66	1.648	49
48	484	451	455	74.7	...	61.4	84.5	66.7	52.5	64	1.600	48
47	471	442	443	74.7	...	60.8	83.9	65.8	51.4	63	1.551	47
46	458	432	432	73.6	...	60.0	83.5	64.8	50.3	62	1.510	46
45	446	421	421	73.1	...	59.2	83.0	64.0	49.0	60	1.462	45
44	434	409	409	72.5	...	58.5	82.5	63.1	47.8	58	1.420	44
43	423	400	400	72.0	...	57.7	82.0	62.2	46.7	57	1.386	43
42	412	390	390	71.5	...	56.9	81.5	61.3	45.5	56	1.351	42
41	402	381	381	70.9	...	56.2	80.9	60.4	44.3	55	1.317	41
40	392	371	371	70.4	...	55.4	80.4	59.5	43.1	54	1.282	40
39	382	362	362	69.9	...	54.6	79.9	58.6	41.9	52	1.248	39
38	372	353	353	69.4	...	53.8	79.4	57.7	40.8	51	1.213	38
37	363	344	344	68.9	...	53.1	78.8	56.8	39.6	50	1.186	37
36	354	336	336	68.4	(109.0)	52.3	78.3	55.9	38.4	49	1.158	36
35	345	327	327	67.9	(108.5)	61.5	77.7	55.0	37.2	48	1.124	35
34	336	319	319	67.4	(108.0)	50.8	77.2	54.2	36.1	47	1.096	34
33	327	311	311	66.8	(107.5)	50.0	76.6	53.3	34.9	46	1.062	33
32	318	301	301	66.3	(107.0)	49.2	76.1	52.1	33.7	44	1.034	32
31	310	294	294	65.8	(106.0)	48.4	75.6	51.3	32.5	43	1.007	31
30	302	286	286	65.3	(105.5)	47.7	75.0	50.4	31.3	42	979	30
29	294	279	279	64.7	(104.5)	47.0	74.5	49.5	30.1	41	951	29
28	286	271	271	64.3	(104.0)	46.1	73.9	48.6	28.9	41	924	28
27	279	264	264	63.8	(103.0)	45.2	73.3	47.7	27.8	40	903	27
26	272	258	258	63.3	(102.5)	44.6	72.8	46.8	26.7	38	876	26
25	266	253	253	62.8	(101.5)	43.8	72.2	45.9	25.5	38	855	25
24	260	247	247	62.4	(101.0)	43.1	71.6	45.0	24.3	37	834	24
23	254	243	243	62.0	100.0	42.1	71.0	44.0	23.1	36	814	23
22	248	237	237	61.5	99.0	41.6	70.5	43.2	22.0	35	793	22
21	243	231	231	61.0	98.5	40.9	69.9	42.3	20.7	35	779	21
20	238	226	226	60.5	97.8	40.1	69.4	41.5	19.6	34	758	20
(18)	230	219	219	...	96.7	...	...	...	...	33	731	(18)
(16)	222	212	212	...	95.5	...	...	...	...	32	703	(16)
(14)	213	203	203	...	93.9	...	...	...	...	31	676	(14)
(12)	204	194	194	...	92.3	...	...	...	...	29	648	(12)
(10)	196	187	187	...	90.7	...	...	...	...	28	621	(10)
(8)	188	179	179	...	89.5	...	...	...	...	27	600	(8)
(6)	180	171	171	...	87.1	...	...	...	...	26	579	(6)
(4)	173	165	165	...	85.5	...	...	...	...	25	552	(4)
(2)	166	158	158	...	83.5	...	...	...	...	24	531	(2)
(0)	160	152	152	...	81.7	...	...	...	...	24	517	(0)

Nota: Los valores entre paréntesis están fuera del rango recomendado y son sólo a modo informativo

Tabla: efecto de los elementos de aleación en las propiedades de los aceros

	Propiedades mecánicas								Propiedades magnéticas												
	Dureza	Resistencia a la tracción	Límite de fluencia	Alargamiento	Estricción	Resistencia al impacto	Elasticidad	Resistencia mecánica en caliente	Velocidad de enfriamiento	Formación de carburos	Resistencia al desgaste	Forjabilidad	Maquinabilidad	Oxidación superficial	Aptitud para nitrurar	Resistencia a la corrosión	Histeresis	Permeabilidad	Fuerza coercitiva	Magnetismo residual	Pérdida eléctrica (W)
Silicio	↑	↑	↑↑	↑	?	↑	↑↑↑	↑	↑	↑	↑↑↑	↑	↑	↑	↑	-	↑↑	↑↑	↑↑	-	↑↑
Manganeso en aceros perliticos	↑	↑	↑	?	?	?	↑	?	↑	?	↑↑	↑	↑	?	?	-					
Manganeso en aceros austeniticos	↑↑↑	↑	↑	↑↑↑	?	-	↑	↑↑	↑	-	↑↑↑	↑↑↑	↑↑↑	↑↑	-	-		No magnéticos			
Cromo	↑↑	↑↑	↑↑	↑	↑	↑	↑	↑↑↑	↑↑	↑	↑	-	-	↑↑↑	↑↑	↑↑↑			↑	↑↑	↑↑
Níquel en aceros perliticos	↑	↑	↑	?	?	?	-	↑	↑↑	-	↑↑	↑	↑	↑	-	-			↑↑	↑↑	↑↑
Níquel en aceros austeniticos	↑↑	↑	↓	↑↑↑	↑↑	↑↑↑	-	↑↑↑	↑↑	-	-	↑↑↑	↑↑↑	↑↑	↑↑↑	↑↑		No magnéticos			
Aluminio	-	-	-	-	↑	↑	-	-	-	-	-	-	-	↑↑	↑↑↑	-			↑↑	↑↑	↑↑
Tungsteno	↑	↑	↑	↑	↑	?	-	↑↑↑	↑↑	↑↑	↑↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑	-			↑↑	↑↑↑	↑↑↑
Vanadio	↑	↑	↑	?	?	↑	↑	↑↑	↑↑	↑↑↑	↑↑	-	-	↑	↑	↑					
Cobalto	↑	↑	↑	↑	↑	↑	-	↑↑	↑↑	-	↑↑↑	?	?	↓	-	-			↑↑	↑↑↑	↑↑↑
Molibdeno	↑	↑	↑	↑	↑	↑	-	↑↑	↑↑	↑↑↑	↑↑	↑	↑	↑↑	↑↑	-			↑		
Cobre	↑	↑	↑↑	?	?	?	-	↑	-	↑	-	?	?	?	↑	↑					
Azufre	-	-	-	↑	↑	↑	-	-	-	-	-	↑↑↑	↑↑↑	-	-	↓					
Fósforo	↑	↑	↑	↑	↑	↑↑↑	-	-	-	-	↑	↑↑	↑↑	-	-	-					

↑ Aumenta

↓ Disminuye

~ Constante

- Característica no conocida

Varias flechas: efecto más pronunciado

Tabla de pesos barras de acero

Medida		Peso - kg/m			Medida		Peso - kg/m	
Fración de pulgada	mm	○	□	⬡	Fración de pulgada	mm	○	□
1/4	6,35	0,25	0,32	0,27	4 1/8	104,78	67,68	86,18
5/16	7,94	0,39	0,49	0,43	4 1/4	107,95	71,85	91,48
3/8	9,53	0,56	0,71	0,62	4 3/8	111,13	76,13	96,94
7/16	11,11	0,76	0,97	0,84	4 1/2	114,30	80,55	102,56
1/2	12,70	0,99	1,27	1,10	4 5/8	117,48	85,08	108,33
9/16	14,29	1,26	1,60	1,39	4 3/4	120,65	89,75	114,27
5/8	15,88	1,55	1,98	1,71	4 7/8	123,83	94,53	120,36
11/16	17,46	1,88	2,39	2,07	5	127,00	99,44	126,61
3/4	19,05	2,24	2,85	2,47	5 1/4	133,35	109,63	139,59
13/16	20,64	2,63	3,34	2,90	5 1/2	139,70	120,32	153,20
7/8	22,23	3,05	3,88	3,36	5 3/4	146,05	131,51	167,45
15/16	23,81	3,50	4,45	3,85	6	152,40	143,20	182,32
1	25,40	3,98	5,06	4,39	6 1/4	158,75	155,38	197,83
1 1/16	26,99	4,49	5,72	4,95	6 1/2	165,10	168,06	213,98
1 1/8	28,58	5,03	6,41	5,55	6 3/4	171,45	181,23	230,75
1 3/16	30,16	5,61	7,14	6,18	7	177,80	194,91	248,16
1 1/4	31,75	6,22	7,91	6,85	7 1/4	184,15	209,08	266,20
1 5/16	33,34	6,85	8,72	7,56	7 1/2	190,50	223,74	284,88
1 3/8	34,93	7,52	9,58	8,29	7 3/4	196,85	238,91	304,19
1 7/16	36,51	8,22	10,47	9,06	8	203,20	254,57	324,13
1 1/2	38,10	8,95	11,40	9,87	8 1/4	209,55	270,73	344,70
1 9/16	39,69	9,71	12,36	10,71	8 1/2	215,90	287,39	365,91
1 5/8	41,28	10,50	13,37	11,58	8 3/4	222,25	304,54	387,75
1 11/16	42,86	11,33	14,42	12,49	9	228,60	322,19	410,22
1 3/4	44,45	12,18	15,51	13,43	9 1/4	234,95	340,34	433,33
1 13/16	46,04	13,07	16,64	14,41	9 1/2	241,30	358,98	457,07
1 7/8	47,63	13,98	17,80	15,42	9 3/4	247,65	378,13	481,44
1 15/16	49,21	14,93	19,01	16,46	10	254,00	397,77	506,45
2	50,80	15,91	20,26	17,54	10 1/4	260,35	417,90	532,09
2 1/16	52,39	16,92	21,54	18,66	10 1/2	266,70	438,54	558,36
2 1/8	53,98	17,96	22,87	19,81	10 3/4	273,05	459,67	585,27
2 3/16	55,56	19,03	24,23	20,99	11	279,40	481,30	612,81
2 1/4	57,15	20,14	25,64	22,20	11 1/4	285,75	503,42	640,98
2 5/16	58,74	21,27	27,08	23,45	11 1/2	292,10	526,05	669,78
2 3/8	60,33	22,44	28,57	24,74	11 3/4	298,45	549,17	699,22
2 7/16	61,91	23,63	30,09	26,06	12	304,80	572,78	729,29
2 1/2	63,50	24,86	31,65	27,41	12 1/2	317,50	621,51	791,33
2 9/16	65,09	26,12	33,26	28,80	13	330,20	672,23	855,90
2 5/8	66,68	27,41	34,90	30,22	13 1/2	342,90	724,93	923,01
2 11/16	68,26	28,73	36,58	31,68	14	355,60	779,62	992,64
2 3/4	69,85	30,08	38,30	33,17	14 1/2	368,30	836,30	1064,81
2 13/16	71,44	31,46	40,06	34,69	15	381,00	894,97	1139,51
2 7/8	73,03	32,88	41,86	36,25	15 1/2	393,70	955,63	1216,75
2 15/16	74,61	34,32	43,70	37,85	16	406,40	1018,28	1296,51
3	76,20	35,80	45,58	39,47	16 1/2	419,10	1082,92	1378,81
3 1/16	77,79	37,31	47,50	41,14	17	431,80	1149,54	1463,64
3 1/8	79,38	38,84	49,46	42,83	17 1/2	444,50	1218,16	1551,00
3 3/16	80,96	40,41	51,46	44,56	18	457,20	1288,76	1640,90
3 1/4	82,55	42,01	53,49	46,33	18 1/2	469,90	1361,36	1733,33
3 5/16	84,14	43,65	55,57	48,13	19	482,60	1435,94	1828,29
3 3/8	85,73	45,31	57,69	49,96	19 1/2	495,30	1512,51	1925,78
3 7/16	87,31	47,00	59,84	51,83	20	508,00	1591,07	2025,80
3 1/2	88,90	48,73	62,04	53,73	22	558,80	1925,19	2451,22
3 5/8	92,08	52,27	66,55	57,63				
3 3/4	95,25	55,94	71,22	61,68				
3 7/8	98,43	59,73	76,05	65,86				
4	101,60	63,64	81,03	70,18				

Peso específico del acero: 7,85 kg/dm³

Tabla de conversión de pulgadas a milímetros

Fracción de pulgada	mm	Fracción de pulgada	mm	Fracción de pulgada	mm	Fracción de pulgada	mm
1/32	0,79	1 11/32	34,13	3 5/16	84,14	13	330,20
1/16	1,59	1 3/8	34,93	3 3/8	85,73	13 1/4	336,55
3/32	2,38	1 13/32	35,72	3 1/2	88,90	13 1/2	342,90
1/8	3,18	1 7/16	36,51	3 5/8	92,08	13 3/4	349,25
5/32	3,97	1 15/32	37,31	3 3/4	95,25	14	355,60
3/16	4,76	1 1/2	38,10	3 7/8	98,43	14 1/4	361,95
7/32	5,56	1 17/32	38,89	4	101,60	14 1/2	368,30
1/4	6,35	1 9/16	39,69	4 1/4	107,95	14 3/4	374,65
9/32	7,14	1 19/32	40,48	4 1/2	114,30	15	381,00
5/16	7,94	1 5/8	41,28	4 3/4	120,65	15 1/4	387,35
11/32	8,73	1 21/32	42,07	5	127,00	15 1/2	393,70
3/8	9,53	1 11/16	42,86	5 1/4	133,35	15 3/4	400,05
13/32	10,32	1 23/32	43,66	5 1/2	139,70	16	406,40
7/16	11,11	1 3/4	44,45	5 3/4	146,05	16 1/4	412,75
15/32	11,91	1 25/32	45,24	6	152,40	16 1/2	419,10
1/2	12,70	1 13/16	46,04	6 1/4	158,75	16 3/4	425,45
17/32	13,49	1 27/32	46,83	6 1/2	165,10	17	431,80
9/16	14,29	1 7/8	47,63	6 3/4	171,45	17 1/4	438,15
19/32	15,08	1 29/32	48,42	7	177,80	17 1/2	444,50
5/8	15,88	1 15/16	49,21	7 1/4	184,15	17 3/4	450,85
21/32	16,67	1 31/32	50,01	7 1/2	190,50	18	457,20
11/16	17,46	2	50,80	7 3/4	196,85	18 1/4	463,55
23/32	18,26	2 1/16	52,39	8	203,20	18 1/2	469,90
3/4	19,05	2 1/8	53,98	8 1/4	209,55	18 3/4	476,25
25/32	19,84	2 3/16	55,56	8 1/2	215,90	19	482,60
13/16	20,64	2 1/4	57,15	8 3/4	222,25	19 1/4	488,95
27/32	21,43	2 5/16	58,74	9	228,60	19 1/2	495,30
7/8	22,23	2 3/8	60,33	9 1/4	234,95	19 3/4	501,65
29/32	23,02	2 7/16	61,91	9 1/2	241,30	20	508,00
15/16	23,81	2 1/2	63,50	9 3/4	247,65	20 1/4	514,35
31/32	24,61	2 9/16	65,09	10	254,00	20 1/2	520,70
1	25,40	2 5/8	66,68	10 1/4	260,35	20 3/4	527,05
1 1/32	26,19	2 11/16	68,26	10 1/2	266,70	21	533,40
1 1/16	26,99	2 3/4	69,85	10 3/4	273,05	21 1/4	539,75
1 3/32	27,78	2 13/16	71,44	11	279,40	21 1/2	546,10
1 1/8	28,58	2 7/8	73,03	11 1/4	285,75	21 3/4	552,45
1 5/32	29,37	2 15/16	74,61	11 1/2	292,10	22	558,80
1 3/16	30,16	3	76,20	11 3/4	298,45	22 1/4	565,15
1 7/32	30,96	3 1/16	77,79	12	304,80	22 1/2	571,50
1 1/4	31,75	3 1/8	79,38	12 1/4	311,15	22 3/4	577,85
1 9/32	32,54	3 3/16	80,96	12 1/2	317,50	23	584,20
1 5/16	33,34	3 1/4	82,55	12 3/4	323,85		

Conversión de magnitudes físicas

	Para convertir	En	Multiplicar por
Longitud	pulgada	milímetro	25,4
	milímetro	pulgada	0,03937
	pie	metro	0,3048
	metro	pie	3,28084
Superficie	pulgada cuadrada	milímetro cuadrado	645,16
	milímetro cuadrado	pulgada cuadrada	0,00155
	pie cuadrado	metro cuadrado	0,09290304
	metro cuadrado	pie cuadrado	10,76391
Peso (fuerza)	libra (av)	kilogramo fuerza	0,45359237
	kilogramo fuerza	libra (av)	2,2046225
	tonelada (sh)	tonelada (met) tonelada	0,9071847
	tonelada (met)	(sh)	1,102311
	tonelada (lg)	tonelada (met) tonelada	1,016047
	tonelada (met)	(lg)	0,984206
	Newton	kilogramo fuerza	0,1019716
	kilogramo fuerza	Newton	9,80665
Peso/Longitud	libra/pie	kg/metro	1,488164
	kg/metro	libra/pie	0,67197
Peso/Área (Presión, Tensión)	libra/pulgada cuadrada	kg/mm cuadrado	0,00070307
	kg/mm cuadrado	libra/pulgada cuadrada	1422,3343
	MPa	kg/mm cuadrado	0,1019716
	kg/mm cuadrado	MPa	9,80665
	p.s.i.	MPa	0,006894758
	MPa	p.s.i.	145,0377
Peso Volumen (Peso específico)	libra/pulgada cúbica	gramo/cm cúbico	27,6799
	gramo/cm cúbico	libra/pulgada cúbica	0,036127
Temperatura	°Fahrenheit	°Celsius	5/9. (°F-32)
	°Celsius	°Fahrenheit	9/5 °C + 32

Notas:

(av) avoir dupois

(sh) short - 2000 libras

(lg) long- 2240 libras

(met) métrica

Sistema Métrico Legal Argentino (SIMELA)

Unidad de base

Magnitud	Unidad	Símbolo
Longitud	metro	m
Masa	kilogramo	kg
Tiempo	segundo	s
Intensidad de corriente eléctrica	ampere	A
Temperatura termodinámica	kelvin	K
Intensidad luminosa	candela	cd
Cantidad de materia	mol	mol

Unidades suplementarias

Magnitud	Unidad	Símbolo
Ángulo plano	radian	rad
Ángulo sólido	estereoradian	sr

Unidades derivadas

Magnitud	Unidad	Símbolo
Superficie	metro cuadrado	m ²
Volumen	metro cúbico	m ³
Frecuencia	hertz	Hz=s ⁻¹
Densidad	kilogramo por metro cúbico	kg/m ³
Velocidad	metro por segundo	m/s
Velocidad angular	radián por segundo	rad/s
Aceleración	metro por segundo cuadrado	m/s ²
Aceleración angular	radián por segundo cuadrado	rad/s ²
Fuerza	Newton	N=kg·m/s ²
Presión (tensión mecánica)	Pascal	Pa=N/m ²
Viscosidad cinemática	metro cuadrado por segundo	m ² /s
Viscosidad dinámica N·s/m ²	Newton-segundo por m cuadrado	N·s/m ²
Trabajo, energía, cantidad de calor	Joule	J=N·m
Potencia	Watt	W=J/s
Cantidad de electricidad	Coulomb	C=A·s
Tensión eléctrica, diferencia de potencial	Volt	V=W/A
Intensidad de campo eléctrico	Volt por metro	V/m
Resistencia eléctrica	ohm	R=V/A
Conductancia eléctrica	siemens	S=W ⁻¹
Capacidad eléctrica	farad	F=A·s/V
Flujo de inducción magnética	weber	Wb=V·s
Inductancia	henry	H=V·s/A
Inducción magnética	tesla	T=Wb/m ²
Intensidad de campo magnético	ampere por metro	A/m
Fuerza magnetomotriz	ampere	A
Flujo luminosos	lumen	lm=cd·sr
Luminancia	candela por m cuadrado	cd/m ²
Iluminación	lux	lx=lm/m ²
Número de ondas	uno por metro	m ⁻¹
Entropía	joule por kelvin	J/K
Calor específico	joule por kilogramo kelvin	J/(kg·K)
Conductividad térmica	watt por metro kelvin	W/(m·K)
Intensidad energética	watt por estereo-radian	W/sr
Actividad (de una fuente radioactiva)	becquerel	s ⁻¹

Formación de múltiplos y submúltiplos

Factor por el que se multiplica la unidad	Prefijo	Símbolo
10 ¹²	tera	T
10 ⁹	giga	G
10 ⁶	mega	M
10 ³	kilo	k
10 ²	hecto	h
10 ¹	deca	da
10 ⁻¹	deci	d
10 ⁻²	centi	c
10 ⁻³	mili	m
10 ⁻⁶	micro	μ
10 ⁻⁹	nano	n
10 ⁻¹²	pico	p
10 ⁻¹⁵	femto	f
10 ⁻¹⁸	atto	a

Litro: nombre especial que puede darse al decímetro cúbico en tanto y cuanto no exprese resultados de medidas de volumen de alta precisión.

Grado Celsius: puede utilizarse para expresar un intervalo de temperatura en lo que es equivalente al kelvin.

NOTAS

A series of horizontal dotted lines for writing notes, spanning the width of the page.

ArcelorMittal Acindar

Servicio de Asistencia Comercial

0800-444-ACINDAR (2246)

(54 11) 4616 9300

sac.acindar@arcelormittal.com.ar

www.acindar.com.ar

