

SEGURIDAD EN RECTIFICADORAS CILINDRICAS DE EXTERIORES

LORENZ MURO Javier

Ingeniero técnico mecánico
Técnico de seguridad.

G. T. P. de Higiene y Seguridad del
Trabajo de Guipúzcoa.

INTRODUCCION

De todos es conocido el gran avance tecnológico que ha experimentado la máquina-herramienta en general, llámese control numérico, aumento del grado de automatización, incremento de las velocidades de trabajo, mejora de precisión, etc.

Todos estos avances o cambios sufridos, tienen grandes implicaciones en la Seguridad e Higiene en el Trabajo. En principio parece que la automatización aumenta la seguridad de las máquinas en general por:

- Reducir las intervenciones del operario.
- Por permitir proteger el punto de operación.

Sin embargo hay que destacar que en las máquinas semiautomáticas hay intervenciones, particularmente las de alimentación de máquina, que revisten especial peligrosidad.

En cuanto al incremento de las velocidades de trabajo, obliga a estudiar nuevos medios de protección. Hay que tener en cuenta que, en algunos casos, se emplean hoy velocidades de corte 100 veces superiores a las de principio de siglo.

En el presente estudio, vamos a tratar, la seguridad en rectificadoras y más en concreto, las RECTIFICADORAS CILINDRICAS DE EXTERIORES.

Estas máquinas de gran uso en los talleres, se utilizan para la mecanización periférica de superficies de revolución, girando alrededor de su eje entre dos puntos (ver figura 1.a y 1.b).

El útil de trabajo o herramienta en este caso son las muelas abrasivas, cuya función es lograr:

- El acabado final de las piezas, bajo unas tolerancias de uso muy determinadas.

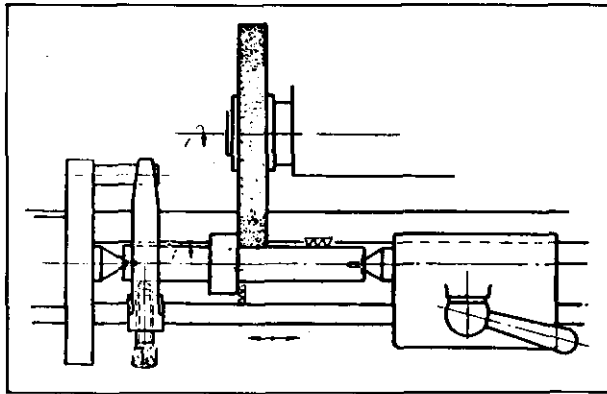


FIGURA 1a: Rectificado de pieza cilíndrica

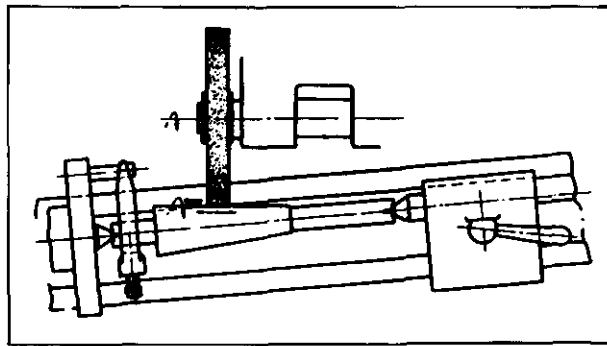


FIGURA 1b: Rectificado de pieza cónica con inclinación de mesa

— El calibrado de desbastes, que son objeto de recuperación de ciertos fabricados.

ANTECEDENTES HISTORICOS

Las rectificadoras, tienen como características que las diferencian entre las demás máquinas - herramientas las siguientes:

1. Existe una gran desproporción entre el tamaño de la pieza que se mecaniza y la máquina. Esto es debido a la absoluta necesidad de evitar totalmente las vibraciones que podrían impedir obtener la precisión que se exige en el acabado final de las piezas.
2. Los esfuerzos de corte de estas máquinas, son muy inferiores a los del resto de máquinas-herramientas y en muchos casos no llegan a un kilogramo por cm^2 . Por eso, sus órganos de movimien-

to, se calculan para resistir las altas velocidades a que se someten y no a las presiones de corte, reduciendo así, todo lo posible, los rozamientos, para obtener mayor rendimiento de la máquina.

3. La herramienta, en este caso la muela, gira a velocidades muy superiores a las de cualquier otra máquina-herramienta, ya que es corriente superar las 15.000 y 20.000 r.p.m. En rectificadoras de interiores se superan a veces las 60.000 r.p.m.

Por otra parte en los últimos años, las velocidades periféricas de las muelas, han ido aumentando de 23, 28, 30 m/s a otras muy superiores de 45, 60, 80, 100 y 125 m/s, lo cual nos lleva a plantearnos la protección de estas máquinas, desde el punto de vista de gravedad del accidente.

ASPECTOS DE SEGURIDAD

En el aspecto global de la rectificadora cilíndrica, en cuanto a su seguridad e higiene, lo vamos a dividir en varios apartados:

- a) Seguridad de partes móviles, palancas, volantes, transmisiones, ejes, etc.
- b) Movimiento de mesas y desplazamiento de cabezales.
- c) Protección de la muela.
- d) Control de la velocidad de la muela.
- e) Protección del punto de operación.
- f) Seguridad en parte eléctrica, electrónica, neumática e hidráulica.
- g) Desprendimiento de polvo, humos nieblas, etc., refrigerantes.
- h) Seguridad a nivel de operación.
- i) Mantenimiento preventivo.

MEDIOS DE PROTECCION

Transmisiones, ejes, volantes, palancas, etc.

Todos los ejes y transmisiones, husillos, etc., deberán estar protegidos tal y como indica el PNE 81600, por protecciones fijas y telescópicas.

A la hora de proteger los volantes y palancas de la mesa, hay que hacer un análisis de los movimientos y funciones de la mesa y cabezal de la muela (ver figura 2).

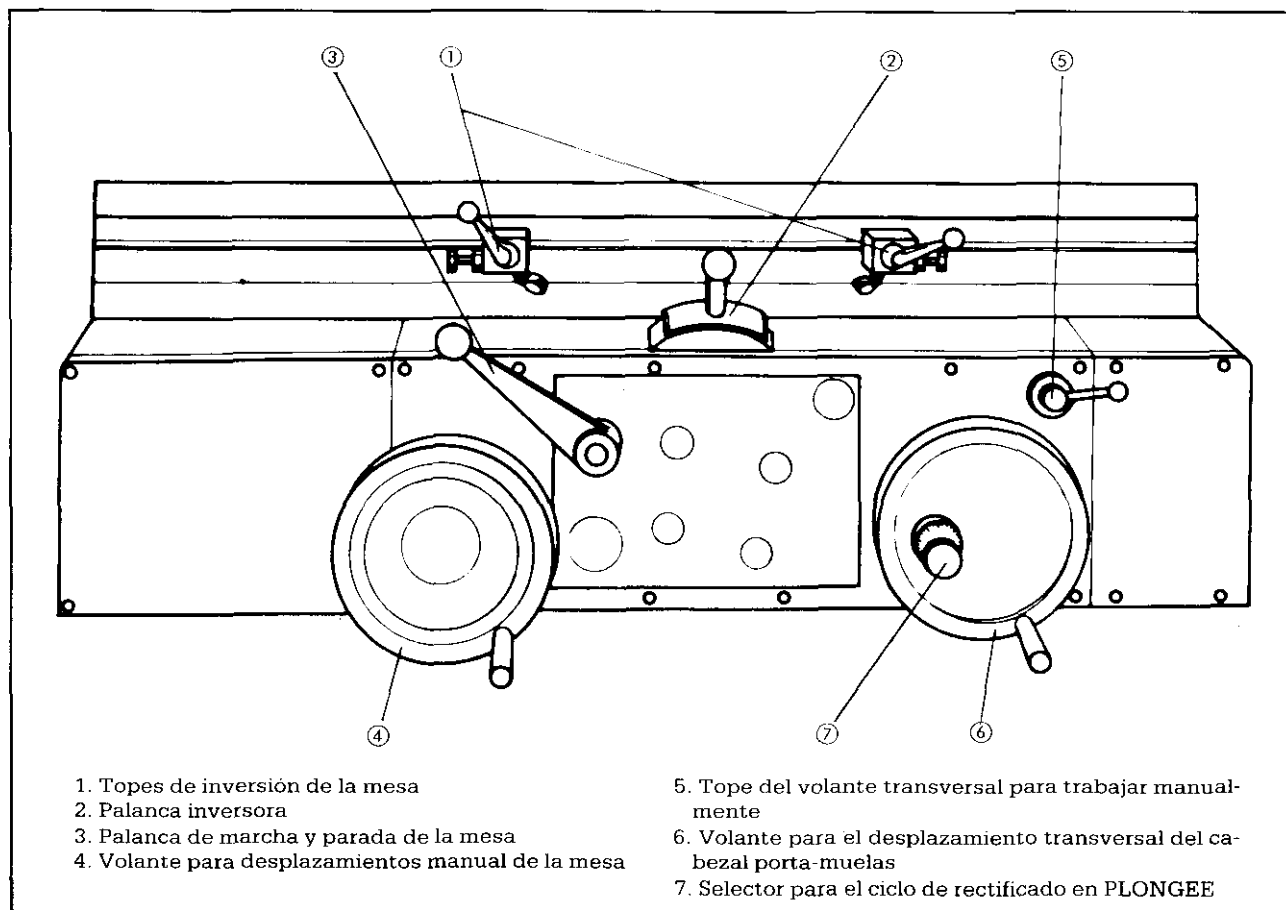


FIGURA 2

Las rectificadoras cilíndricas tienen estos movimientos:

- Movimiento de avance por desplazamiento alternativo de la pieza, en las rectificadoras de mesa móvil o de la muela en las rectificadoras de carro portamuelas móvil.
- Movimiento de corte por rotación rápida de la muela y lenta de la pieza en el mismo sentido.
- Movimiento de penetración por desplazamiento transversal de la muela.

Con el fin de que el volante de la mesa (movimiento longitudinal), no quede girando en ciclo automático, deberá cumplir lo siguiente:

El movimiento longitudinal de la mesa deberá estar supeditado a que el volante se desembrague para pasar de automático a manual o viceversa, de-

biendo ser dependiente el movimiento de la mesa a su desembrague y en condición totalmente segura. Normalmente el desembrague de los volantes son de accionamiento mecánico, hidráulico, eléctrico o mixtos.

Cuando se trabaja a plongée, debido a que el movimiento de penetración es muy rápido y se puede llegar a golpear la muela contra la pieza, bien por fallo del programa o por descuido del operario durante la programación, se deberá instalar un detector de seguridad de contacto de muela-pieza. Esto puede realizarse instalando un detector de potencia, de forma que corte la fuente de alimentación de aproximación de muela, cuando se realiza de forma brusca. Otra forma es instalando un detector por ultrasonidos. El elemento informa al control el punto de contacto muela-pieza. El control a su vez procesa si este contacto se ha realizado en la zona del

avance correcto. En caso contrario retrocede la muela al punto de origen. (Ver figura 3).

El volante manual para el movimiento transversal del cabezal de la muela, tiene una velocidad tan pequeña que el riesgo del mismo es prácticamente nulo.

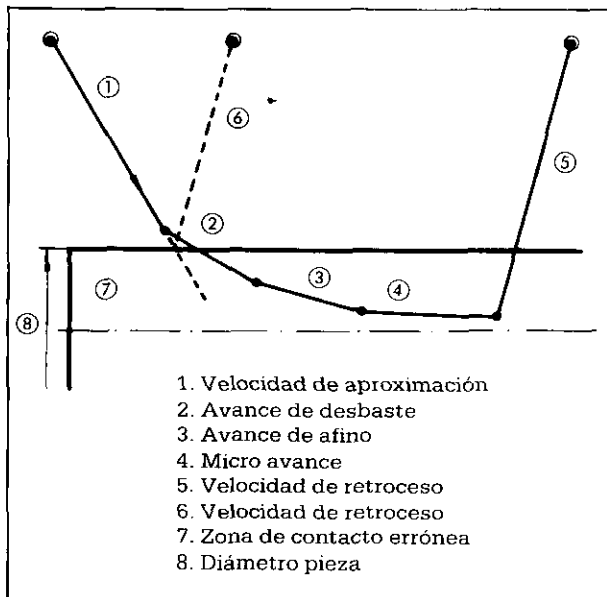


FIGURA 3

En las rectificadoras cilíndricas de exteriores de gran producción, estos volantes han sido sustituidos por un panel, el cual lleva incorporado el CN de la máquina (ver figura 10).

Movimiento de mesas y cabezales

Las guías de los desplazamientos de las mesas y cabezales, deberán estar protegidos con protecciones telescópicas, o bien bandejas fijas. Igualmente los topes inversores de los desplazamientos de las mesas, por diseño de la propia máquina, deberán estar protegidos, en evitación de golpes, cortes y atrapamientos.

Protección de la muela

La protección de la muela es fundamental y necesaria para todos los tipos de velocidades, ya sean pequeñas o grandes.

Hay dos aspectos en la seguridad de la muela:

- Uno referido a la resistencia de la propia muela.

- El otro es debido a la protección idónea, que debe tener para prevenir accidentes en caso de rotura.

Durante el trabajo, la muela es solicitada por los esfuerzos producidos por la sujeción de la misma.

Los esfuerzos producidos por el trabajo de corte, son muy pequeños y no se considerarán desde el punto de vista de seguridad. Los esfuerzos debidos a un montaje o sujeción incorrecta, así como el par de apriete inadecuado, pueden dar lugar a la rotura de la muela. En las figuras 4-a-b y c se representan métodos de montaje de muelas abrasivas.

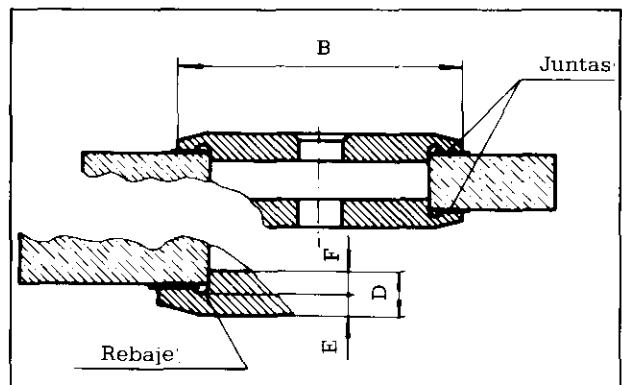


FIGURA 4a: Brida recta de acoplamiento

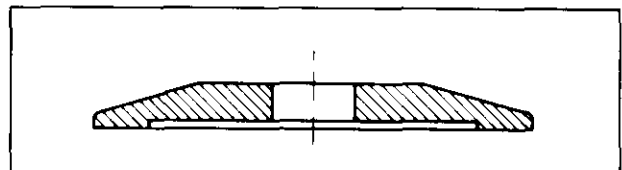


FIGURA 4b: Brida recta

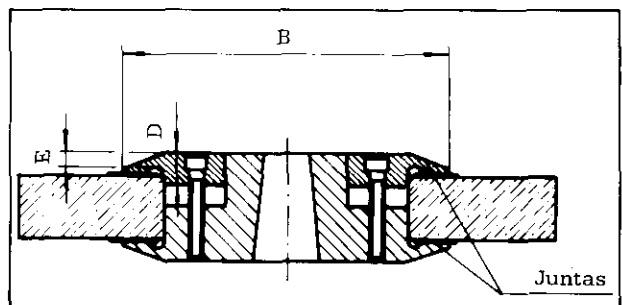


FIGURA 4c: Bridas rectas de manguito

Respecto al par de apriete a aplicar en las bridas, bien si están sujetas por un eje y tuerca central o por una corona de tornillos, está desarrollado en comunicación presentada por este autor en el X Congreso Nacional de Medicina, Higiene y Seguridad en Trabajo celebrado en Granada.

Los esfuerzos producidos por la fuerza centrífuga, son proporcionales al cuadrado de la velocidad de rotación. La velocidad a la cual se presenta la rotura de la muela, es una característica importante en la misma, desde el punto de vista de seguridad y la relación entre dicha velocidad y el funcionamiento en trabajo, viene a representar el grado de seguridad de una muela.

Las normas más difundidas en Europa, señalan que la velocidad de rotura de una muela debe ser de 1,5 a 2 veces la velocidad de utilización, lo que representa en términos de esfuerzos o tensiones en la muela, un coeficiente de seguridad comprendido entre 2,25 y 4, debiendo cubrir los esfuerzos anormales que se produzcan en el trabajo. A este respecto, se ha recurrido a diseños de muelas especiales, con el objeto de reducir las tensiones de trabajo en la zona del diámetro interior de la muela.

En cuanto a lo relativo a la protección, hay que tener en cuenta, además de la velocidad de la muela, la energía cinética de los fragmentos producidos en caso de rotura. La energía cinética es función de la velocidad y de la masa de la muela.

CONTROL DE VELOCIDAD DE MUELA

Cuando una muela se gasta, con el fin de mantener constante la velocidad periférica, se puede aumentar el número de r.p.m. Por otra parte, cuando se monta una muela en una máquina de velocidad variable, debe tenerse en cuenta que el mecanismo de regulación, no haya quedado en el punto correspondiente al trabajo de la muela gastada, que se acaba de quitar y al colocar la muela nueva se corresponda con la velocidad más alta.

El control de velocidades en las rectificadoras convencionales, se realiza por el cambio de correas y poleas, debiendo vigilar el desgaste excesivo de las mismas, así como que estén limpias de virutas y otros elementos extraños.

En las rectificadoras cilíndricas de producción, el cambio de velocidad es por medio de un selector, que actúa directamente sobre el motor.

Por otra parte existen máquinas semiautomáticas que tienen dos velocidades, baja y alta. Con la

velocidad baja no hay riesgo, ya sea con muela gastada o nueva.

Con el fin de evitar el riesgo de rotura de muela, por uso inadecuado de la velocidad periférica, se tendrá presente lo siguiente:

a) Comprobar la velocidad de eje de la rectificadora y de la propia muela en el momento de su instalación, tanto en las rectificadoras nuevas como en las modificadas.

b) Comprobar la velocidad del eje de la muela, cada vez que se cambian las poleas o bien se ajusta la velocidad manualmente para compensar el desgaste de la muela (en rectificadoras con poleas o correas ajustables). En el caso de recambio de una polea o motor de transmisión del eje de muela rectificadora o ambos, la velocidad del eje de la muela deberá ser nuevamente comprobada.

c) En las rectificadoras cilíndricas convencionales y de producción de velocidad variable, deben tener un sistema de control de velocidad en función del gasto o disminución del diámetro de muela, de forma que la velocidad periférica de ésta en m/s nunca llegue a superarse.

Entre los sistemas de posible utilización, para dicho control, se relacionan los siguientes:

– Dispositivo variador de velocidad por medio de un conjunto de levas y potenciómetro, que están en contacto con el motor y que a través de un circuito que lleva incorporado sus finales de carrera con sus correspondientes pulsadores, se pueden graduar dando más potencia a medida que la muela disminuye.

– Otra forma de controlar la velocidad, es instalando un final de carrera en el desplazamiento del carro de la muela. Esto requiere que el primer control o contacto al colocar la muela, se haga manualmente, después él actúa automáticamente.

– Además existe un control mecánico mediante palanca y varilla, que suele ir instalado en la protección del flanco de la muela. En el momento en que la varilla hace contacto o entra en un micro instalado en el otro flanco, nos para la muela.

En las rectificadoras de una velocidad, los sistemas de control de velocidad controlan el paro de la máquina, cuando la muela está gastada. El control suele ser visual y con mando manual.

En los tres métodos señalados anteriormente, se requiere el control del operario, bien sea al prin-

cipio del trabajo o durante el mismo, ya que es necesario un control visual, de aquí, la importancia que tiene, la formación y responsabilidad de los operadores.

El diseño más seguro y eficaz de la protección de la muela es el de la figura 5, donde se señala la máxima abertura angular sobre la periferia y flancos de la muela, que han de tener los protectores de las rectificadoras cilíndricas, no debiendo exceder de 180 grados la parte de muela sin proteger. Esta abertura se iniciará en un punto que no esté a más de 65 grados sobre el plano horizontal del eje.

La regulación de los protectores debe realizarse a medida que decrece el diámetro de la muela, no debiendo existir más de 6 mm de distancia entre la muela y la lengüeta ajustable.

En las figuras 6 y 7 se aprecian las formas, correcta e incorrecta, de regulación.

La calidad de los materiales, va en función de las velocidades periféricas, del diámetro y espesor de muela. Así en el PNE 81609 se señala la calidad, característica del material, espesor lateral y periférica de la protección (ver figura 8 con su tabla correspondiente).

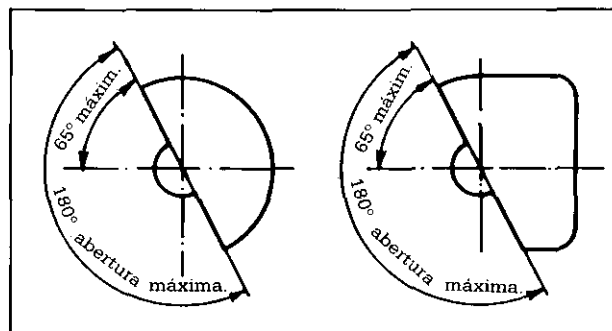


FIGURA 5

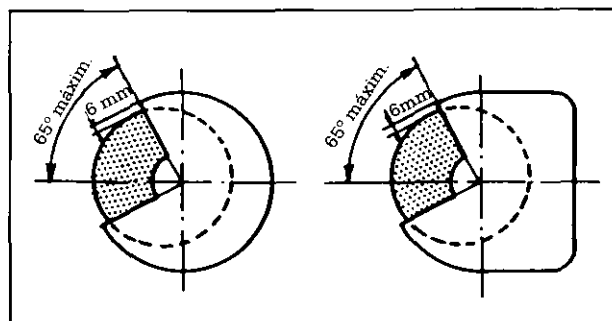


FIGURA 6

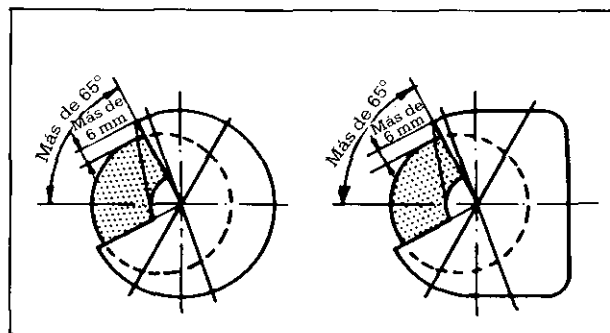


FIGURA 7

Protección del punto de operación

El grado de protección de la zona de trabajo dependerá sobre todo de la naturaleza del trabajo para el que la rectificadora ha sido diseñada y del grado de automatización de la misma.

Dentro de la protección del punto de operación de las rectificadoras cilíndricas, vamos a considerar los siguientes casos:

1) Cuando exista ciclo automático con intervención manual, en cuyo caso se deberá disponer de:

a) Un resguardo tipo barrera de acero de construcción de 6 mm mínimo de espesor que separe la muela del punto de operación.

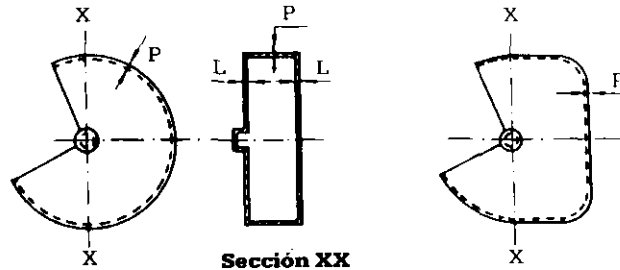
Esta barrera puede ser accionada de forma mecánica, eléctrica, neumática, hidráulica o combinación de los mismos. El movimiento de la misma puede ser horizontal o vertical.

Esta barrera entrará en funcionamiento en el momento que la muela retrocede al punto de partida. Para quitar la barrera se requiere que el resguardo exterior esté totalmente cerrado y envíe la señal de no riesgo a la barrera. Una vez que ésta es retirada, la muela inicia su recorrido hasta el punto de operación. (Ver figura 9).

b) Un resguardo con enclavamiento accionado por cualquier sistema de energía y con el siguiente ciclo:

- Cuando el resguardo está cerrado dará la señal de ausencia de peligro, quedando el resguardo enclavado y sin posibilidad de apertura. (Ver figura 10).

- Cuando se acaba el ciclo de trabajo, el resguardo se desenclava para la apertura del mismo.



**ESPESORES MINIMOS RECOMENDADOS EN LOS ELEMENTOS PERIFERICOS
Y LATERALES PARA PROTECCIONES DE SEGURIDAD**

P - Periférico

L - Lateral

Material utilizado como protec.	Espesor máximo de la muela mm.	DIAMETRO MAXIMO DE LA MUELA EN mm.													
		63 a 150		150 a 300		300 a 400		400 a 500		500 a 600		600 a 750		750 a 1250	
		P	L	P	L	P	L	P	L	P	L	P	L		
Hierro fundido (Minima resistencia a la tracción 21Kg/mm ²) (1)	50	6	6	10	8	13	10	16	13	22	16	25	19	32	25
	100	8	8	10	8	13	10	20	16	25	16	29	19	35	25
	160	10	8	13	11	16	13	25	16	29	19	32	22	38	29
	200	-	-	16	14	22	19	25	19	29	19	32	22	38	29
	250	-	-	19	17	22	19	25	19	29	19	32	22	38	29
	400	-	-	-	-	29	25	31	25	33	25	37	27	44	35
500	-	-	-	-	-	-	35	29	35	29	38	35	50	41	
Fundición maleable (Minima resistencia a la tracción 35 Kg/mm ²) (2)	50	6	6	10	8	13	10	16	13	19	16	22	19	25	22
	100	8	8	10	8	13	10	16	13	19	16	22	19	29	22
	160	10	8	13	11	16	13	19	16	22	16	25	19	32	22
	200	-	-	13	11	16	13	19	16	22	16	25	19	32	22
	250	-	-	13	11	16	13	19	16	22	16	25	19	32	22
	400	-	-	-	-	21	17	21	17	25	19	29	22	35	25
500	-	-	-	-	-	-	22	19	25	19	29	22	38	29	
Acero fundido (Minima resistencia a la tracción 42 Kg/mm ²) (3)	50	6	6	8	8	10	10	13	11	16	13	19	16	22	19
	100	6	6	13	13	13	13	14	13	16	13	19	16	25	19
	160	10	6	19	16	19	16	19	16	21	17	21	17	29	19
	200	-	-	22	19	22	19	22	19	22	19	23	21	35	25
	250	-	-	25	22	25	22	25	22	30	24	29	25	37	27
	400	-	-	-	-	32	27	32	29	32	29	32	29	46	37
500	-	-	-	-	-	-	35	32	35	32	37	33	52	43	
Acero para construcción (Minima resistencia a la tracción 42 Kg/mm ²) (3)	50	4	2	8	6	8	6	8	6	8	6	10	8	13	10
	100	4	2	10	8	10	8	10	8	10	8	10	8	13	10
	160	5	5	13	10	11	10	11	10	11	10	11	10	19	13
	200	-	-	13	10	14	11	14	11	14	11	16	13	19	13
	250	-	-	14	11	16	13	16	13	16	13	16	13	22	16
	400	-	-	-	-	16	14	19	16	19	16	21	17	27	21
500	-	-	-	-	-	-	21	17	21	17	22	19	30	24	

Nota: Las recomendaciones son guías dadas para las condiciones señaladas. Otros materiales, diseño o dimensiones que ofrezcan una protección igual o superior, son también aceptables.

1) Material satisfactorio para velocidades hasta e incluyendo 33 m/s.

2) Material satisfactorio para velocidades hasta e incluyendo 45 m/s.

3) Material satisfactorio para velocidades hasta e incluyendo 80 m/s.

FIGURA 8

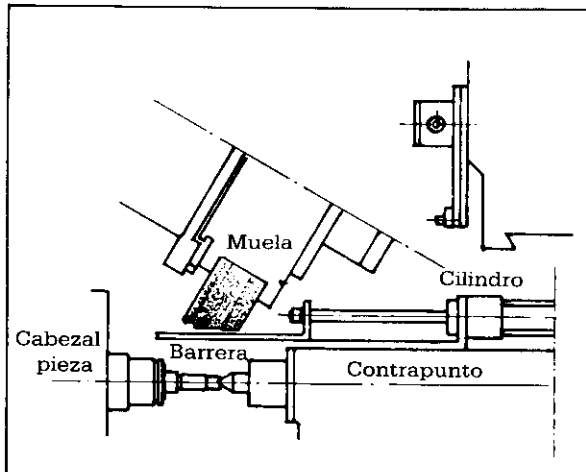


FIGURA 9 : Detalle de la barrera protectora entre muela y pieza.

– Durante el ciclo de trabajo de la rectificadora no es posible abrir la puerta. (Ver figura 11 con detalle de enclavamiento de puerta).

2) En caso de que la rectificadora no tuviera resguardo con enclavamiento, deberá tener lo siguiente:

- Un resguardo tipo barrera igual que lo indicado en el apartado a.
- Un resguardo asociado al mando de accionamiento de la rectificadora de forma que:
- La rectificadora no pueda funcionar hasta que el resguardo esté cerrado.
- El cierre del resguardo inicia el funcionamiento secuencial de la rectificadora.

– El resguardo no queda bloqueado en la posición del cierre cuando la máquina está funcionando, pero si se abre, deberá anular el ciclo de trabajo y/o enviar la muela a su posición inicial.

Iniciado el ciclo de trabajo de la rectificadora mediante el cierre del resguardo, el operario normalmente lo mantiene cerrado hasta que la operación finalice y entonces lo abre a veces ayudado por un resorte recuperador.

Este tipo de resguardo asociado al mando es particularmente recomendado para trabajos de rectificado de ciclos cortos.

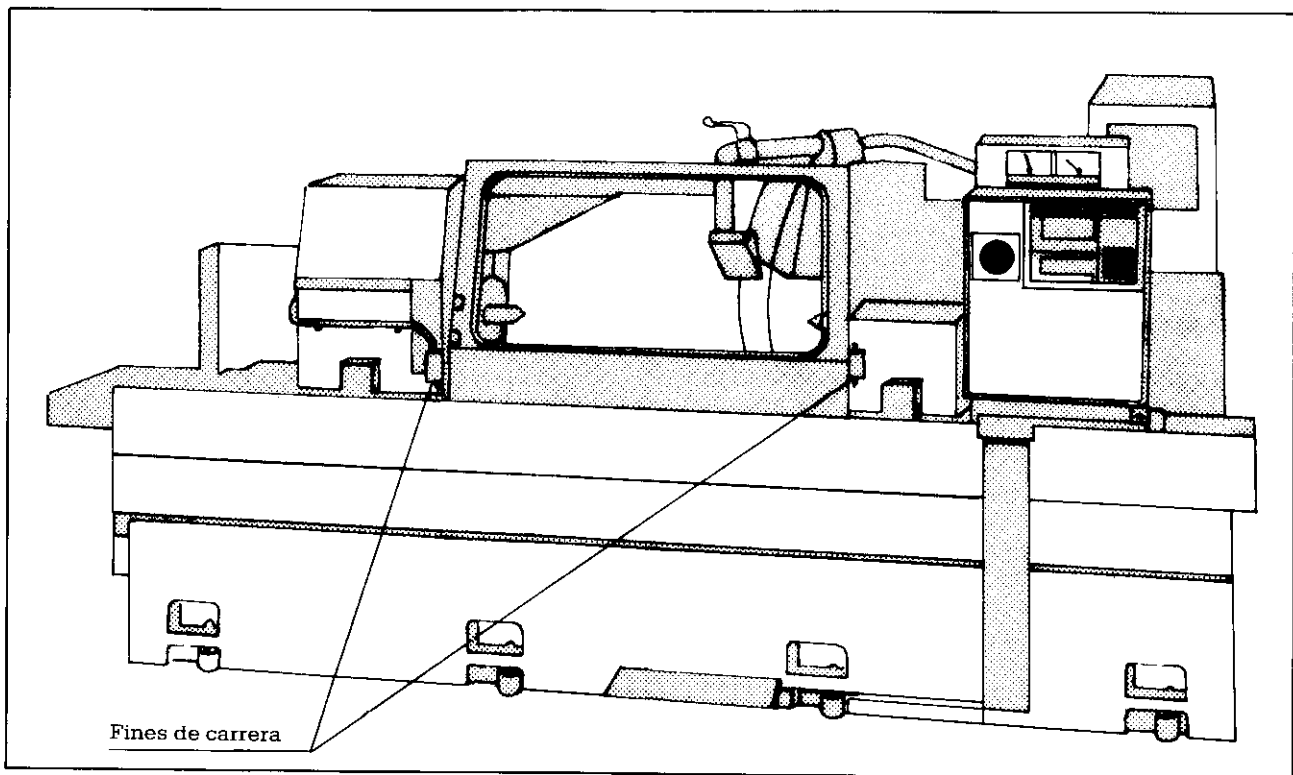


FIGURA 10 : Rectificadora de exteriores con pantalla de protección y fines de carrera.

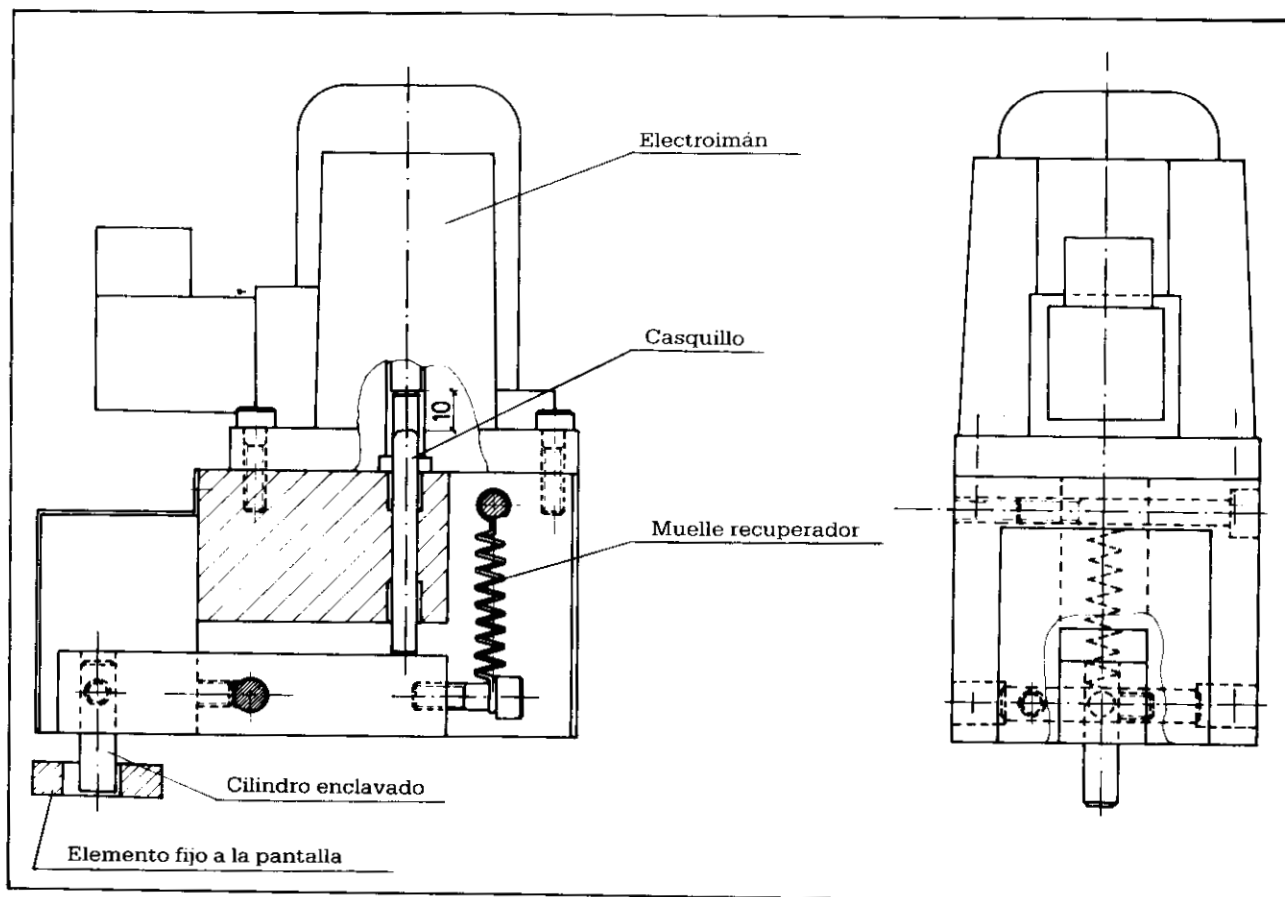


FIGURA 11: Enclavamiento de puerta.

3) En caso de ciclo automático con alimentación y expulsión de pieza de forma automática, se deberá cumplir lo siguiente:

- a) Se dispondrá de un resguardo con enclavamiento según se indica en el caso 1, apartado b.
- b) No es necesario que se utilice un resguardo tipo barrera de protección entre muela y punto de operación, pero sin embargo, sería conveniente que la rectificadora lo llevase para trabajos como: ajuste de apoyos, ajuste de máquina, examen de la pieza entre puntos, etc.

Seguridad en parte eléctrica, electrónica, neumática e hidráulica

Equipo eléctrico

El equipo eléctrico deberá ir de acuerdo con la

UNE 20.416, el Reglamento Electrotécnico para baja tensión y, en lo que le corresponda de otras normas eléctricas, de UNE. Además deberá cumplir con lo siguiente:

Los circuitos de los órganos que no estén fijados directamente sobre la estructura de la rectificadora, como son los mandos a distancia o pupitre móvil, deben estar concebidos y realizados de tal manera que una puesta en cortocircuito o de corte de los conductores de la canalización flexible, o bien un cortocircuito entre un conductor y masa, no puedan originar la puesta en marcha intempestiva o la imposibilidad de parar la máquina.

Equipo electrónico

Los elementos discretos y/o integrados instalados en circuitos impresos y que se presentan

como módulos independientes, deberán tener sus salidas separadas galvánicamente. Se elegirán aquellos sistemas más inmunes a las interferencias y los más insensibles a las perturbaciones, por ejemplo CMOS en bajas tensiones de trabajo (ver también UNE 81.600, apartado 6.5.5.).

Cuando la función de mando sea efectuada por un equipo electrónico (por ejemplo por medio de autómatas) se deberá cumplir lo siguiente:

- a) La señal de inicio de ciclo deberá ser manual, dicha señal irá de forma independiente por una parte el equipo electrónico y por otra parte permitirá actuar al equipo de potencia o de mando. El inicio del ciclo sólo se podrá efectuar cuando las condiciones de seguridad con relación al personal estén cumplidas.
- b) La orden de paro que pueda ser generada por un dispositivo de protección deberá actuar de tal forma que su acción sea prioritaria, directa y eficaz sobre los elementos que ordenan el paro cualesquiera que sea el estado de las órdenes de salida emanadas por el equipo electrónico.

Equipo hidráulico

El equipo hidráulico se adecuará en los puntos que le corresponda a la norma ISO 4.413 "Transmisiones hidráulicas. Reglas generales para la instalación de transmisión y de mando" y del Vigente Reglamento de Recipientes a Presión, cumpliendo además los siguientes requisitos:

- a) Los equipos hidráulicos que permitan dos velocidades a los elementos móviles de trabajo (p.e. velocidad de aproximación y de trabajo) deben estar equipados con un dispositivo que permita el paso del avance rápido a la marcha lenta por corte y no por excitación del mando del distribuidor correspondiente.
- b) Cuando el engrase de las partes de la rectificadora (p.e. el cabezal) se efectúa por medio del fluido hidráulico de mando, deberá garantizarse que:

- No puedan ponerse en marcha dichas partes, si la función de engrase no está garantizada.
- Durante la parada de dichos elementos, deberá mantenerse la función de engrase.
- En caso de fallo de la presión de engrase, la rectificadora deberá pararse.

Equipo neumático

El equipo neumático deberá cumplir lo siguiente:

- a) El fabricante incluirá en el libro de instrucciones el esquema del circuito neumático, con la simbología según ISO 1.219/76, con las instrucciones necesarias para la comprensión de sus funciones características, de forma de regulación, así como cualquier otra indicación necesaria para su mantenimiento.
- b) El equipo neumático tal como canalizaciones rígidas, flexibles, distribuidores, etc., se concebirá, construirá, montará y fijará de forma que asegure la normal vinculación del fluido, resista las sobrepresiones de funcionamiento y las sollicitaciones mecánicas o de otra índole que puedan presentarse como p.e. vibraciones, flexiones repetidas, etc.
- c) La presión de alimentación será necesaria para asegurar el buen funcionamiento del conjunto de órganos en movimiento, sin alcanzar los límites de una sobrepresión peligrosa.
- d) Un dispositivo impedirá toda maniobra en la rectificadora, mientras la presión de servicio no sea alcanzada, así como si ésta desciende hasta alcanzar valores que puedan poner en peligro el correcto funcionamiento del equipo neumático.
- e) El equipo estará dotado de limitadores de presión.
- f) Los circuitos neumáticos con escapes ruidosos, se dotarán de elementos que disminuyan el ruido, estos elementos serán elegidos, montados y mantenidos de forma que se excluya toda contrapresión perjudicial.
- g) Los circuitos neumáticos estarán protegidos por filtros adecuados y eventualmente equipados con engrasadores colocados en lugares visibles y accesibles de la máquina.
- h) Los conductores por donde circula el aire serán de materiales resistentes a la corrosión.

Desprendimiento de polvo, humos, nieblas y refrigerantes

Si bien el proceso de rectificado en seco es muy raro en las rectificadoras cilíndricas, sin embargo cuando ésto ocurra, deberán ir provistas o conectadas a un sistema de aspiración. Igualmente será necesario un equipo de aspiración localizada en aque-

llas rectificadoras donde, debido al proceso, tipo de herramientas y refrigerantes utilizados, se desprendan humos, vapores y nieblas. El diamantado deberá tener previsto un sistema de aspiración y protección del útil.

Los equipos de aspiración deberán montarse en condiciones totalmente seguras.

Los depósitos de refrigerante deberán estar cubiertos, siempre que sea posible, para impedir el acceso de elementos extraños. Deberán diseñarse de forma que, periódicamente puedan ser limpiados a fin de evitar la posibilidad de riesgos bacteriológicos.

Seguridad a nivel de operación

Una vez considerada la seguridad en el diseño e instalación de las rectificadoras cilíndricas, los riesgos de operación resultan reducidos. Sin embargo, un gran número de accidentes se producen a nivel de operación.

Para estudiar la seguridad a nivel de operación, hay que partir de un análisis del trabajo y del puesto, así como de los riesgos asociados al mismo.

Este análisis se debe llevar a cabo desde dos puntos de vista:

- Desde el punto de vista de los medios.
- Desde el punto de vista del proceso.

Para el estudio del trabajo, puede dividirse éste en grupos de operaciones como son:

- Preparación de máquina.
- Montaje de piezas.
- Operaciones de maniobra.
- Rectificado.
- Medida y control.
- Desmontaje de la pieza.
- Cambio de muela y sujeción de la misma.

Existe una gran variedad de riesgos asociados a los distintos tipos de procesos y piezas y no vamos a entrar en detalle.

El mantenimiento preventivo

No queremos terminar esta exposición sin considerar la importancia que el estado de las máquinas y de la rectificadora cilíndrica en particular, tiene en relación con su seguridad. En muchos casos

la avería de la máquina está asociada al accidente de trabajo. Sólo un mantenimiento preventivo sistemático, puede permitir evitar algunas de estas averías y accidentes laborales. Dentro de este apartado, podemos incluir, el trabajo de diamantado o cambio de perfil de muela, debiendo realizarse con herramientas adecuadas y en condiciones totalmente seguras.

Conclusiones

Como conclusión al problema de seguridad en máquinas-herramientas y en nuestro caso en Rectificadoras Cilíndricas, destacamos la importancia de una buena normalización que facilite el proyecto durante el diseño, una correcta instalación y un método adecuado de trabajo.

No olvidemos nunca la trascendencia de un buen mantenimiento, técnica de lucha importantísima en la prevención de accidentes. Sería deseable que a corto plazo, el trabajo ya emprendido por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Iranor y los propios fabricantes de Máquinas-herramientas, llegasen a un acuerdo, para normalizar el diseño y construcción de dichas máquinas, de cara a la seguridad del trabajador.

En estos momentos existe el PNE 81.609, sobre «REQUERIMIENTOS DE SEGURIDAD PARA EL DISEÑO, UTILIZACIÓN Y MANTENIMIENTO DE RECTIFICADORAS» donde se recoge y estudia la forma de prevenir los accidentes en dichas máquinas. Dicho anteproyecto ha sido redactado y elaborado por los tres organismos señalados anteriormente.

Bibliografía

ANSI B-7-1978. **Safety requirements for the use, care, and protection of abrasive wheels.**

INRS. **Machines a rectifier. Fiche technique de Sécurité.**

ANSI B-11-9-1975. **Safety requirements for the construction, care, and use of grinding machines.**

MTTA. **Code of practice safe guarding grinding Honing Machines MTTA.**

IRANOR. **Código Europeo de Seguridad para el Empleo de Muelas Abrasivas. Instrucciones UNE 006.**