

## SEGURIDAD EN MAQUINAS

### PRINCIPIOS GENERALES DE LA PROTECCIÓN DE MAQUINAS

Existen en la vida una gran cantidad de procesos que encierran un peligro para la integridad física de las personas. Estos procesos, frecuentemente utilizados en las operaciones industriales, desempeñan un papel muy importante en el desarrollo de actividades útiles para la vida del hombre. El fuego, por ejemplo, significó un avance importantísimo en el progreso de la humanidad primitiva, pero tiene un inconveniente derivado de su propia utilidad: no se puede tocar sin peligro de quemaduras. La electricidad reúne, junto con el riesgo de electrocución para quienes se pongan en contacto con un material en tensión, el inconveniente de que dicha tensión no se puede apreciar a simple vista.

Sabido es que, hoy día, la mayor parte de los procesos industriales hacen uso de energía calórica, la electricidad y las piezas en movimiento, completándose la pequeña parte restante con procesos químicos y nucleares.

La proporción en que estos agentes participan en el desarrollo industrial ha variado según la época y seguirá variando a medida que pase el tiempo, pero todos ellos tienen un denominador común, caracterizado por el riesgo a que se exponen las personas que han de manejarlos o que se encuentran en sus proximidades. Ello hace necesario un sistemático control de los mismos, a fin de convertirlos, de fuerzas libres de la naturaleza, en instrumentos de servicio para las necesidades del hombre.

Este control no siempre puede ser completo, por la dificultad de realizarlo o bien por los descuidos humanos que inevitablemente se han de producir, por lo que resulta absolutamente necesario establecer una barrera con el fin de evitar las lesiones que el contacto entre los mismos puede producir. Estas barreras entre el peligro y sus posibles víctimas son los dispositivos de protección.

Estos dispositivos de protección pueden adoptar múltiples formas, según cual sea el peligro del que nos hayan de proteger, y varían desde las sencillas barras horizontales colocadas en las antiguas cocinas de carbón, hasta los complicados sistemas de enclavamiento que protegen el funcionamiento de las modernas y costosas máquinas industriales.

Con demasiada frecuencia, es mal entendido el propósito de proteger, ya que se piensa que se refiere únicamente a la zona de operación o a una parte de la transmisión de fuerza. Dado que estas dos zonas, cuando se hallan sin protección, son causantes de la mayoría de lesiones producidas por equipo mecánico, son también necesarios los resguardos para evitar lesiones por otras causas en las máquinas o cerca de ellas.

El propósito básico de resguardar las máquinas es el de proteger y prevenir contra lesiones, a causa de:

- 1 Contacto directo con las partes móviles de una máquina.
- 2 Trabajo en proceso (coceo en una sierra circular, rebabas de una máquina herramienta, salpicadura de metal caliente o de substancias químicas, etc.).
- 3 Falla mecánica.
- 4 Falla eléctrica.
- 5 Falla humana a causa de curiosidad, celo, distracción, fatiga, indolencia, preocupación, enojo, enfermedad, temeridad deliberada, etc.

El esfuerzo y los gastos invertidos en el desarrollo de un programa firme y práctico de protección, pueden justificarse aún sólo por razones humanitarias. Las razones económicas también proporcionan una amplia justificación.

Los resguardos ayudan a suprimir el miedo del operador de una máquina y, al hacerlo, aumenta su producción. Puede permitir también la operación de la máquina a más altas velocidades, en algunos casos en tal grado, que sólo en función de la producción, el costo de los resguardos se convierte en una inversión provechosa.

Tal vez, sin embargo, la razón más importante y realista, es que la eliminación de un peligro mecánico mediante la instalación de un resguardo, o cambio en el diseño de una máquina, revisión del método de operación o algún otro medio, es una ganancia positiva permanente.

Una condición o exposición mecánica peligrosa, es aquella que ha causado o pudiera causar una lesión. Si se conoce un medio de proteger tal condición o exposición, no hay razón válida para no usarlo. La ausencia de lesiones en la operación de una máquina sin resguardos o parcialmente resguardada, durante un período de tiempo, no es prueba de que las partes móviles de la máquina no sean peligrosas.

La experiencia en la prevención de accidentes ha demostrado que no es acertado poner la confianza principal en la cooperación, preparación, o atención constante de parte del operador. La naturaleza humana es impredecible, la gente está sujeta a lapsos físicos y mentales, y ni aun a una persona cuidadosa y normalmente atenta, se le puede tener confianza todo el tiempo.

## **MAQUINAS Y HERRAMIENTAS**

Las máquinas y herramientas usadas en los establecimientos, deberán ser seguras y en caso de que originen riesgos, no podrán emplearse sin la protección adecuada.

Los motores que originen riesgos, serán aislados prohibiéndose el acceso del personal ajeno a su servicio. Cuando estén conectados mediante transmisiones mecánicas a otras máquinas y herramientas situadas en distintos locales, el arranque y la detención de los mismos se efectuará previo aviso o señal convenida. Así mismo deberán estar previstos de interruptores a distancia, para que en caso de emergencia se pueda detener el motor desde un lugar seguro.

### Protecciones

Los acoplamientos, poleas, correas, engranajes, mecanismos de fricción, vástagos, émbolos, manivelas u otros elementos móviles que sean accesibles al trabajador por la estructura de las máquinas, se protegen o aislarán adecuadamente.

En ellas se instalarán las protecciones más adecuadas al riesgo específico de cada uno.

Las partes de las máquinas y herramientas en las que existan riesgos mecánicos y donde el trabajador no realiza secciones operativas, dispondrán de protecciones eficaces, tales como cubiertas, pantallas, barandas y otras, que cumplirán los siguientes requisitos:

1. Eficaces por su diseño.
2. De material resistente.
3. Desplazamiento para el ajuste o reparación.
4. Permitirán el control y engrase de los elementos de las máquinas.

5. Su montaje o desplazamiento sólo podrá realizarse *intencionalmente*.
6. No constituirán riesgos por si mismos.
7. Constituirán parte integrante de las máquinas.
8. Actuarán libres de entorpecimiento.
8. No interferirán, innecesariamente, al proceso productivo normal.
10. No limitarán la visual del área operativa.
11. Dejan libres de obstáculos dicha área.
12. No exigirán posiciones ni movimientos forzados.
13. Protegerán eficazmente de las proyecciones.

#### Mantenimiento

Se realizaran con condiciones de seguridad adecuadas. que incluirán de ser necesario la detención de las máquinas. Toda máquina averiada o cuyo funcionamiento sea riesgoso será analizada con la prohibición de su manejo por trabajadores no encargados de su reparación. Para evitar su puesta en marcha. se bloqueará el interruptor eléctrico principal, mediante candados o similares de bloqueo, cuya llave estará en poder del responsable de la reparación que pudiera estarse efectuando. En el caso que la máquina exija el servicio simultáneo de varios grupos de trabajo, los interruptores, llaves o arrancadores antes mencionados deberán poseer un dispositivo especial que contemple su uso múltiple por los distintos grupos.

### **4.2 MOVIMIENTO MECANICO**

Aunque el término "maquinaria", cubre una tremenda variedad de máquinas desarrolladas para una amplia gama de usos, todos los movimientos de la maquinaria consisten básicamente en unos cuantos movimientos mecánicos sencillos. Los mecanismos producen movimiento rotativo o movimiento alternativo, o una combinación de ambos (figura 1). Ambos tipos producen acciones de trituración y de corte.

Cuando estos movimientos mecánicos se entienden claramente, pueden identificarse todos los puntos peligrosos de una máquina.

#### **4.2.1 Movimiento rotativo**

Una flecha en movimiento, es un buen ejemplo de movimiento rotativo y se halla en máquinas de todos los tipos. Se usa como un medio de transmisión de fuerza de un punto a otro, directa o indirectamente, sea por poleas, bandas, cadenas, engranajes, o excéntricas.

Una flecha puede ser lisa o áspera, puede girar despacio o rápidamente, y puede ser de diámetro pequeño o grande. Sin importar sus características —y, particularmente, sin importar su velocidad—, es peligrosa cuando está girando, a menos de que esté cubierta en alguna forma. Aun las flechas que parecen ser de una superficie perfectamente lisa pueden enredar la ropa o el pelo y causar una lesión grave.

Una flecha giratoria puede ser, por ejemplo, un eje de transmisión, el husillo de un torno, o la broca de un taladro vertical. El peligro aumenta grandemente si las poleas están montadas en la flecha o si hay collarines, bridas o chavetas, o prisioneros sobresalientes.

El punto de contacto, que constituye un peligro especial, se halla particularmente cuando dos o más ejes o rodillos giran paralelos uno a otro (figura 2). Pueden estar en contacto próximo o separados a cierta distancia.

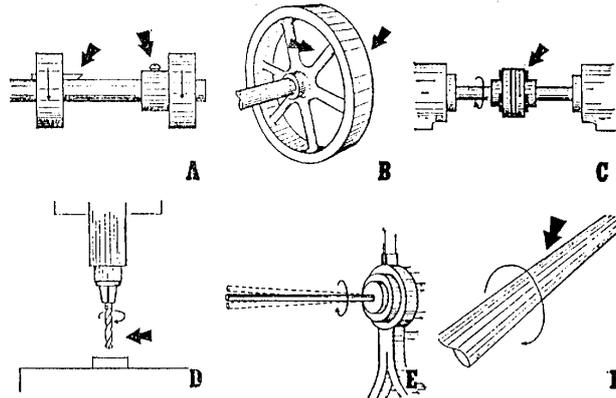


Figura 1. Mecanismos giratorios. La claveta y el tornillo prisionero sobresalientes (A), los rayos y barras (B), los pernos de acople (C), la broca y el mandril (D), la barra giratoria (E) y el eje rotatorio (F), son, todos ellos, capaces de apresar y enredar ropa suelta, cinturones, pelo, etc. Deben instalarse resguardos de protección contra estos riesgos.

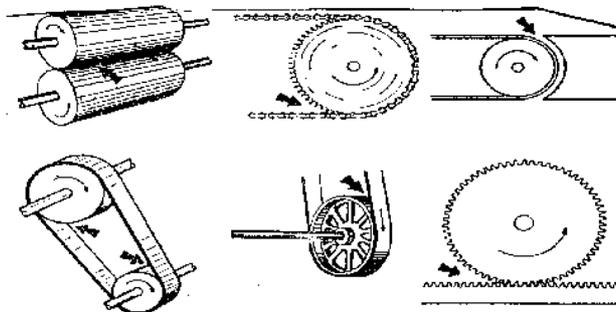


Figura 2. Puntos de opresión típicos. Se requiere protección contra tales riesgos.

Hay poco o ningún peligro en el punto de contacto cuando los ejes giran en la misma dirección, sin embargo, si dichos ejes giran en direcciones distintas, entonces, en el punto de contacto de un lado ambos ejes giran hacia "adentro" y del otro lado giran hacia "afuera". Independientemente de las velocidades, se crea una zona de opresión en el hacia "adentro".

Se encuentran ejemplos típicos de ello, en los ejemplos de rodillos y "calandrias" en las industrias del papel y del caucho. Otros ejemplos son las zonas de contacto entre bandas y poleas, entre cadenas y tiras dentadas, y entre una flecha giratoria y la fase estacionaria de una máquina.

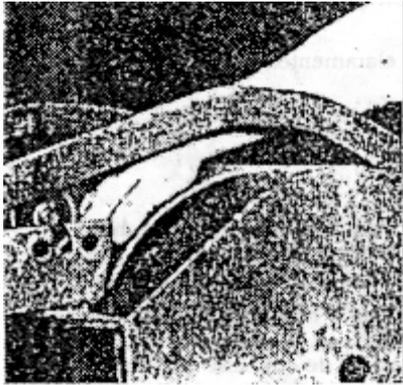


Figura 3. El punto de opresión en la descarga de la banda sin fin a un transportador de gravedad debe eliminarse si el apoyo del eje del último rodillo está ranurado.

Aunque sin ser causada por ejes giratorios, también hay opresión en una zona de contacto de entrada en las partes fijas de una máquina, transportador de bastidor y piñón, etc. (figura 3). El peligro en las zonas de contacto de entrada, consiste en que trae objetos hacia adentro, los aplasta o tritura, y una vez que se ha establecido el contacto, es difícil, si no imposible, retirarlos.

En los mecanismos de tornillo sin fin (o de gusano), el peligro estriba en la acción cortante que se establece entre el tornillo móvil y las partes fijas de la máquina. Ejemplos comunes de hallan en los picadores de alimentos o en las máquinas batidoras, y transportadores de gusano.

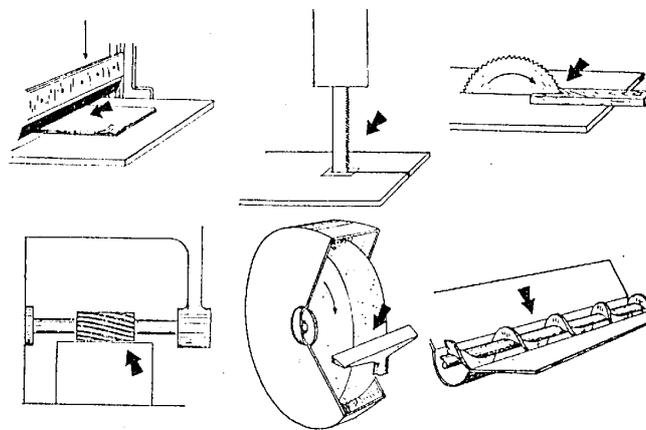


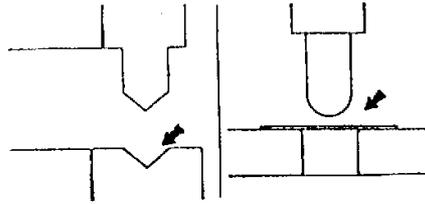
Figura 4. Mecanismos de corte y cizalleo. Debiera suministrarse protección contra todas las variantes de tales riesgos.

#### 4.2.2 Movimiento alternativo deslizante

En donde se usa un movimiento alternativo, las partes móviles están generalmente encerradas o apoyadas en guías. Hay, por lo tanto, una zona de peligro en donde la parte móvil (alternante), se acerca o cruza la parte fija de la máquina.

Como ejemplos de movimientos alternativos en los que una parte móvil se

aproxima a una parte fija de una máquina se hallan los vástagos (ramas), en prensas y troqueladoras y martillos de forja, los pistones y la barra transversal de un motor de vapor, y las máquinas remachadoras.



*Figura 5. El peligro en todas las máquinas de formado y doblado, está en el punto en donde el punzón se acerca al dado*

en las que una cuchilla se mueve hacia arriba y hacia abajo pasando frente a una cuchilla fija, y una prensa troqueladora (figura 5), en la que un punzón se fuerza contra un dado o a través de él.

Algunos mecanismos, un engranaje del eje de levas, por ejemplo, usan una combinación de movimiento deslizante y giratorio. Otros usan un movimiento oscilante, similar al del peso en un péndulo. Todos estos mecanismos tienen sus riesgos especiales y con frecuencia los movimientos compuestos son más peligrosos que los sencillos, de los cuales se derivaron.

La acción de exprimir, se halla en máquinas tales como prensas de codo, frenos de presión y prensas hidráulicas. También se hallan en las mesas de máquinas rayadoras donde el equipo está colocado demasiado cerca de una pared o de otra máquina. Uno de los ejemplos mejor conocidos, es la mesa de una máquina cepilladora.

#### TIPOS DE RESGUARDOS

Para eliminar los peligros involucrados en la operación de máquinas, se pueden fabricar resguardos e instalarse en las zonas peligrosas o el equipo puede rediseñarse para que no tenga partes peligrosas expuestas.

El torno moderno es un buen ejemplo de la maquinaria hecha segura mediante un diseño mejorado. Su motor de impulsión y la caja de engranajes se hallan cerrados de manera que se omiten las flechas de transmisión, poleas y bandas. La prensa moderna, en la cual todas las partes de trabajo, con excepción de la deslizante, se hallan encerrados, constituye otro buen ejemplo.

Los tipos de resguardos que se usan para hacer segura la maquinaria incluyen el resguardo fijo, el resguardo removible, y el resguardo automático.

#### Resguardo fijo

Se considera preferible a todos los otros tipos y debiera usarse en cada caso a menos de que se halla determinado definitivamente que este tipo no es del todo práctico. La ventaja principal del resguardo fijo es la de que en todo tiempo previene el acceso a las partes peligrosas de la máquina.

Los resguardos fijos pueden ser ajustables para poder acomodar diferentes

El tipo deslizante del movimiento alternativo en el que una parte móvil cruza la parte fija de una máquina, se halla ilustrado por las mesas de una cepillo mecánico, el costado de una máquina conformadora, la soldadura de puntos, y las mordazas de sujeción.

Por lo menos en dos tipos de máquinas, el movimiento alternativo es especialmente peligroso, la guillotina y la cizalla (figura 4),

juegos de herramientas o varias clases de trabajo. Sin embargo, una vez que hallan sido ajustados, debieran permanecer "fijos" y definitivamente no debieran moverse ni quitarse.

Se encuentran ejemplos típicos de la aplicación de resguardos fijos en las prensas, máquinas enderezadoras de lámina, laminadoras, trenes de engranajes, taladros, y cortadoras de guillotina.

Algunos resguardos fijos se instalan a distancia del punto peligroso en coordinación con dispositivos de alimentación remotos que hagan innecesario al operador aproximarse a la zona de peligro. Se ha calculado una fórmula para determinar la distancia segura de un resguardo a la zona de peligro y la amplitud permisible de las aberturas en un resguardo fijo. (\*)

(\*) Esta fórmula se da bajo el título de "Diseño" que aparece más adelante en este capítulo.

### **Resguardos interconectados**

En donde no pueda usarse un resguardo fijo, debiera considerarse como primera alternativa, el fijar a la máquina un resguardo interconectado, resguardos de interconexión pueden ser mecánicos, eléctricos, neumáticos o una combinación de tipos.

El propósito del resguardo de interconexión es evitar la operación del control que pone en marcha la máquina, hasta que el resguardo se coloca en posición a fin de que el operador no pueda alcanzar la zona de operación o la zona de peligro.

Cuando el resguardo está abierto, permitiendo el acceso a las partes peligrosas, el mecanismo de arranque está cerrado para evitar un arranque accidental, y se usa una chaveta de cierre u otro dispositivo de seguridad para evitar que la flecha primero gire o que entre en operación otro mecanismo principal. Cuando la máquina está en movimiento el resguardo no puede abrirse. Puede abrirse solamente cuando la máquina se ha parado o ha alcanzado una posición fija en su trayectoria.

Un resguardo interconectado, para ser útil, debe satisfacer tres requisitos:

1. Debe proteger la zona peligrosa antes de que la máquina pueda ser operada.
2. Debe permanecer cerrada hasta que la parte peligrosa esté en reposo.
3. Debe evitar la operación de la máquina sin el dispositivo de interconexión.

En donde no sea practicable el uso de un resguardo fijo ni de uno interconectado, pueden haber cierres mecánicos (figura 6).

### **Resguardos automáticos**

Puede usarse un resguardo automático su ciertas restricciones, en donde ni un resguardo fijo ni un resguardo interconectado es practicable si el resguardo debe evitar que el operador quede en contacto con la parte peligrosa de la máquina mientras se halla en movimiento, o debe ser capaz de parar la máquina en caso de peligro.

Un resguardo automático funciona independientemente del operador y su acción se repite mientras la máquina se halla en movimiento. El principio de este tipo de resguardos es el de que únicamente después de que las manos, brazos y cuerpo del operador han sido retirado de la zona de peligro puede producirse el accionamiento de la máquina.

Un resguardo automático generalmente es dado por la máquina misma mediante un sistema de interconexión o por medio de palancas, y hay muchos tipos. Puede ser un resguardo oscilante barrido, un resguardo de tiro hacia atrás o un dispositivo similar.

Cuando se usa un resguardo automático en la máquina que se carga y descarga a mano, el operador debiera usar siempre herramientas de trabajo. Nunca debiera necesitar poner las manos en la zona del punto de operación.

### **RESGUARDOS INTEGRALES**

Las técnicas y normas para el resguardo de máquinas y de equipo mecánico han alcanzado una etapa avanzada de desarrollo. Sin embargo, para la aplicación de estas normas y técnicas de lesiones por la operación de maquinaria impropriadamente protegida o sin resguardo, continúan siendo un asunto de la mayor importancia.

Generalmente, las condiciones actuales de resguardo de maquinaria en los Estados Unidos ha mejorado con los años, y en algunas compañías virtualmente todo el equipo se halla actualmente protegido. Sin embargo, en muchos casos, el logro no es proporcional a los esfuerzos hechos por los ingenieros de seguridad para conseguir la aceptación de programas efectivos de resguardos.

La falta de aceptación e implantación de los principios de correcto resguardo de las máquinas, puede emanar de la creencia de que un resguardo parcial o hecho en casa, hará suficientemente bien el trabajo, o de la renuencia a invertir el dinero adicional que requieren los resguardos integrales. Ninguna de estas razones tiene validez.

Las desventajas de los resguardos provisionales son obvias. Por ejemplo, obligan al operador a estar constantemente alerta a fin de compensar su condición inadecuada. Aún más, un resguardo provisional o endeble, es casi seguro que se dañará y se haría ineficaz, algunas veces en un período corto después de su instalación, y en otras ocasiones, intencionalmente por el personal.

Ordinariamente es tan fácil instalar un resguardo eficaz como lo es usar uno con protección limitada únicamente. Un resguardo completamente eficaz es aquel que elimina total y permanentemente el riesgo y que puede resistir el manejo y el uso y desgaste normales.

El mejor resguardo es el que suministra el fabricante de la máquina. Por muchos años, la mayoría de los fabricantes de maquinaria "standard" ha diseñado resguardos de primera clase aplicables a su equipo, de los que puede disponerse cuando se especifican en una orden de compra. Los resguardos del fabricante son diseñados para formar parte integral de la máquina y siendo por lo tanto superiores a los resguardos hechos en casa, tanto en apariencia como para su conveniente acomodo.

Demasiado frecuentemente, sin embargo, aun en la actualidad, se compra maquinaria y se instala sin tal protección.

Con frecuencia la razón que se da es que la compra de una máquina constituye un gasto de capital presupuestado muy estrechamente, en tanto que la construcción de un resguardo para una máquina, por el departamento de mantenimiento después de hecha la compra, es una partida de mantenimiento y, por lo tanto, aceptable. Como resultado de ello, un gran número de compañías compran maquinaria sin protección y hacen un resguardo después de que ésta ha sido instalada.

Esto es una pobre economía. Los resguardos de las máquinas puede suminis-

trarlos más baratos el manufacturero porque su costo por ejemplo, el costo de los modelos, se reparte en un número de máquinas.

Además, los profesionales de seguridad hallan frecuentemente retardos para conseguir los resguardos construidos por el departamento de mantenimiento. La mayoría de los departamentos de mantenimiento están tan ocupados con sus trabajos de rutina que es difícil para ellos darse tiempo para un trabajo extra tal como el de la hechura de resguardos. Además, el personal de mantenimiento no está especialmente adiestrado para tal trabajo.

Por diversas razones, entonces, con demasiada frecuencia se coloca inmediatamente en operación el equipo nuevo, sin protección para el operador y para los trabajadores cercanos. Los peligros que presenta una máquina sin resguardos, constituye un argumento poderoso en favor de la inclusión específica de todos los resguardos que pueda suministrar el manufacturero, cuando se ordena una máquina.

En resumen, las ventajas de obtener del fabricante tantos resguardos integrales como sea posible, son las siguientes:

1. El costo adicional de los resguardos diseñados e instalados por el fabricante es generalmente menos caro que el de la instalación de resguardos por el comprador.
2. Los resguardos integrales se apegan más a la apariencia y operación de la máquina.
3. Un resguardo integral puede reforzar la máquina, puede actuar como ducto de exhaustión o depósito de aceite, o puede servir para algún otro propósito funcional, simplificando así el diseño y reduciendo el costo de la máquina.

La sustitución de máquinas con propulsión directa o con motores individuales, en vez de transmisión elevada, disminuye los peligros inherentes del equipo de transmisión. Los reductores de velocidad pueden substituir los conos múltiples de poleas, y los dispositivos de control remoto para aceitarlo y ajuste, hacen innecesario que los trabajadores queden demasiado cerca de las partes en movimiento.

#### **DISTRIBUCION DE PLANTA**

Mucho puede hacerse para eliminar los peligros a que se exponen los operarios de equipo mecánico, anticipando tales riesgos cuando se están haciendo los planes de distribución del departamento (colocación de la maquinaria, pasillos, zonas de almacenaje y servicios sanitarios). Hay ciertos principios que debieran observarse, y son los siguientes:

1. La colocación de las máquinas debiera permitir suficiente espacio para un mantenimiento y reparación fáciles, y para el material que llega y sale procesado.
2. Las áreas de trabajos de las máquinas debieran marcarse, así como los pasillos o zonas de almacenaje.
3. Las máquinas debieran estar colocadas de modo que el operador no esté expuesto al tránsito del pasillo. Si no es posible tal colocación, debiera instalarse un barandal sólido para protección del operador.
4. Debieran tenerse disponibles bastidores o depósitos para las herramientas, escotillones y dispositivos necesarios en la operación.
5. No debiera permitirse que cajas, cuñetes y otros arreglos provisionales sustituyan los asientos.

6. Debiera evitarse la acumulación en el piso, de desperdicios, rebabas, virutas y polvo. Tales desechos debieran ponerse directamente en depósitos especiales suministrados con tal objeto, y debieran vaciarse prontamente tales depósitos cuando se hallen llenos.
8. Todo resguardo necesario debiera estar colocado en la máquina cuando ésta se compre o, cuando menos, antes de que sea puesta en producción.

La iluminación adecuada es otro factor importante en la prevención de accidentes. La iluminación insuficiente interfiere la eficiencia y exactitud de la operación de las máquinas y contribuye a las causas de accidentes por maquinaria. Muchos patronos que proporcionan las mejores herramientas y equipo fallan al considerar la importancia de la iluminación adecuada.

### **AUTOMATIZACIÓN**

En muchos aspectos, la automatización puede considerarse como el uso extensivo del equipo convencional transportador (figura 7). Utiliza dispositivos automáticos para mover partes dentro y fuera del equipo de producción, para voltearlas, girarlas, juntarlas lado a lado, quitar desperdicios y basura y realizar otras funciones relativas.

En tanto que es demasiado prematuro evaluar en la prevención de accidentes, es obvio que ya se han tenido importantes beneficios.

La automatización ha reducido los peligros asociados con el manejo manual de los materiales —Así es como los que se tienen al meter o sacar material de las máquinas y al transportarlo de una máquina a otra. También han disminuido la exposición de hernias, lumbagos y lesiones en los pies.

La mayoría de las lesiones en dedos y manos resultan a la propia exposición del operador al cierre del trabajo de las partes de una máquina en el proceso de cargar y descargar. Este problema ha sido resuelto parcialmente mediante el uso de dedos mecánicos, dados deslizantes y pinzas o herramientas de manos similares. No obstante, permanece el problema de obligar a usar tales dispositivos.

La automatización constituye un gran paso en la dirección correcta dado que elimina completamente la necesidad de la exposición repetida en el punto de operación. Como muchas innovaciones, sin embargo, la automatización ha traído no solo beneficios sino también riesgos.

Debido a que cada operación automática es dependiente de otras, es altamente importante que el paro de la máquina o la falta de la misma sea corregida rápidamente. Como resultado de esto, un reparador, inadvertidamente tal vez, se expone a sí mismo a la acción de las partes móviles del equipo.

Es, en consecuencia, de máxima importancia tener disposiciones estrictas para que el equipo sea completamente desconectado, antes de que se comience un trabajo de reparación en una pieza de maquinaria en la línea. La garantía más sensible de que el equipo está seguro para que se trabaje en él, es hacer que el reparador o que cada miembro de la cuadrilla coloque candados individuales en la fuente de energía.

La automatización también ha aumentado el uso de puentes o pasillos de cruce (figura 8). Tales puentes debieran estar contruidos e instalados de acuerdo con las normas aceptadas.

Figura 8. Pasarelas bien diseñadas que permiten un acceso seguro a esta línea automatizada.

Aunque la automatización ha eliminado en alto grado o reducido notablemente la exposición a los riesgos mecánicos y de manejo de materiales, los principios básicos de resguardo del equipo deben ser aún aplicados en los procesos de operación simples. Estos principios son:

1. Eliminar técnicamente el riesgo en el trabajo.
2. Resguardar el riesgo.
3. Educar al personal para que use los resguardos que se suministren.

### **PRACTICAS SEGURAS**

El resguardar el equipo es de elemental importancia para la eliminación de los accidentes causados por máquinas, pero los resguardos solos no son suficientes. De aquí que el personal que trabaja cerca de equipo mecánico o el operador de una pieza de maquinaria, debe mantener un saludable respeto por los resguardo.

Básicamente, si el trabajo de un empleado es operar una pieza de equipo mecánico, debiera instruírsele en todas las precauciones de seguridad relacionadas con la operación segura de la máquina, *antes* de que se le permita manejarla. Esto se aplica también a los operadores experimentados, al menos hasta que el supervisor esté seguro de que dichos operadores conocen los riesgos involucrados.

Lo mismo se aplica al personal que no opera una máquina pero que trabaja cerca de equipo mecánico. Los procedimientos debieran establecerse positivamente a fin de que no haya un mal entendimiento, y la supervisión debiera ser tal, que no tolere ninguna desviación de las siguientes prácticas de trabajo seguro:

1. Ningún resguardo debiera ajustarse o quitarse por ninguna razón, por nadie, a menos que, (a) se tenga permiso específico dado por el supervisor, (b) que la persona interesada se halle específicamente preparada, y (c) que el ajuste de la máquina se considere una parte normal de su trabajo.
2. Ninguna máquina debiera ser puesta en marcha a menos de que los resguardos se hallen en su lugar y en buenas condiciones. Los resguardos faltantes o defectuosos debieran reportarse inmediatamente al supervisor.
3. Siempre que se quiten los resguardos o dispositivos para hacer reparaciones o ajustes o dar servicio al equipo (lubricación y mantenimiento), debiera cortarse la corriente al equipo y poner candado al interruptor principal y colocar en él una tarjeta de aviso.
4. No debiera permitírsele al personal trabajar en equipo mecánico o cerca de él cuando use corbatas, ropa suelta, relojes, anillos u otros objetos similares.

### **REQUISITOS PARA RESGUARDOS ADMISIBLES**

Algunos de los requisitos para un resguardo aceptable fueron presentados en la información anterior. En adición, hay otros puntos que deben considerarse. Cualquier resguardo debiera tener las siguientes características:

1. Cumplir con las normas IRAM.
2. Ser considerado una parte permanente de la máquina o equipo.
3. Proporcionar una máxima protección positiva.
4. Evitar el acceso a las zonas peligrosas durante la operación.

5. No debilitar la estructura de la máquina.
6. Ser conveniente; no debe interferir la operación eficiente de la máquina ni causar incomodidad al operador.
7. Ser diseñado para el trabajo específico y la máquina específica, con provisiones para la lubricación, inspección, ajuste, y reparación de las partes de la máquina.
8. Ser durable, resistente al fuego y a la corrosión y fácilmente reparable.
9. Estar construido suficientemente fuerte para resistir el uso y golpes normales y para soportar un uso prolongado con un mínimo de mantenimiento. No debiera, en sí mismo, presentar riesgos tales como astillas, puntos de opresión, puntos de corte, esquinas agudas, orillas rasposas, u otras fuentes de lesión.

Si es posible, los resguardos que cubren partes giratorias debieran estar interconectadas con la propia máquina, a fin de que ésta no pueda operarse a menos de que el resguardo esté en su lugar.

Cuando se tiene un proyecto la instalación de resguardos, debiera consultarse a las personas específicamente interesadas en ellos. Debieran tenerse las opiniones de los operadores de las máquinas, de los supervisores, instaladores y gente de mantenimiento, fabricantes, aceitadores, y electricistas. El fabricante tiene generalmente disponibles para su propio equipo, resguardos que son superiores a cualesquier otros que pudieran instalarse.

Debiera consultarse al fabricante si el resguardo que se proyecta puede cambiar el diseño original del equipo. También, debiera consultarse cualquier código pertinente antes de que se tome una acción definitiva.

## **MATERIALES**

El material preferible para resguardos es, en la mayoría de los casos, el metal. Los armazones de los resguardos se hacen generalmente con hierro estructural, tubo, soleras, barras, o material redondo. El material de recubrimiento generalmente es lámina de metal sólido o desplegado o perforado o malla metálica (figura 9). El uso de plástico o de cristal de seguridad donde se requiere visibilidad, es también una práctica generalizada.

Los resguardos hechos de madera tienen aplicación limitada. Su falta de durabilidad y resistencia, su relativamente alto costo de mantenimiento y su combustibilidad, son objetables. Los resguardos de madera, particularmente cuando se impregnan de aceite, pueden quemarse debido a operaciones de soldadura cercanas, a chumaceras sobrecalentadas, a fricción de bandas, o por instalación eléctrica defectuosa y por cualesquiera otras fuentes de calor.

Los resguardos de madera tienen frecuentemente la ventaja del bajo costo inicial, y resisten salpicaduras de humos y substancias químicas corrosivas. Sin embargo, en la mayoría de los casos tales condiciones pueden ser mejor eliminadas mediante un apropiado diseño o con equipo exhaustor o de ventilación.

Donde es un factor importante la resistencia a la corrosión o el posible daño a las herramientas y a la maquinaria, se usan a veces resguardos de aluminio o de otro metal liviano. Los resguardos de plástico están siendo más usados donde la inspección de las partes móviles es necesaria y donde la resistencia puede sacrificarse. El cristal inastillable es usado similarmente, en particular donde la iluminación de las partes resguardadas constituye un problema y donde la flexibilidad del plástico no se re-

quiere. El cristal de seguridad y los plásticos usados donde hay riesgo de que partículas que saltan o rebabas, empañen o rayen su superficie, pueden protegerse con cristales sobrepuestos, baratos y fácilmente reemplazables.

Cuando no puede hacerse un resguardo que excluya la pelusa, debiera proveerse ventilación. Debieran dejarse ventilas lo suficientemente pequeñas que no permitan meter la mano, hechas en la base de los resguardos grandes para permitir que caiga por ellas la pelusa. Los resguardos más grandes debieran tener también un acceso con puertas que se cierren solas, para permitir la limpieza con cepillo, manguera de vacío o aire comprimido.

La superficie lisa de los resguardos de lámina metálica puede, por supuesto, limpiarse tan rápidamente como las paredes y pisos y otros exteriores de la máquina.

### **INSPECCION Y MANTENIMIENTO**

La inspección de los resguardos de las máquinas debiera ser considerado como parte importante del programa regular de inspección de la planta y del mantenimiento de resguardos. Tales inspecciones son necesarias porque los trabajadores tienen la tendencia a operar una máquina sin resguardo, si el resguardo no está funcionando apropiadamente o si ha sido removido para reparación. Además, las inspecciones regulares descubren la necesidad de reparación de las propias máquinas lo cual, si se descuida, puede resultar posteriormente en un trabajo más caro.

La revisión de cada tipo de máquina hace más fácil el trabajo y constituye un registro de conveniente prosecución. Las listas de revisión debieran ser tan breves como fuese posible, pero incluyendo todos los puntos de inspección necesarios.

La responsabilidad del profesional en seguridad incluye la revisión constante de las condiciones de los resguardos, la imposición de su uso y evitar que se entorpezca su funcionamiento. También debiera ver que las máquinas a las cuales se les hubiesen quitado los resguardos para su reparación, estén cerradas o que tengan resguardos temporales.

### **LUBRICACIÓN**

La lubricación correcta es esencial para seguridad y como protección contra incendio, así como para el buen mantenimiento. La falta de lubricación contribuye al peligro de incendio o a la descompostura de una máquina al causar calor excesivo, o daño a la superficie de las partes móviles.

Consecuentemente, el profesional de seguridad debiera investigar los métodos de seguridad empleados por su compañía, asegurándose de que son conforme a las prácticas de seguridad para lubricación, mencionadas en las recomendaciones que aquí se enumeran.

La práctica normal de lubricación requiere que se coloquen charolas de goteo bajo todas las chumaceras elevadas, excepto en chumaceras autolubricadas.

La lubricación automática es más segura que la aplicación directa de aceite y grasa a una chumacera o a otra parte, usando una aceitera o una pistola de engrasar.

Las aceiteras automáticas pueden ser de alguno de los siguientes tipos:

Aceiteras capilares.

Aceiteras de mecha.

Aceiteras de anillo y cadena.

Aceiteras de alimentación por gravedad.

Aceiteras de alimentación por bomba.

Lubricadores de cartucho.

Neblina de aceite.

La lubricación a control remoto puede adaptarse prácticamente a todas las máquinas a fin de que el aceitador no necesite acercarse a las partes móviles. Si las tazas de grasa o aceite están en la zona peligrosa de una máquina o quedan escondidas bajo los resguardos, pueden generalmente instalarse tubos de extensión para grasa y aceite. Ordinariamente no se usan cuando el aceite o la grasa puede congelarse en tubos.

Las partes de maquinaria que deban lubricarse periódicamente deberían tener por lo menos boquillas para engrase con pistola a presión, más bien que graseros de copa que necesitan que haya una abertura en el resguardo.

En muchos casos, una manguera larga, o descarga por gravedad o por alimentación forzada de aceite pueden permitir al engrasador que permanezca fuera de peligro mientras ejecuta su trabajo. (figura 10). Con tal equipo puede aceitar chumaceras elevadas desde el piso o desde una plataforma o pasillo de mantenimiento. Los receptáculos de aceite pueden colocarse en chumaceras individuales con dispositivos de control operados con herramientas de mano.

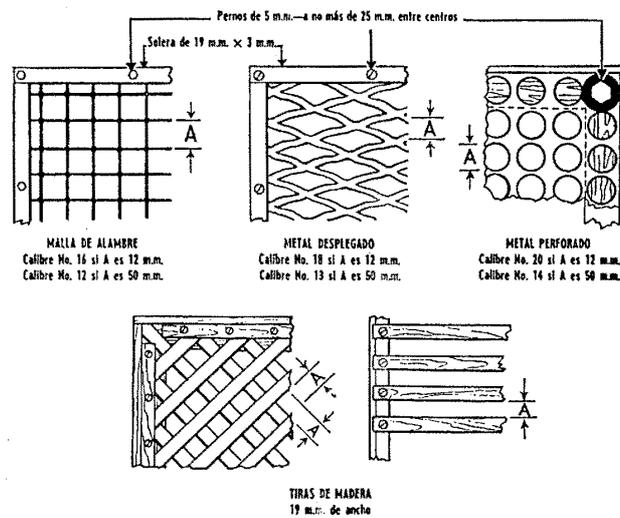


Figura 9. Los resguardos de lámina metálica sólida debieran ser de calibre N° 22 o más pesada. Los resguardos con aberturas debieran ser de materiales como los indicados. Si la distancia del resguardo a una parte móvil es menor de 10 centímetros la mayor abertura permisible (A), no debiera exceder de 12 mm. Si tal distancia es entre 10 y 38 centímetros (A) no debiera ser mayor de 5 centímetros, excepto que la distancia entre tiras de madera sin cruzar nunca debiera exceder 2.5 centímetros. Los marcos de hierro ángulo debieran ser de 2.5 x 2.5 x 0.3 centímetros a 3.8 x 3.8 x 0.5 centímetros. Los marcos de tubo debieran ser cuando menos de 1.8 x 3.8 centímetros de

*diámetro interior, dependiendo del tamaño y forma del resguardo. Los tableros de resguardo de un ancho mayor de 1.00 metro, deben reforzarse con un travesaño.*

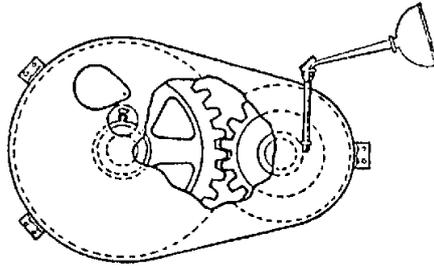


Figura 10. Resguardo de engranajes de lámina metálica lisa, que muestra la provisión de un medio de engrase seguro. La cubierta giratoria de la vantage de la izquierda, da acceso a una pistola de engrasado: el graseo y el tubo de engrase a través del resguardo, hasta la chumacera, permite la lubricación aunque la máquina esté en movimiento.

Hay también sistemas sencillos de lubricación en los que el aceite o la grasa son forzados desde un lugar seguro, a través de chumaceras, mediante una bomba de mano o por presión de aire.

Los depósitos de aceite debieran limpiarse periódicamente para quitar el sedimento que pudiera haberse acumulado. Las tuberías deben soplarse para tener la seguridad de que se hallan libres y deben revisarse para evitar que tengan zonas aplastadas que impidan la llegada del lubricante hasta las partes de la máquina.

Muchas compañías han instalado termopares a las chumaceras en lugares no fácilmente visibles, para detectar y dar aviso del

calor excesivo resultante de la falta de lubricación.

Un reciente mejoramiento de las prácticas de lubricación es la formación de una cuadrilla de aceitadores dentro del departamento de mantenimiento. Este grupo está formado por empleados y trabajadores con conocimientos especiales en lubricantes y los requisitos y prácticas de lubricación. Los aceitadores son asignados a zonas específicas y se les hace responsables de mantener todo el equipo lubricado en esas áreas.

El establecimiento de este procedimiento ha permitido ahorros substanciales, mediante servicios de almacenaje mejorados (figura 11), mejor control de las prácticas de lubricación, y, en la mayoría de los casos, por "standarización" de los lubricantes usados en la planta y la consecuente reducción de cantidades requeridas.

Algunas compañías han adoptado códigos de lubricación, basados en colores y en símbolos geométricos, para indicar los requisitos y frecuencia de la lubricación. Se han suministrado medios a los aceitadores para firmar y anotar la fecha cada vez que se da servicio a una máquina.

## DISEÑO

El resguardo de maquinaria abarca dos áreas principales: las partes de transmisión y la zona de operación. El equipo de transmisión incluye todas las partes móviles que transmiten fuerza del motor a la zona de operación; esta última es de zona o lugar de una máquina en la cual se desarrolla el trabajo, tal como, formado, corte, engrapado o esmerilado.

Algunos principios de resguardo de máquinas son igualmente aplicables tanto a las partes de transmisión como al área de operación. Puesto que las partes de transmisión son básicas en cualquier máquina, es más fácil establecer métodos efectivos para resguardarlas, que para la zona de operación.

En general, hay escasez de información para el diseño de resguardos para la zona de operación. Sin embargo, el Comité de Ingeniería de la National Association of

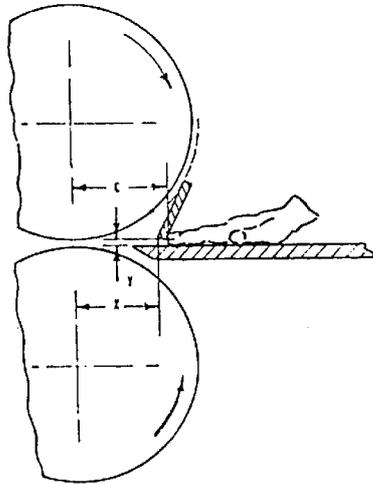
Mutual Casualty Companies, trabajando con material de investigación desarrollado originalmente por el Departamento de Servicio de Plantas Industriales de la Liberty Mutual Insurance Company, ha establecido una excelente información para resguardos en el punto de operación. La publicación, *Safe Openings for Some Point of Operation Guards*, dice:

"Ha sido una práctica común en el diseño de resguardos para el punto de operación, el trabajar sobre la base de que cualquier abertura que no sea mayor de 1 cm. de ancho o alto (la longitud es indeterminada) es relativamente segura, ya que no permitiría la entrada de ninguna parte considerable de la mano dentro del resguardo.

"En muchos casos, sin embargo, una abertura de 1 cm. no es suficiente espacio para pasar el material en proceso a través de ella o bajo el resguardo. Como el ancho (o altura) de la abertura se aumenta para permitir la entrada del material, el espacio adicional permite al operador introducir suficientemente la mano dentro del resguardo.

"Bajo tales condiciones ya no es posible evitar la introducción de alguna parte de la mano dentro del resguardo. El problema está en detener el movimiento de la mano *dentro* del resguardo a una distancia segura de la zona de peligro.

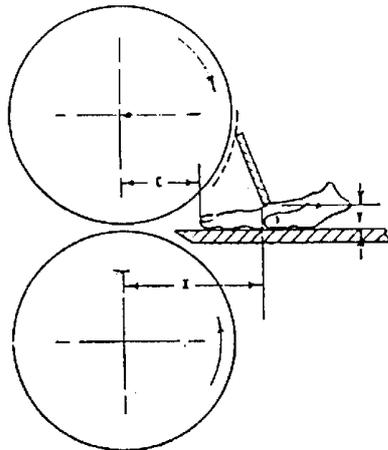
"La figura 12, ilustra la detención del movimiento de la mano fuera del resguardo, usando una abertura de 6.5 mm. La figura 13 ilustra cómo puede pararse una mano en su movimiento hacia la zona de peligro, mediante el contacto entre alguna porción de la mano y el resguardo en un punto donde, aunque los dedos estuviesen dentro del resguardo no pudieran moverse más hacia la zona de peligro. En ambas ilustraciones, las puntas de los dedos son detenidos aproximadamente a la misma distancia (X) de la zona de peligro. La distancia (X), sin embargo, es variable.



Las figuras 12 y 13 son bosquejos diagramáticos de las condiciones halladas en relación con el peligro de opresión en rodillos de giro hacia dentro, donde se usa una mesa de alimentación. Sin embargo, hay muchos otros tipos de riesgos en el punto de operación, donde existen las mismas condiciones o similares, en las que se requiere una abertura mayor de 1 cm. para el diseño de un resguardo.

"La figura 14 ilustra el riesgo en una cortadora vertical, y la figura 15 muestra un peligro de opresión de rodillo, en donde no se usa una mesa de alimentación. En ambos de estos ejemplos debe determinarse la localización adecuada del resguardo (Dimensión X) para el uso de la abertura requerida (Y).

"Si las dimensiones de la abertura y su localización (distancia del riesgo) son propiamente seleccionadas, se puede establecer una conveniente seguridad para el operador. "Algunos diseñadores de resguardos han hecho uso de una fórmula:



Altura

distancia del resguardo

$$\text{Máxima} = 6.5 \text{ mm} + \frac{\text{a la zona peligrosa}}{8}$$

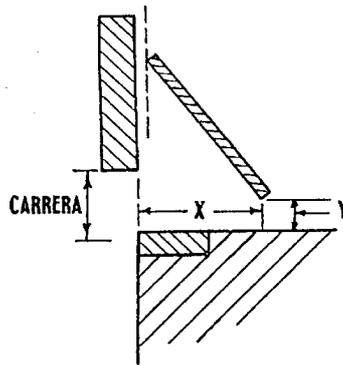
Segura

"Esta fórmula no se pretende usar donde la distancia del resguardo a la zona de peligro exceda de 30 cms."

"La figura 16 ilustra un caso en el que puede considerarse esencial tener parte de la mano y de los dedos extendidos a través del resguardo a fin de permitir la manipulación del material dentro del mismo. Esta condición puede existir donde es imposible usar herramientas de mano o

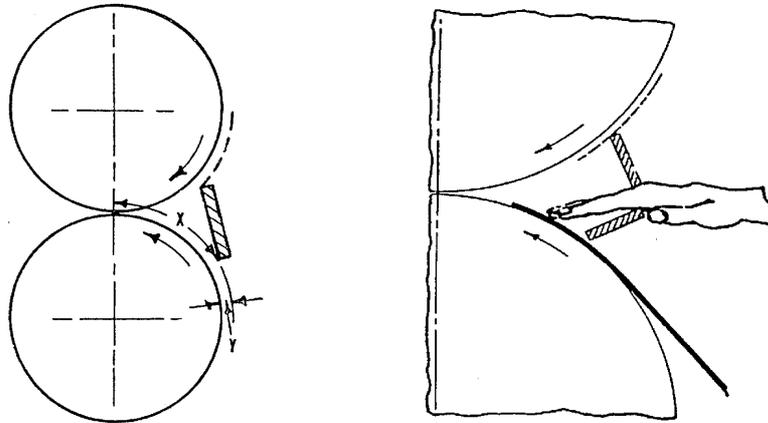
dispositivos mecánicos para efectuar la operación.

"Hay varias disposiciones en los códigos de seguridad que establecen que las aberturas en los resguardos de barrera para el punto de operación no tengan más de 1 cm. de amplitud por debajo de la misma, o a través de ella.



"Basándose en las formas más usuales de riesgos en el punto de operación, se construyeron modelos de prueba semejantes a los tipos de resguardos comúnmente usados. Probando en estos dispositivos diferentes tamaños de abertura con distintas manos (de hombres y de mujeres) se obtuvo una información relativa a las aberturas y localización de los resguardos como guía para los diseñadores de éstos. Otro propósito de las pruebas

fue el verificar los procedimientos de terminación de las dimensiones seguras de las aberturas.



#### DISPOSITIVOS DE PRUEBA

"Ajustando el lado vertical del dispositivo que se muestra en la figura 17, en varias posiciones, es posible determinar las alturas, a distancias seleccionadas de la zona de peligro, que eviten un avance hacia adelante de la mano, hasta una posición peligrosa.

"El fondo del calibrador es en realidad el equivalente de una mesa de alimentación o de la superficie de la mesa de la máquina. Por lo tanto, los resultados de los tanteos con este dispositivo están restringidos a las instalaciones donde la palma de la mano se apoya en una superficie plana con los dedos extendidos bajo un resguardo o a través de la abertura de un resguardo.

"La figura 18 ilustra el equipo de prueba usado en el estudio de aberturas horizontales donde no exista una mesa de alimentación o apoyo para la palma de la mano o del antebrazo. La figura 19 muestra uno de los dispositivos de prueba usados en un estudio de la cortadora vertical, como se halla en operaciones ordinarias de prensas.

"Pueden hacerse varios arreglos en la barra horizontal (A) de la barra vertical (B), para representar la abertura requerida para alimentar el material. Las unidades (C) y (D) representan ranuras de observación, aberturas para la inserción de herramientas de mano, etc., al frente del resguardo. Las unidades pueden colocarse con objeto de hacer pruebas, a diferentes distancias del punto de corte.

"La figura 20 muestra un dispositivo de prueba hecho para estudiar el movi-

miento de la mano a través de una abertura de 1 cm., bajo diversas condiciones. La barra a la izquierda de la figura, representa una condición de golpe controlado a 1 cm.

## INVESTIGACION CON DISPOSITIVOS DE PRUEBA

### Pruebas preliminares

"Usando los diversos dispositivos de prueba, se probaron manos de hombres y mujeres en distintas posiciones del dispositivo para determinar el avance a través de diferentes tamaños de abertura. Tal como se esperaba, hubo una gran variación en las manos de los individuos y en las distancias a que las mismas pudieran llegar a través de las aberturas. Todas las pruebas fueron hechas con los dedos de las manos juntos, en posición plana horizontal, moviendo la mano en ángulo recto con el frente de las aberturas.

"Finalmente, se decidió usar la mano de una mujer de medida 6 1/2 de guante, como mano básica de prueba. En general, el grueso de los dedos de una mano de mujer es menor que el de las manos de la mayoría de los hombres; así los datos obtenidos quedan del lado seguro en lo que respecta al tamaño promedio de las manos de hombre. Muchas mujeres se hallan trabajando en máquinas con riesgo en el punto de operación. Consecuentemente, no es deseable tener dos tamaños de aberturas admisibles (una para hombres y la segunda para mujeres). Debiera establecerse un conjunto de datos como guía para uso general.

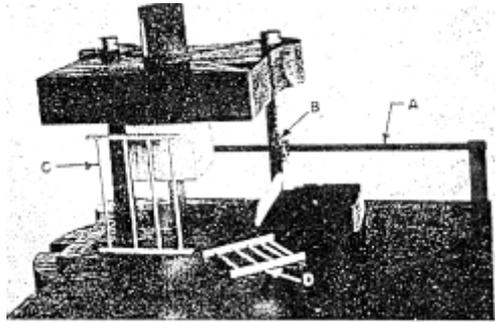


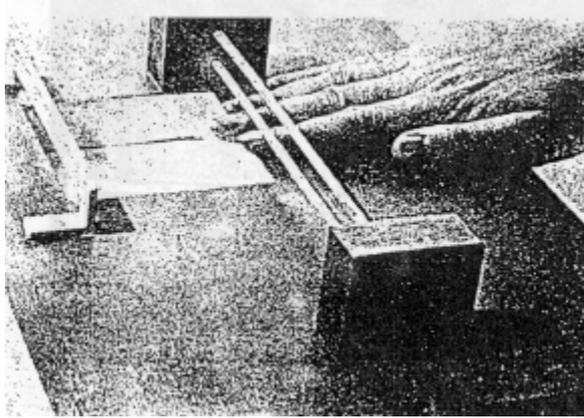
Figura 19

"También se decidió que, debido a las variaciones en las manos, debiera usarse un factor de seguridad liberal en todo tiempo, cuando se considerara la seguridad de cualquier abertura en lo que respecta a su capacidad para detener el movimiento de la mano.

"Se decidió así mismo, que, independientemente del número de pruebas que pudieran hacerse o de la cantidad de datos obtenidos concernientes a una llamada mano promedio, las variaciones individuales eran tan amplias, que los refinamientos quedaban sin garantía, y que las cifras finales para aberturas seguras, serían necesariamente cifras arbitrarias, tenidas fundamentalmente como una guía.

"La condición de las manos (cubiertas de aceite, grasa, sudor, o cualquiera otra substancia lubricante), tenderá a ejercer algún efecto en el grado de movimiento a través de cualquier abertura de resguardo. La condición de las orillas de las aberturas o de la superficie del resguardo (lisa, áspera, flexible, en cierto grado), afectará en

igual forma el movimiento. El grueso del resguardo también es un factor, dependiendo



*Figura 20*

de la porción del resguardo en el cual se hace contacto. En las pruebas hechas, las

manos estaban secas y las superficies de contacto eran lisas.

"Se encontró que una abertura de 6,5 mm. detuvo todo movimiento de la mano en todos los sujetos probados. Se probó con todas las mujeres, que podían extender las puntas de sus dedos a través de aberturas de 1 cm., hasta una distancia que varió en las pruebas desde 6,5 mm. hasta 19 mm. Sin embargo, la opresión ocurrió en cierta porción de la primera junta de los dedos extendidos y un ligero aumento en la abertura de 6,5 mm. (menos de 1 mm.) permitió un movimiento total hacia adelante llegando a ser de 25 mm. a 38 mm.

"Se decidió, por lo tanto, que, debido a las variaciones en las manos y a las inexactitudes que eran de esperarse para mantener una abertura de 1 cm., ninguna abertura mayor de 6,5 mm. podía considerarse segura, a los primeros 38 mm. de distancia de la línea de peligro (DE, en varios de los siguientes diagramas). La figura 21 ilustra este punto.

"La mayoría de los hombres y mujeres tienen puntas de dedos que no penetrarán a una distancia de consideración a través de una abertura de 1 cm. Sin embargo, si un diseñador desea mantener una zona definitivamente segura más allá de una abertura de 1 cm., no deberá usarla dentro de una distancia de 38 mm. del punto de peligro, como se indica en la figura 21.

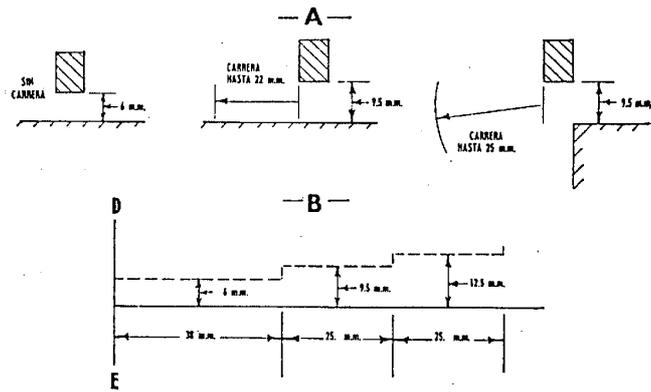


Figura 21.

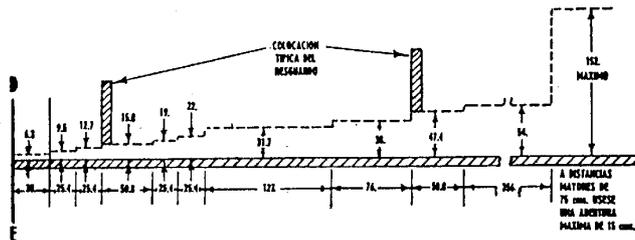
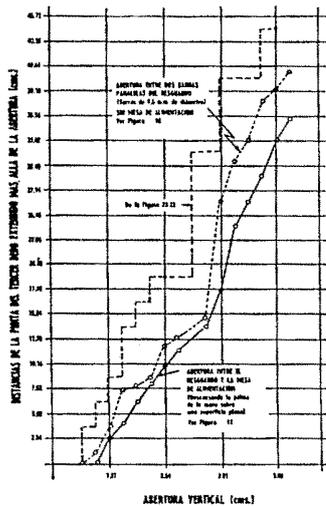


Figura 22.

"Pruebas para aberturas bajo un resguardo de barrera colocado sobre una superficie plana. Usando el dispositivo que se indica en la figura 17, se estableció una serie de dimensiones como espacios de separación bajo una barrera que evitara el movimiento hacia adelante de una mano apoyada sobre la palma, en una superficie plana. En la figura 22, se indican estas dimensiones, alcances de 25 cms., aproximándolas a 6 mm. o fracción, y establecidas para alcances de 25 cms., desde las puntas de los dedos, hasta una distancia de 75 cms. La colocación de los resguardos se indica por los rectángulos sombreados. Cualquier barrera colocada tocando la línea punteada, creará una opresión de la mano o del antebrazo entre la barrera y la superficie plana, evitando el movimiento de la mano más allá de la línea (DE).

### Pruebas para aberturas entre barras horizontales - sin superficie plana de descanso para la mano o el antebrazo



"Los dispositivos de prueba indicados en la figura 18 se usaron para medir la trayectoria de la mano a través de barras paralelas, sin superficie plana de descanso para la mano o el antebrazo. En cada caso, se registró una mayor trayectoria de lo que fue posible con una superficie plana (figura 17), al frente de la abertura. La gráfica en la figura 23 muestra el grado de avance de la mano básica (tamaño 6 1/2 de guante), para las pruebas indicadas en las figuras 17 y 18. En la misma gráfica, una línea punteada indica las dimensiones de abertura seguras para varias distancias de la línea de peligro (DE) obtenidas de los resultados indicados en la figura 22.

"Es evidente del estudio de los datos indicados en la figura 23 que el conjunto de aberturas y distancias permisibles establecidas para aberturas con una mesa de alimentación, pueden usarse, para aberturas sin mesa de alimentación.

Figura 23

### APLICACION DE RESULTADOS DE PRUEBA, AL DISEÑO DE RESGUARDOS DE CORTADORA VERTICAL

"En las máquinas donde hay exposición al corte vertical, se requiere con frecuencia que los operadores trabajen cerca del punto de corte para alimentar el material y para sostener éste durante la operación. Generalmente se emplean muchachas en tales operaciones. En los dados de troqueladora, dados de prensa de pedal, cizallas para metal, y cortadoras de papel, se tienen ejemplos de exposición a corte vertical.

"Los resultados de las pruebas, en conexión con el diseño de resguardos para corte vertical en la figura 24, se aplican a:

- a) Todas las aberturas verticales en el propio resguardo, tales como ranuras de observación, ranuras de despeje y calibradores de paro.
- b) Todas las aberturas horizontales en el propio resguardo, como sean necesarias para la alimentación del material (frente o lados) y para la descarga de partes terminadas o desperdicio.
- c) La instalación o ajuste de un resguardo.



Figura 24.

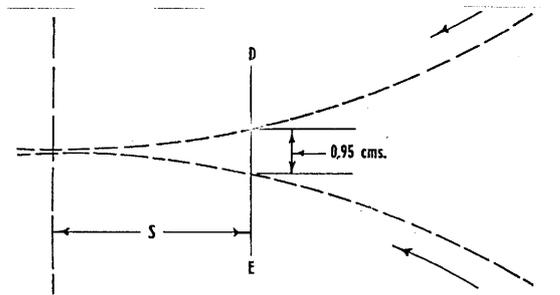


Figura 25

Figura 26

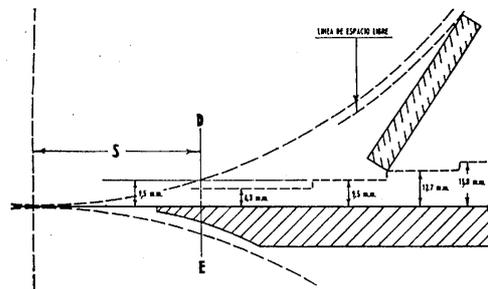
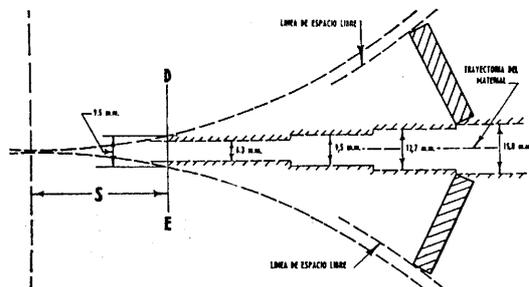


Figura 27.



## **APLICACION DE RESULTADOS DE PRUEBA AL DISEÑO DE RESGUARDOS EN RODILLOS DE OPRESION**

"Para aplicar los resultados de pruebas a resguardos para su uso en rodillos de opresión, es necesario tomar en consideración las características de un punto de opresión. En la figura 22, la línea de "Alto" (DE), representa un contacto peligroso; para exposiciones de corte vertical, esta línea (DE) es equivalente a la línea de corte.

"En los rodillos, el peligro (zona de opresión) no está definido por una línea recta. Se decidió que un ancho de 1 cm. de la zona de opresión debiera considerarse la zona real de opresión mediante la cual la línea (DE), o línea de alto, debiera dibujarse (ver figura 25). La distancia de 1 cm. de ancho de la zona de opresión, al punto de contacto entre los rodillos, se designa como dimensión (S). Se recomienda que los rodillos que queden a menos de 1 cm. de separación, sean considerados como rodillos en contacto.

### **Rodillos de opresión con mesa de alimentación**

"La figura 26 muestra una zona de opresión de rodillos donde se usa una mesa de alimentación. Para diseñar un resguardo de barrera adecuadamente colocado, se sugiere que se siga el procedimiento siguiente:

- a) Debiera dibujarse un boceto de la zona de opresión, a escala completa, con la superficie superior de la mesa de alimentación exactamente indicada en el diseño. Indicar la línea de abertura en el rodillo superior. Si se requiere una separación mayor de 1 cm. la orilla superior del resguardo con el bosquejo de abertura segura, indicado en la figura 28 como trazo en una superficie de rodillo.
- b) Determinar la distancia (S) — distancia de la línea del centro de los rodillos a un punto en donde exista un espacio vertical de 1 cm. entre la parte superior de la mesa de alimentación y la superficie del rodillo superior.
- c) A esta distancia principia el trazo de las dimensiones de abertura seguras, como se indica en la figura 22, hasta la abertura necesaria para el resguardo particular que se está diseñando. El delinear la sección del resguardo (orillas superior en la línea de separación sobre el rodillo superior y la orilla del fondo en el propio punto del trazo de la abertura segura) y determinar las dimensiones necesarias para instalar el resguardo. (El ancho del resguardo puede determinarse además de las distancias de colocación).
- d) Antes de que el resguardo se ponga en operación, debiera comprobarse cuidadosamente la trayectoria de la mano bajo el resguardo, la estabilidad del montaje, y la rigidez de la construcción".

### **Rodillos de opresión con alimentación central (sin mesa de alimentación)**

"La figura 27 muestra una zona de opresión de rodillos en donde no se usa mesa de alimentación y en la que el material procesado se mueve hacia la zona de opresión en ángulo recto al centro de los rodillos. (Si la carrera del material queda ligeramente arriba o abajo de la horizontal, el centro de la abertura del resguardo debiera elevarse en forma correspondiente).

"Para diseñar un resguardo de barrera apropiadamente colocado y ajustado a una abertura para el paso del material, se sugiere que se use el siguiente procedimiento:

- a) Debiera dibujarse un esquema de la zona de opresión a escala natural con la línea de la trayectoria del material indicada con exactitud en el trazo. Indicar la línea de separación de ambos rodillos. Si se requiere una abertura mayor de 1 cm. entre las orillas del resguardo y los rodillos, las orillas del resguardo debieran colocarse de acuerdo con el diseño de abertura segura indicado en la figura 28 para el trazo en una superficie de rodillo.
- b) Determinar la distancia (S) — la distancia de la línea vertical de los rodillos a un punto donde exista un espacio vertical de 5 mm. a cada lado de la línea de la trayectoria del material (un total de 1 cm. de ancho de la zona de opresión), como se indica en la figura 27.
- c) En este punto, principia el trazo de las dimensiones indicadas en la figura 22 centradas en la línea de la trayectoria. Trácese las secciones del resguardo, dando las aberturas requeridas entre secciones (Una orilla de cada sección tocará una línea de claro; la otra tocará la abertura segura determinada en el punto apropiado para dar la abertura requerida). Determinense de este trazo final las dimensiones necesarias para la colocación correcta del resguardo. El ancho de las secciones del resguardo también pueden determinarse además de las dimensiones de colocación.
- d) Antes de que el resguardo sea puesto en operación, verifíquese cuidadosamente la trayectoria de la mano bajo el resguardo, la estabilidad del montaje y la rigidez de la construcción".

**Rodillos de opresión — el material moviéndose sobre un rodillo antes de entrar a la zona de opresión**

"La figura 28 indica una zona de opresión de rodillos donde el material se mueve sobre una porción de un rodillo antes de entrar a la zona de opresión. El material en tal disposición, es alimentado bien bajo una barrera, o sobre ella.

Para diseñar un resguardo de barrera propiamente colocado bajo tales condiciones, se sugiere que se use el siguiente procedimiento:

- a) Debiera dibujarse un esquema de la zona de opresión, a escala natural, con la línea de la trayectoria del material indicada sobre el rodillo. Indíquese la línea de separación en el rodillo superior. Si se requiere una abertura de más de 1 cm. la orilla superior del resguardo debiera colocarse de acuerdo con el diseño de abertura segura.
- b) Determinése la distancia (S) — la distancia de la línea central del rodillo al punto en donde haya un espacio de 1 cm. entre los rodillos.
- c) A esta distancia principíese el trazo (en el rodillo con el material en movimiento) de las dimensiones de aberturas seguras, como se indica en la figura 22. (El trazo puede hacerse en la superficie del rodillo, con separaciones de 13 mm.). Trácese la sección del resguardo (una orilla tocando la abertura segura diseñada en el punto apropiado, para dar la abertura requerida). Determinense las dimensiones necesarias para la correcta colocación del resguardo en este trazo final. El ancho del resguardo también puede determinarse además de fijar las dimensiones.
- d) Antes de que el resguardo sea puesto en operación, verifíquese cuidadosamente la trayectoria de la mano bajo el resguardo, la estabilidad del montaje y la rigidez de la construcción".

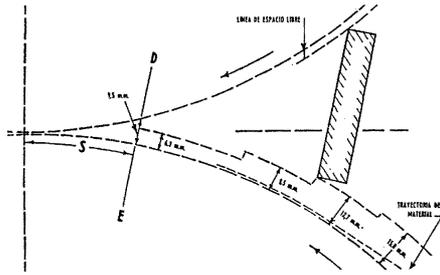


Figura 28.

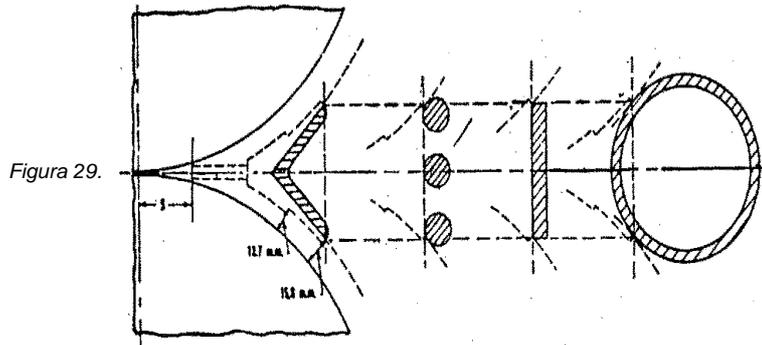


Figura 29.

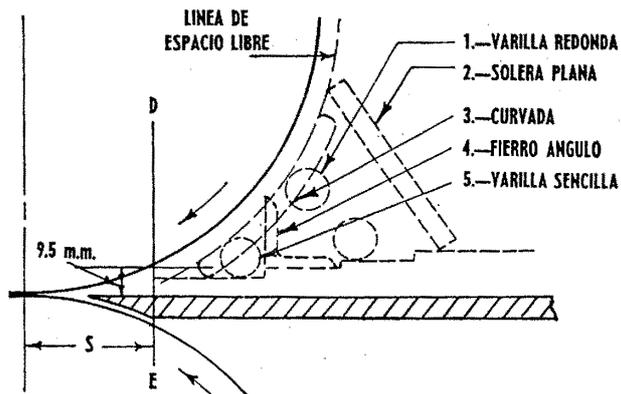


Figura 30.

## **CONSTRUCCION DEL RESGUARDO**

"Para tener la seguridad de que se mantienen las dimensiones establecidas para aberturas seguras, es importante que se construyan los resguardos de modo tal que se reduzca al mínimo la posibilidad de distorsión o movimiento que pudiese destruir la eficacia del resguardo. Todas las partes del resguardo debieran ser suficientemente fuertes para resistir los esfuerzos esperados. Debieran tenerse sujetadores de diseño especial que eviten que se quite el resguardo. Cualquier resguardo con aberturas mayores de 6,5 mm. debiera ser considerado casi como una construcción de "precisión" verificando frecuentemente su ajuste y condición.

"Dependiendo de la necesidad de visibilidad y rigidez y del método de alimentación para un resguardo en particular, el diseñador puede usar los trazos indicados en las figuras 26, 27 y 28, para seleccionar las secciones del resguardo más adecuados a sus necesidades.

"La figura 29 muestra diferentes diseños para un resguardo en una zona de opresión de rodillos en donde se desea alimentar sobre el resguardo o debajo de él, con una abertura de 16 mm. La figura 30, muestra diferentes diseños para un resguardo contra opresión de rodillo con mesa de alimentación. Trabajando con un trazo similar a éste, el diseñador puede determinar la colocación, dimensiones, tamaño, y perfil de la sección necesaria del resguardo, que satisfaga sus necesidades particulares".

## **EQUIPO DE TRANSMISION DE FUERZA MECANICA**

Los aparatos de transmisión de fuerza mecánica incluyen todas las flechas, volantes, poleas, bandas (excepto bandas transportadoras) vástagos de conexión, coples, husillos, cigüeñales, embragues, excéntricas, equipo y partes revolventes o de movimiento alternativo, motores, equipo intermedio, y partes impulsadas de máquinas, excepto del punto de operación.

Los códigos existentes y la legislación proporcionan a un grado deseable de seguridad, las normas para el resguardo del equipo de transmisión de fuerza mecánica. No obstante, continúan ocurriendo accidentes graves, con frecuencia a expertos hombres de mantenimiento, engrasadores y supervisores, bajo condiciones o en lugares en donde no se indican, resguardos específicos en los códigos actuales.

El equipo de transmisión de fuerza mecánica en los llamados locales aislados, tales como casas de bombas, sótanos, túneles, y casetas, debiera resguardarse en la misma forma requerida para equipo similar en áreas de trabajo abierto. La alternativa para resguardar dicho equipo, sería interconectar todas las puertas que conduzcan a esos sitios.

Es importante que se prevea el peso adicional a la carga del techo, cuando se suspende de las vigas el equipo de transmisión elevado. Las cargas de los pisos debieran ser calculadas por un ingeniero o arquitecto calificado, fijando en sitio visible el valor obtenido.

El equipo de transmisión de fuerza mecánica debiera inspeccionarse a intervalos regulares (figura 31).

<b>INSPECCION DE APARATOS MECANICOS</b>	
Verifiquense los puntos enumerados abajo. Háganse recomendaciones para corregir las condiciones insatisfactorias a fin de que puedan corregirse prontamente.	
<b>RESGUARDOS DE TRANSMISION DE FUERZA O RESGUARDO DE BARANDAL</b>	<b>BIEN</b>
Poleas, volantes	
Engranajes, ruedas dentadas, cadenas	
Bandas: verticales, horizontales, elevadas horizontales	
Montadores de banda	
Chavetas, tornillos prisioneros, collarines, coples	
Transmisiones	
Embragues	
Dispositivos de lubricación	
<b>CONTROLES</b>	
Dispositivos eléctricos de arranque	
Dispositivos de cierre	
Dispositivos de acción: pie, mano	
<b>RESGUARDO DEL PUNTO DE OPERACION</b>	
En su sitio	
En condición satisfactoria	
Ajuste correcto	

*Figura 31.*

#### **BARANDALES DE RESGUARDO Y ZOCALOS**

Los resguardos de barandal y zoclos se instalan generalmente alrededor de volantes y de otro equipo en fosas abiertas y son aplicables al resguardo de muchos tipos de equipo mecánico. (figura 32). La instalación de los resguardos de barandal y de los zoclos debiera hacerse de acuerdo con las siguientes normas como se detalla:

- a) El barandal no debiera ser menor de 1,10 m. de altura con un travesaño intermedio, a menos de que el espacio entre el travesaño superior y el piso esté cubierto con malla metálica, metal desplegado, u otro material de igual resistencia. Muchos ingenieros de seguridad recomiendan que el travesaño intermedio quede a 0,45 m. sobre el piso.
- b) Los postes no debieran estar a más de 2,40 m de separación. Las distintas partes del barandal debieran ser permanentes y sólidas, lisas y libres de clavos, pernos y astillas salientes. El tubo usado para los postes debiera tener un diámetro interior de 30 mm. o más. Los postes hechos de hierro estructural o de barras debieran tener secciones iguales en resistencia al hierro ángulo de 30 mm. x 30 mm. x 5 mm.
- c) Los postes de madera debieran ser por lo menos de 5 x 10 cm. El travesaño superior debiera ser de 5 x 10 cm. o bien, compuesto de dos tiras de 2,5

x 10 cm. una sobre los topes de los postes y la segunda a un lado de los mismos, inmediatamente debajo y en ángulo recto con la tira superior.

- d) El travesaño intermedio debiera ser de 2,5 cm. x 10 cm. o mayor. Para dar una protección máxima, el barandal debiera estar al lado exterior del poste con relación a la fosa. Cuando se colocan tableros con metal desplegado o malla metálica, como se indica en la Tabla A, puede omitirse el travesaño intermedio.
- e) Los zócalos debieran ser por lo menos de 10 cm. de altura (preferiblemente 15 cm.) y hechos de madera, metal o rejilla metálica cuya malla no exceda de 2,5 cm. de abertura.

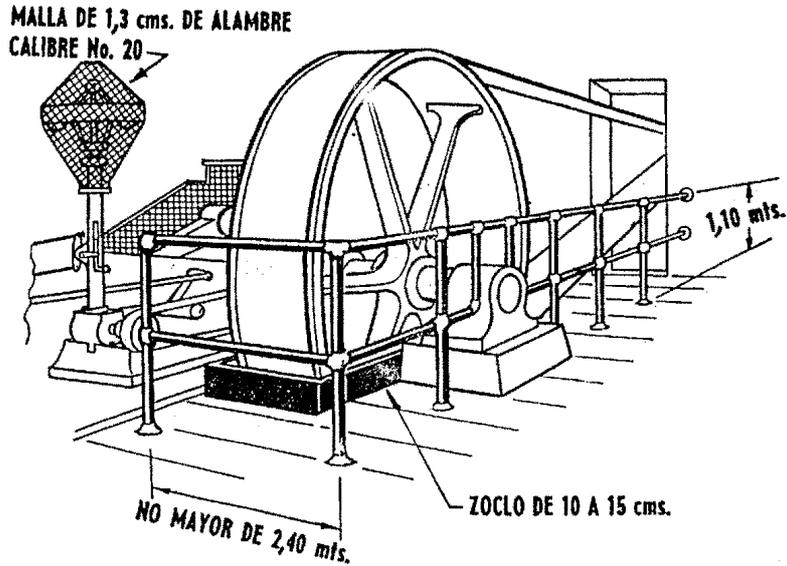


Figura 32. Volante barra de conexión y regulador de un motor de movimiento alternativo resguardados por medio de barandal "standard" y zócalos. Si el personal de operación debe pasar sobre partes en movimiento debieran instalarse escaleras "standard" y pasillos con barandales y zócalos. Los resguardos de barandal no debieran colocarse a menos de 15 cms. ni más de 50 cms. del volante o de cualquiera otra parte móvil.

**TABLA A**  
**MATERIALES Y DIMENSIONES STANDARD PARA RESGUARDOS DE**  
**MAQUINARIA**

	<b>Espacio libre a Material</b>	<b>Máxima apertura cualquier punto de partes móviles</b>	<b>Calibre mínimo o malla permisible(Standard Americano) o espesor</b>
Malla de alambre	Menos de 5 cms.	1.0 cms.	Nº 16
	5 - 10 cms.	1.3 cms.	Nº 16
	Menos de 10 cms.	1.3 cms.	Nº 16
	10 - 38 cms.	5.0 cms.	Nº 12
Metal desplegado	Menos de 10 cms.	1.3 cms.	Nº 18
	10 - 38 cms.	5.0 cms.	Nº 13
Metal perforado	Menos de 10 cms.	1.3 cms.	Nº 20
	10 - 38 cms.	5.0 cms.	Nº 14
Lámina metálica	Menos de 10 cms.	...	Nº 20
	10 - 38 cms.	...	Nº 20
Tiras cruzadas de madera o metal	Menos de 10 cms.	1.0 cms.	Madera 1.9 cms. Metal Nº 16
	10 - 38 cms.	5.0 cms.	Madera 1.9 cms. Metal Nº 16
Tiras de madera o metal sin cruzar	Menos de 10 cms.	1.3 cms.	Madera 1.9 cms. Metal Nº 16
	10 - 38 cms.	2.5 cms.	Madera 1.9 cms. Metal Nº 16
Barandal "Standard"	Mínimo 38 cms. Máximo 50 cms.		

Los zócalos en las fosas de volantes debieran colocarse tan cerca de la orilla de la fosa como sea posible. Los zócalos y los barandales también debieran instalarse en los pasillos elevados. Los zócalos de madera, para instalación permanente, debieran ser de 5 cm. o más gruesos.

#### **MOTORES**

Las explosiones de los volantes son causadas principalmente por el exceso de velocidad. (La figura 33 muestra la velocidad segura para los volantes en r.p.m.). Las causas predominantes del exceso de velocidad son la ruptura de una parte del motor,

la pérdida repentina de carga, y el ajuste incorrecto o falla del regulador. Otras causas incluyen defectos en el material, daño al volante o alteración de su diseño original, y los esfuerzos inusitados debidos a arranques repentinos, paradas bruscas, calor excesivo, chumaceras flojas o desalineamiento del volante.

Debido a la posibilidad de explosión, la inspección de los volantes y de otras partes de los motores, debieran confiarse únicamente a ingenieros mecánicos capacitados.

Cualquier porción de un volante que sobresalga 2.00 mts. del piso o plataforma, debiera resguardarse con una cubierta de lámina metálica u otro material resistente con dimensiones de acuerdo con las tablas A y B.

Si en vez de este resguardo se usan barandales y zoclos, el barandal debiera colocarse a no menos de 38 cms. y a no más de 50 cms. de la llanta de la rueda. Debieran colocarse zoclos "standard" en todo volante, parte del cual se halle en una fosa o que esté a menos de 30 cms. del piso. Si es necesario el paso sobre los cojinetes o chumaceras, debiera instalarse un puente con barandal "standard" y zócalo. Los volantes con llanta lisa, de 1,50 m. o menos de diámetro son peligrosos y han causado graves lesiones. Tales volantes debieran estar resguardados con una cubierta completa (figura 34) o con resguardo de barandal. Independientemente del diámetro del volante, si cualquier porción del mismo sobresale al piso de trabajo, esa porción debiera quedar totalmente cubierta o circundada con un barandal.

### **REGULADORES**

Un regulador centrífugo debiera estar encerrado en la misma forma que un volante. Un regulador de bolas debiera estar protegido por un resguardo de canastilla fija o soportes rígidos y que permita el engrase y la inspección. El resguardo debiera extenderse hasta el nivel más alto de las bolas del regulador.

## VOLANTES

Revoluciones seguras, por minuto, para volantes de hierro fundido, como se indican en la edición más reciente del Kent's Mechanical Engineer's Handbook, como sigue:

	Diámetro mts.	Tipo de Junta			
		Sólida	Eslabón	Cojinete	Brida
0,305	(1')	1910	1480	1350	955
0,610	(2')	955	749	675	478
0,915	(3')	637	493	450	318
1,220	(4')	476	370	338	239
1,525	(5')	382	296	270	191
1,830	(6')	318	247	225	159
2,140	(7')	273	212	193	136
2,440	(8')	239	185	169	119
2,745	(9')	212	164	150	106
3,050	(10')	191	148	135	96
3,355	(11')	174	135	123	87
3,660	(12')	159	124	113	80
3,960	(13')	147	114	104	73
4,270	(14')	136	106	96	68
4,575	(15')	128	99	90	64
4,880	(16')	120	92	84	60
5,185	(17')	112	87	79	56
5,490	(18')	106	82	75	53
5,795	(19')	100	78	71	50
6,100	(20')	95	74	68	48
6,405	(21')	91	70	65	46
6,710	(22')	87	67	62	44
7,015	(23')	84	64	59	42
7,320	(24')	80	62	56	40
7,625	(25')	76	59	54	38
7,930	(26')	74	57	52	37
8,235	(27')	71	55	50	35
8,540	(28')	68	53	48	34
8,845	(29')	66	51	47	33
9,150	(30')	64	49	45	32

*Figura 33.*

## IMPULSORES A FRICCIÓN

Las partes de los impulsores de fricción expuestas a contacto, debieran cubrirse con resguardos normales. Los pernos salientes, así como los rayos, brazos e impulsores a fricción de tela, con agujeros, debieran estar completamente cubiertos.

### **ACOPLES O BRIDAS DE UNION**

Los acoples de transmisión debieran hacerse sin que sobresalgan pernos, tuercas, prisioneros u otras irregularidades. Los pernos debieran ser hundidos o al ras. Si sobresalen más allá de la superficie lisa de la brida, ésta debiera quedar cubierta con un cobertor.

Las bridas de embrague, de mordaza debieran tener cobertores cilíndricos que al menos cubran las mordazas. Las partes móviles tanto de los embragues de mordaza como de las bridas de embrague a fricción, debieran estar fijadas a la flecha de transmisión.

**TABLA B**  
**ESPECIFICACIONES DE RESGUARDOS PARA BANDAS, CABLES Y CADENAS**  
**HORIZONTALES ELEVADOS, INSTALADOS A 2,10 MTS. O MAS SOBRE EL PISO O**  
**PLATAFORMA DE TRABAJO**

Resguardo	Ancho de 25 a 35 cms.	Ancho de 35 a 60 cms.	Ancho mayor de 60 cms.	Material
<b>PARTES</b>				
Bastidor1 1/2" x 1 1/2" x 1/4"	2" x 2" x 5/16"	3" x 3" x 3/8"	Hierro ángulo	
Marco1 1/2 x 3/16"	2" x. 5/16"	2" x 5/16"	Solera	
Cubierta y cortado Vertical	Nº 20 A.W.G.	Nº 18 A.W.G.	Nº 18 A.W.G.	Lámina metálicas sólida
Soportes de la cubierta	Solera de hierro 2" x 5/16"	Solera de hierro de 2" x 8/8"	Hierro ángulo de 2 1/2" x 2 1/2" x 1/4"	Solera y ángulo
Soportes del resguardo	2" x 5/16"	2" x 3/8"	2 1/2" x 3/8"	Solera
<b>SUJECIONES</b>				
Soportes de la cubierta al bastidor	(2) 5/16"	(2) 3/8"	(3) 1/2"	Remaches
Soleras del marco a los soportes (resguardo de Bandas)	(1) 5/16"	(1) 5/16"	(2) 3/8"	Remaches embudidos
Cubierta al bastidor y soportes	Remaches de 3/16" espaciados	20 cms. entre centros en los lados y 10 cms. entre centros en el fondo		
Soportes del resguardo al bastidor	(2) 3/8"	(2) 7/16"	(2) 5/8"	Remaches o pernos
Resguardo y soportes, al techo 3	Pernos de 1/4" x 1/2" o pernos de 1/2"	Pernos de 5/8" x 4" o pernos de 5/8"	Pernos de 3/4" x 6" o pernos de 3/4"	Pernos

<b>DETALLES — ESPACIAMIENTO, ETC.</b>				
Ancho de los resguardos	Una cuarta parte más ancha que la banda			
Separación entre los soportes de la cubierta	50 cms. c.a.c.	40 cms. c.a.c.	40 cms. c.a.c.	
Separación entre soleras del marco	5 cms. aparte	6.3 cms. aparte	7.6 cms. aparte	
Separación entre soportes del resguardo	90 cms. c.a.c.	90 cms. c.a.c.	90 cms. c.a.c.	

<b>OTRAS CUBIERTAS DE RESGUARDOS DE BANDA, PERMITIDAS</b>				
Lámina metálica	Nº 20 A.W.G.	Nº 18 A.W.G.	Nº 18 A.W.G.	Sólida o perforada
Tela de alambre, malla de 5 cms.	Nº 12 A.W.G.	Nº 10 A.W.G.	Nº 8 A.W.G.	
<b>ESPACIO LIBRE ENTRE LA BANDA Y EL RESGUARDO</b>				
Distancia de centro a centro de ejes	Hasta 4.50 mts. inclusive	De 4.50 mts. a 7.5 mts. inclusive	De 7.5 mts. A 12 mts. Inclusive	Más de 12 mts.
Espacio entre la banda y el resguardo	15 cms.	25 cms.	38 cms.	50 cms.

La protección para acoples, ya delimitada, también debiera usarse para las bridas de unión en flechas de transmisión elevadas siempre que tales acoples se hallen dentro de una distancia de 45 cms. de chumaceras de engrase a mano.

### **COLLARINES**

Los collarines giratorios, inclusive los collarines seccionados, debieran ser cilíndricos, sin pernos o tornillos sobresalientes, o bien debieran quedar cubiertos con un resguardo fijo.

### **CHAVETAS Y PRISIONEROS**

Las chavetas sobresalientes debieran cortarse al ras como se indica en la figura 35.

Los prisioneros en los collarines y bridas debieran estar al ras o embutidos bajo la superficie de las partes metálicas en las que están insertados o bien, debieran estar protegidos con manguetas cilíndricas. Las flechas de transmisión pueden avellanarse con una broca o con un tornillo de caja, endurecido, antes de que el prisionero sea apretado. Dos prisioneros paralelos al eje de la flecha hacen una conexión considerablemente más firme.

Cuando se avellana la flecha con una broca, con frecuencia se forma una pequeña proyección o rebaba que atora la masa del volante o la chumacera, haciendo más difícil desmontarla de la flecha. Esta práctica también puede dañar la superficie interior de la chumacera cuando la rueda o polea es removida. Un "rebaje" hecho en la flecha antes de colocar la rueda o polea evitará esta dificultad.

Una práctica favorecida entre los ingenieros de seguridad es usar dos prisioneros cortos de cabeza hundida, en el mismo agujero, en vez de uno más largo para procurar un efecto de doble apriete. Los dos prisioneros se quitan con igual facilidad que uno solo largo.

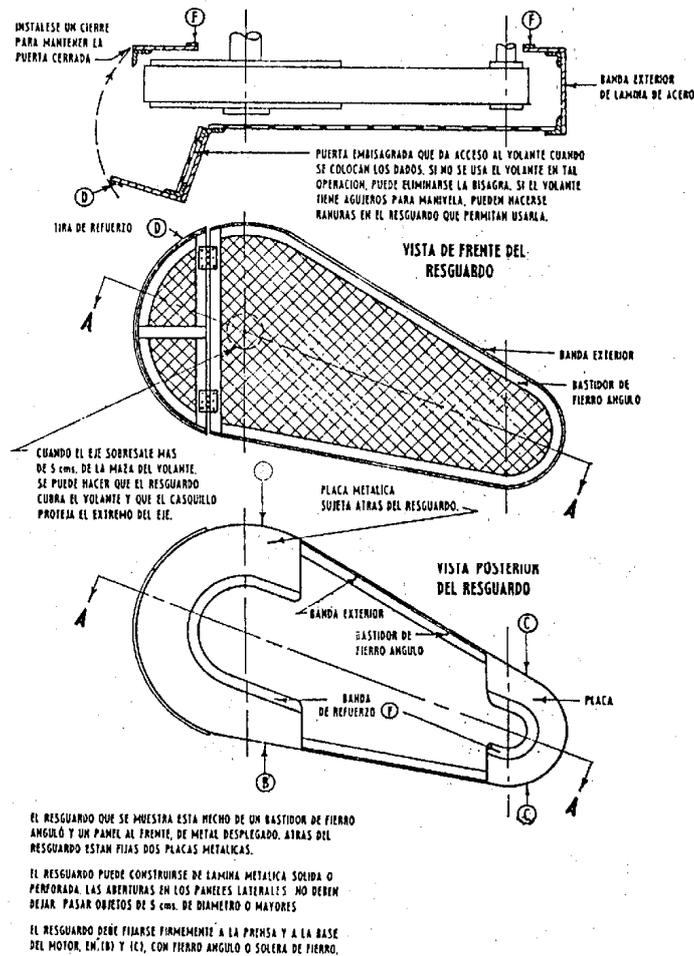


Figura 34. Un resguardo de volante, bien diseñado, para máquinas de propulsión individual. Este tipo de resguardo da una excelente protección y un fácil acceso al volante para ajustes o reparación.

### CIGÜEÑALES Y BARRAS DE CONEXION

Los cigüeñales y las barras de conexión debieran cubrirse con un resguardo o protección de barandal de acuerdo con las especificaciones dadas para tales resguardos.

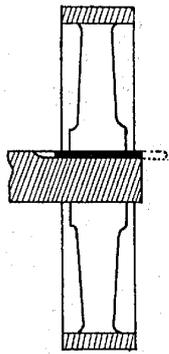


Figura 35. Las líneas punteadas indican el corte en una chaveta sobresaliente. Los ejes que sobresalen de una polea, engranaje chumacera, más de la mitad del diámetro del eje, debieran recortarse, resguardarse o cubrirse con un casquillo que no gire. Las ranuras para chavetas que se hallen descubiertas, debieran rellenarse al ras o cubrirse.

### CONTRAVASTAGOS O BARRAS DE EXTENSION DE PISTON

Los contravástagos o barras de extensión de pistón debieran protegerse similarmente y, si se usa un resguardo de barandal, el espacio libre debiera ser de 40 a 50 cms. cuando la barra esté enteramente extendida.

### EJES DE TRANSMISION

La apariencia inofensiva de un eje liso de transmisión es engañosa y no puede sobre enfatizarse la importancia de resguardarlo correctamente. Se ha sabido que las pequeñas rebabas y partes sobresalientes en lo que debiera ser un eje liso, han apesadado el pelo de una persona o su ropa suelta, o ropas de limpieza o mandiles, jalando a los empleados o trabajadores contra el eje y alrededor del mismo.

El empuje lateral excesivo, puede hacer que las bridas de unión de la flecha se suelten y dejen caer el eje. Consecuentemente, toda línea continua de transmisión, debiera mantenerse en posición, contrarrestando el movimiento lateral excesivo. La misma regla se aplica a los ejes de transmisión inclinados y verticales.

El mantenimiento de los ejes de transmisión debiera hacerse de acuerdo con las siguientes prácticas:

1. Conservar los ejes alineados y libres de grasa o aceite excesivos.
2. Asegurar las líneas continuas de ejes de transmisión, contra un excesivo empuje lateral.
3. Inspeccionar los soportes a intervalos frecuentes, para ajustar los pernos y tornillos de sujeción que estén flojos.
4. Para trabajar en ejes de transmisión elevados donde sea imposible instalar pasillos o pasaderas, úsense plataformas, escaleras de tipo de tijera o escaleras rectas con zapatas de seguridad y ganchos en el extremo superior, para engancharse sobre la flecha de transmisión.

Las partes expuestas de una flecha de transmisión horizontal, a 2,10 metros o menos del piso o plataforma de trabajo, excepto los pasillos usados solamente para engrase y ajuste, debieran cubrirse con un ducto de tres lados o con una cubierta fija.

Las transmisiones horizontales a 4,50 metros o menos, sobre un pasillo, debieran resguardarse en la misma forma. Este tipo de resguardo evitará que personas u objetos sobre camiones o elevados en alguna otra forma arriba del camino o del pasillo, puedan estar en contacto con la línea de transmisión .

Los ejes de transmisión instalados bajo las mesas de trabajo, debieran estar cubiertas completamente por una caja o mediante un ducto con lados y fondo o lados y parte superior. Los lados del ducto no debieran estar a más de 15 cms. de la parte baja de la mesa. Las transmisiones cercanas al piso debieran ser resguardadas de modo que los lados del ducto o la caja queden a menos de 15 centímetros del piso. En todo caso, los costados del resguardo debieran extenderse 5 centímetros arriba o hacia abajo de la transmisión, según sea el caso.

Las transmisiones verticales o inclinadas, como bandas, debieran quedar cubiertas hasta una altura de 2,10 metros sobre el piso o plataforma de trabajo, excepto pasillos que se usen sólo para engrasado o ajuste.

## POLEAS

Toda porción de una polea que sobresalga a menos de 2,10 mts. sobre el piso o plataforma de trabajo, debiera estar encerrada o hasta esa altura con resguardos construidos de acuerdo con las especificaciones anotadas en las tablas A y B. La tabla B especifica los materiales y dimensiones de los resguardos para bandas elevadas horizontales, cables y cadenas, a 2,10 metros o más sobre el piso o plataforma. Los barandales "standard" pueden usarse como resguardos para poleas si están construidos de acuerdo con las recomendaciones dadas en el tópico "Barandales y Zócalos" y se hallan colocados a no menos de 40 cms., ni más de 50 cms. de la polea.

Las poleas que sirven como volantes, tales como las de las prensas, en las cuales el punto de contacto entre la banda y el volante está a más de 2,10 metros sobre el piso o plataforma de trabajo, debieran estar resguardadas con una cubierta cuando menos hasta 2,10 metros sobre el piso o plataforma de trabajo. Si la parte superior de dicha polea está a 2,10 metros o menos sobre el piso, la polea debiera quedar encerrada. (Figura 36). Generalmente se usa lámina metálica para este resguardo, la cual no debe de ser de calibre menor de N° 20.

La distancia entre una polea y otra polea o una suspensión, excepto en el caso de poleas fijas y locas, debiera ser ligeramente mayor que el ancho de la banda. Esto evita que la banda quede atorada entre el suspensor y la polea o entre las dos poleas, si la banda se resbalara de una de ellas y, además, evita la posibilidad de que la banda halle hacia abajo la línea de transmisión.

Si no es posible separar las poleas más que el ancho de la banda, un resguardo evitará que la banda quede atorada en caso de resbalar fuera de la polea. Este resguardo puede ser una placa circular o disco de un diámetro 10 cms. mayor que el de la polea, fijo al costado de la misma donde haya insuficiente espacio.

Las poleas de madera laminada o de material prensado (a menos de que estén construidas con pegamento impermeable) no debieran usarse donde estén continuamente sujetas a humedad. Las poleas expuestas a acción corrosiva, debieran estar hechas de materiales resistentes a la corrosión, tales como madera.

Las poleas debieran inspeccionarse frecuentemente revisando rajaduras en los rayos y llantas. Si se encuentran rajaduras o si una parte de la llanta está rota, la polea debiera quitarse de servicio inmediatamente. Las poleas seccionadas debieran inspeccionarse para verificar que los pernos que sujetan los segmentos estén apretados. Las poleas permanentes fuera de servicio, debieran quitarse de la flecha de transmi-

sión y almacenarse.

Al igual que otro equipo de transmisión de fuerza, las poleas debieran conservarse propiamente alineadas, y aquellas que trabajen a velocidades periféricas que excedan de 1.200 metros por minuto, debieran diseñarse especialmente y ser balanceadas cuidadosamente para la velocidad a la que van a operar.

Debe colocarse un resguardo en el lado exterior de una polea colocada al extremo de una flecha de transmisión, a fin de evitar que la banda se desmonte y golpee a una persona que pudiera estar directamente debajo.

## BANDAS

El resguardo de bandas de transmisión de fuerza, pequeñas o angostas que trabajan a baja velocidad, ha sido siempre tema de controversia entre varios grupos interesados en la prevención de accidentes. Se han estudiado muchos accidentes causados directa o indirectamente por bandas angostas trabajando a velocidades consideradas inofensivas. Resulta importante seguir las siguientes recomendaciones para todas las instalaciones nuevas:

1. Las bandas V, las bandas cilíndricas o de correa y los cables de transmisión que corran en poleas acanaladas, debieran estar encerrados. Las bandas con grapas o sujetores metálicos también deben estar resguardadas.
2. Las bandas de transmisión horizontales que se hallen a 2,10 metros o menos del nivel del piso, corriendo a más de 75 metros por minuto, debieran quedar cubiertas. Las bandas horizontales elevadas debieran resguardarse como se indica a continuación.
3. Las bandas verticales e inclinadas de cualquier ancho y a cualquiera velocidad mayor de 75 metros por minuto, debieran encerrarse hasta una altura de 2,10 metros o resguardarse con un barandal "standard" (Figura 37).
4. Las poleas, independientemente de su velocidad, debieran resguardarse por lo menos hasta el punto de opresión.

A menos de que sea absolutamente necesario, las bandas no debieran operar a través de pisos o paredes, debido al peligro de incendio que presentan las aberturas y por la posibilidad de fricción, si la banda frota contra material combustible.

Las bandas nunca debieran adobarse cuando están en movimiento, a menos que el resguardo tenga aberturas a través de las cuales pueda tratarse la banda con un cepillo o instrumento de mano, cerca del punto en donde la banda se desprende de la polea.

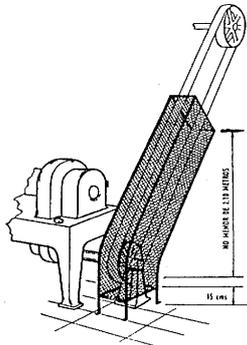


Figura 37. Las bandas inclinadas y verticales debieran resguardarse como se indica en el grabado. Donde sea necesario sujetar el resguardo al piso, debiera dejarse un espacio libre, de 15 cms.



### **Electricidad Estática**

Debe darse una cuidadosa consideración al peligro de las chispas de electricidad estática originada en bandas y flechas de transmisión, donde haya polvos explosivos o vapores o líquidos inflamables. La electricidad estática puede descargarse por medio de una escobilla de alambres de cobre u otros cepillos o peines metálicos flexibles, similares, generalmente de cobre. Tales dispositivos debieran estar conectados eléctricamente a tierra a través de un alambre flexible desnudo, de calibre N° 18. Es preferible el alambre de hilos, si es que va a estar sujeto a vibración.

Cuando se usan escobillas o peines, debieran ser del mismo ancho que la banda. Un peine se coloca generalmente a 25 cms. de la línea de contacto en donde la banda despega de cada polea o volante y debiera quedar cerca de la banda pero no en contacto con ella.

La acumulación de electricidad estática también puede controlarse mediante la ionización del aire entre la superficie que acumula dicha electricidad y una tierra fija cercana a esa superficie. Esta ionización puede lograrse mediante el uso de dispositivos de corriente alterna de alto voltaje, o una llama de gas, o dispositivos que utilicen las cualidades de emisión de rayos alfa, de ciertos materiales radiactivos. En algunas unidades el material radiactivo emite únicamente partículas alfa. Dado que la radiación alfa puede ser detenida por una hoja de papel periódico o por menos de un milímetro de piel tales unidades no son especialmente peligrosas como fuentes de radiación externa. Si las unidades tienen fuga de material radiactivo que sea inhalado o ingerido por el personal, el material se vuelve un emisor interno extremadamente peligroso. Las unidades que emiten únicamente partículas alfa, son generalmente de corta vida.

Las unidades de mayor duración, generalmente emiten radiaciones beta y gamma además de alfa y pueden ser fuentes peligrosas de radiación externa. El personal que trabaje cerca de ellas debiera estar protegido por pantalla. Dado que la radiación efectiva decrece muy rápidamente con la distancia a su origen, la mejor protección para eliminar el riesgo es instalar las unidades lo suficientemente lejos del lugar de trabajo.

Todas las instalaciones como las mencionadas debieran ser revisadas por personal preparado, tanto en lo que se refiere a radiación como a fugas posibles de material activo en radiaciones alfa, antes de que sean puestas en operación. Luego los resguardos instalados y los procedimientos de operación debieran ser meticulosamente mantenidos.

### **Sujetores de bandas**

No debieran usarse sujetores metálicos para unir bandas que se monten a mano. Tales sujetores o correas pueden enredar el pelo, la ropa, el equipo o el material y causar lesiones graves.

Las grapas o los sujetores metálicos para banda, pueden también provocar chispas que, a su vez pudieran incendiar polvos, gases o vapores inflamables. Las uniones hechas con grapas individuales o alambres, son excepcionalmente peligrosas porque el uso normal puede hacer que se desprendan de la banda fragmentos filosos. Se recomiendan las grapas múltiples, las cintas de cuero, o el encementado. Si tienen que usarse correas de alambre, los pasadores de cuero crudo reducirán el riesgo.

## Bandas horizontales

Si ambas ramas de una banda horizontal se hallan dentro de una altura de 2,10 metros sobre el piso, el resguardo debiera llegar por lo menos hasta 38 cms. por sobre la llanta superior, o a una altura "standard" de acuerdo con la tabla A. Si ambas ramas se hallan a 1,00 metro o menos sobre el piso, la banda debiera estar completamente encerrada.

Si el espacio entre la rama superior y la inferior de una banda horizontal permite el paso de personas, debiera colocarse un barandal "standard" y zoclo en toda la longitud de la banda y hacerse un pasadizo cubierto de modo que el personal pueda cruzar la rama inferior de la banda, sin peligro de tocarla en ningún punto.

### Bandas elevadas horizontales (a 2,10 metros o más sobre el piso)

Si se revienta una banda elevada horizontal, tiende a "chicotear", especialmente si es una banda larga corriendo a velocidad media o alta. Consecuentemente, el resguardo de una banda elevada horizontal debiera cubrir toda la longitud de la banda y seguir la línea de la polea hasta el techo, o debiera extenderse hasta la pared más próxima como se indica en la figura 38.

Las bandas elevadas horizontales a más de 2,10 metros sobre los pasillos o

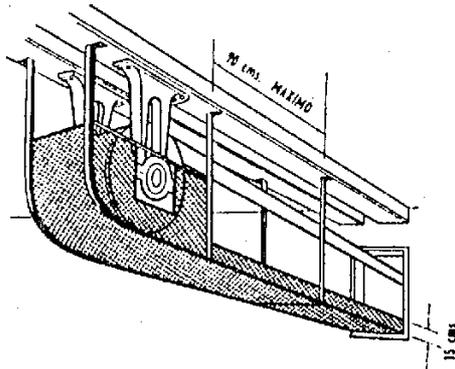


Figura 38. Este tipo de resguardo de banda y polea, es necesario en donde la rama inferior de la banda está a 2,10 mts. O menos del piso, y también en bandas anchas y de alta velocidad que se hallan sobre pasillos y áreas de trabajo. Pueden hacerse removibles los costados del resguardo para permitir acceso a la banda y la polea. Obsérvese la forma del resguardo que puede retener la banda en caso de que se revienta.

áreas de trabajo, debieran resguardarse en toda su longitud si la banda viaja a 5,40 metros por minuto o con más rapidez o si la distancia de centro a centro entre las poleas es de 3,00 metros o más, o si las bandas son de 20 cms. o más de ancho. El procedimiento para resguardar las cadenas de transmisión y bandas de eslabones elevadas, es el mismo que para las bandas horizontales.

Para que las bandas horizontales elevadas así como los soportes de suspensión estén fijamente sujetos a las paredes y techos, debieran usarse tornillos de madera o pernos de rosca (o soportes equivalentes). Si los soportes se fijan a la construcción de mampostería, debieran usarse pernos de anclaje.

Cuando los suspensores del resguardo quedan colgando de los largueros de las armaduras o de las vigas del piso superior, los pernos debieran colocarse horizontales y a través de las vigas o largueros a fin de que el tirón sobre ellos sea en ángulo recto con los mismos. Además, tales pernos debieran colocarse en la mitad superior de la viga o larguero a fin de que la mayor porción de la resistencia de la vida pueda utilizarse. Puede ser necesario reforzar tales vigas o largueros de modo de que pue-

dan sostener con seguridad el peso y el esfuerzo impuestos por los resguardos, flechas de transmisión, suspensores y motores.

El material para las bandas elevadas horizontales debiera estar de acuerdo con las especificaciones para anchos de 25 a 35 cms. (tabla B), aún para bandas de menos de 25 cms. de ancho. Sin embargo puede usarse lámina de acero de calibre N° 20, para cubrir los resguardos, para Bandas de menos de 25 cms. de ancho.

Los requisitos a que debieran sujetarse los resguardos para cables de transmisión horizontales elevados y transmisiones de cadena, debieran ajustarse a los exigidos para resguardos de bandas elevadas horizontales de ancho similar, pero debiera usarse un material sólido. Para recubrir los lados del resguardo para la rama inferior de la banda o cadena, debieran extenderse 5 cms. arriba del nivel de la rama inferior de la banda y 5 cms. sobre la periferia de la polea cubierta por el resguardo.

#### **Bandas verticales e inclinadas**

Las bandas verticales e inclinadas debieran resguardarse hasta una altura de 2,10 metros. En las bandas inclinadas la distancia de 2,10 metros se mide perpendicularmente desde la parte superior del resguardo al piso o plataforma. Si la polea inferior está a menos de 2,10 metros sobre el piso, debiera encerrarse hasta ese nivel.

#### **Cono de poleas**

La banda para cono de poleas debiera estar provista de un montador de banda construido de modo de que proteja el punto de opresión de la banda de la polea. Si el bastidor del montador de la banda no protege el punto de opresión, éste debiera protegerse por medio de un resguardo vertical colocado frente a la polea y rebasando la polea mayor del cono, cuando menos 8 cms.

Si la banda es del tipo sin fin o unida con correa de cuero crudo y si no se ha provisto montador de banda, el punto de opresión puede protegerse por medio de un resguardo hecho según el contorno de la polea. Los conos de poleas a menos de 1,00 metro del piso o plataforma de trabajo debieran resguardarse hasta esa altura independientemente de que la banda sea sin fin o esté atada con correa de cuero crudo.

#### **4.31 TENSORES DE BANDA**

Los tensores de banda (rodillos libres) debieran estar bien sujetos. Las chumaceras debieran tener cubierta de casquillo y el tensor debería estar además asegurado, sujetándosele a una cadena o cable suspendido del techo o de un soporte elevado. Esta precaución evitará, en caso de que se reviente la banda que el tensor caiga sobre personas que puedan estar trabajando abajo.

#### **ENGRANAJES, RUEDAS DENTADAS Y CADENAS**

Los engranajes impulsados mecánicamente debieran protegerse por alguno de estos medios:

1. Con una cubierta completa cubriendo todos los lados, sin aberturas en el resguardo que excedan de 12 mm., si el resguardo está a 10 cms. o menos del engrane. Son permisibles los resguardos de madera donde haya una excesiva exposición a la humedad o a substancias químicas que puedan causar un rápido deterioro de los resguardos metálicos.

2. Con un resguardo de tela de alambre o de metal desplegado, perforado o de lámina lisa, cuando menos hasta 2,10 metros de altura, colocado desde 10 hasta 38 centímetros del engranaje móvil en cada lado y extendiéndose 15 centímetros por arriba del engranaje. Las aberturas en tales resguardos no debieran exceder de 5 centímetros.
3. Con una banda que cubra la cara del engranaje, y que tenga cejas que lo cubran lateralmente hasta el fondo de los dientes en el lado, o lados expuestos del engranaje. Si cualquier porción de un tren de engranes protegida con una banda, está a menos de 2,10 metros del piso o plataforma de trabajo, debe cubrirse con un resguardo como los especificados para las poleas, hasta una altura de 2,10 metros.

Los engranajes operados a mano se accionan generalmente con una manivela corta y cuando el operador se abraza de la estructura de la máquina, puede quedar en contacto con los engranes. Donde haya el más ligero peligro de lesión causada en esta forma, deben usarse resguardos.

Las ruedas dentadas o cadenas, a menos de 2,10 metros del piso o plataforma, o colocadas de tal modo que la ruptura de la cadena lesionada a un trabajador u otras personas que se hallen cerca, debieran resguardarse en igual forma que las bandas y poleas.

## DISPOSITIVOS DE ARRANQUE Y PARADA

### Embragues

Los embragues, acoples o poleas acopladas que tengan partes sobresalientes o que estén a 2,10 metros o menos del piso, debieran quedar cubiertos con resguardos fijos. Algunos embragues, en el interior de la máquina, pueden considerarse "resguardados por colocación", pero si existiera cualquier posibilidad de contacto, debiera emplearse una cubierta completa.

Si las chumaceras se hallan instaladas adyacentes a un embrague de fricción o acoplamientos de conexión, debieran usarse chumaceras autolubricadas que sólo necesitan una atención poco frecuente.

*Los aparatos de control remoto* comprenden todos los dispositivos usados para arrancar y parar las máquinas donde al operador le es imposible verlas, o una parte importante de la máquina que está echando a andar.

Dicho equipo debiera marcarse en forma distintiva respecto a su función y también debiera equiparse con igual dispositivo de control de cierre que el del control principal de arranque y de paro. En muchos casos se usan luces de señal para indicar si el control ha puesto la máquina en movimiento o no.

Los dispositivos de arranque lento se usan frecuentemente en máquinas grandes con arranque a control remoto. Cuando se opera el mecanismo de arranque, suena una sirena u otra señal audible, durante 30 segundos o más, antes de que la máquina se mueva. Este tipo de dispositivo de arranque es especialmente útil en el equipo en el que es imposible usar controles de interconexión para cada persona cercana a la máquina.

La precaución principal que debe tenerse con el equipo de control remoto, es la de asegurarse que los controles estén protegidos o hechos de tal modo que quede eliminado el peligro de arranque accidental.

En una buena práctica usar un interruptor con el botón de “arranque” embutido y con el de “paro”, sobresaliente.

Es extremadamente importante que todo el personal interesado sea instruido en los peligros y procedimientos de operación involucrados. En muchos casos, los controles de interconexión pueden instalarse en tal forma, que cualquier operador de una máquina puede cerrarlos y evitar que sean accionados de nuevo hasta que todos los demás operadores estén fuera de peligro.

Cuando dos o más personas trabajen en una misma máquina, debiera asignarse a uno de ellos la responsabilidad de que sigan los métodos de trabajo seguros; así también, debiera acordarse un sistema de señales a prueba de tontos. Algunas compañías han establecido la regla de que una vez que una máquina o un grupo de máquinas ha sido parado, una persona autorizada debe visitar esa estación particular y accionar nuevamente el dispositivo, antes de que la maquinaria sea puesta en arranque otra vez.

Los encargados de mantenimientos, engrasadores y reparadores, deben tener candados y deben usarlos para poner fuera de servicio los aparatos impulsados en los cuales estén trabajando. Algunos profesionales de seguridad recomiendan que tales candados se coloquen en el interruptor de corriente (si son impulsados por energía eléctrica), en vez de hacerlo en la estación de control remoto. Cuando dos o más hombres trabajen en la misma tarea, al mismo tiempo, cada uno de ellos debiera tener y usar su propio candado y llave, sin que haya dos candados iguales.

### **Montadores de bandas**

Las bandas nunca debieran montarse a mano. El trabajador puede herirse los dedos o la mano con la orilla de la banda o con las grapas de unión pueden oprimirsele los dedos o la mano entre la banda y la polea.

Los montadores de bandas son de dos tipos distintos: de horqueta y palanca o mecanismos de cadena. Las bandas de los conos de poleas son generalmente montadas por medio de mecanismos de palanca o de cadena.

En donde se usen poleas fijas y locas, debiera haber un montador de banda permanente, al alcance fácil del operador. El montador de banda debiera impedir que resbale la banda de la polea loca a la fija.

Independientemente del tipo de acción, los montadores de bandas debieran tener un dispositivo de cierre que evite que la banda resbale de su lugar si se le golpea o monta sin intención. Tales dispositivos tienen oquedades para manijas de operación, pasadores de cierre, trinquetes de control o excéntricas, cualquiera de los cuales puede ser fácilmente construido en cualquier tipo de montador de banda, sea de madera o de metal.

Debieran observarse las siguientes reglas de seguridad en la construcción o adaptación de montadores de banda:

1. Para arrancar o parar las máquinas, todas las palancas de los montadores de bandas en un departamento, debieran moverse en la misma dirección. (Los embragues de fricción en ejes secundarios con dos poleas de embrague, con bandas cruzadas o abiertas, quedan excluidos de esta regla). La palanca del montador de banda de un embrague a fricción, tiene tres posiciones, y la máquina está parada cuando la palanca se halla en la posición central o neutral.
2. Los dispositivos de cierre debieran ser iguales y uniformes de acción posi-

va.

3. Si es imposible proporcionar métodos positivos de desconexión o cierre de motores mientras se efectúan reparaciones, debieran colocarse tarjetas preventivas o de NO SE USE, en los montadores de bandas. En una palanca horizontal o una que se opere desde el piso, puede ponerse un casquillo de aviso en la manija.
4. Puede usarse cualquier dispositivo suplementario que, mediante un color distintivo o al tacto, prevenga a las personas para que no se operen la máquina; pero las cuadrillas de mantenimiento y otras que trabajen en una máquina, debieran usar siempre un dispositivo de candado. Donde tales dispositivos de protección no se usen, las bandas debieran desmontarse de la polea motriz, aunque se haya desconectado el embrague.
5. Los montadores de banda no debieran sobresalir sobre los pasillos donde puedan golpearlos o moverlos accidentalmente, personas o vehículos. Las palancas de control debieran estar colocadas donde el operador pueda parar el equipo desde su posición acostumbrada de operación. Si el montador de banda no está colocado directamente sobre la máquina o sobre el banco de trabajo, la palanca debiera estar a 1.90 metros sobre el piso.

#### **Horquetas y pértigas**

La práctica de usar horqueta y pértiga no es recomendable, pero donde es necesario desmontar o montar bandas de poleas simples, la pértiga debiera ser suficientemente grande para que el trabajador la sujete con seguridad. Debiera usar el montador con precaución y sostenerlo alejado del cuerpo para reducir el peligro de ser golpeado.

Para desmontar bandas, los trabajadores debieran desmontar la banda de la polea *motriz*, y no de la polea impulsada. Cuando va a montarse una banda que conecta una flecha secundaria con la línea de transmisión, debiera montarse primero en la polea de la flecha secundaria y después en la polea de la transmisión principal.

#### **Perchas**

Las perchas de banda debieran usarse donde no hay instaladas poleas locas. Las ménsulas, rodillos u otros dispositivos que mantienen la banda alejada de la línea de transmisión pueden usarse como perchas. Pueden construirse e instalarse de modo que la banda pueda fácilmente montarse y desmontarse de la polea, con el montador de pértiga.

Si la percha está alejada de la polea o tiene un reborde en el extremo, habrá poco riesgo de que la banda roce la polea cuando esté en la percha.

(La tabla C que resume los principios de resguardo de los puntos de operación, comienza en la siguiente página).

#### **PRENSAS HIDRAULICAS: EFECTIVIDAD DE LOS RESGUARDOS**

Las prensas mecánicas ocasionan anualmente muchas mutilaciones de manos, brazos y dedos, pero la aplicación de métodos preventivos puede evitar una buena parte de esas lesiones.

Si la gerencia proporciona un lugar de trabajo y máquinas seguras;

Si los supervisores se preocupan por mantener las máquinas seguras mediante la inspección periódica, el debido mantenimiento, colocación de los resguardos, operación correcta y si los trabajadores u operarios observan las reglas de seguridad.

La operación de las prensas mecánicas no tiene que ofrecer riesgos; de hecho puede ser muy segura si se siguen unos cuantos principios fundamentales. Entre éstos están:

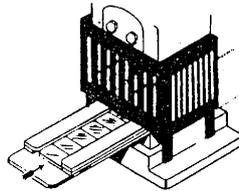
- a) El diseño de los dados para obtener la mejor producción y para facilitar una operación segura.
- b) Métodos efectivos en los puntos de operación.
- c) Resguardos efectivos en los puntos de operación.
- d) Mantenimiento adecuado de las prensas.
- e) Entrenamiento correcto de los operadores.
- f) Supervisión adecuada y consciente.

El resguardo efectivo de los puntos de operación es vital e importante, porque en la operación de prensas, la menor falta de atención puede ser desastrosa.

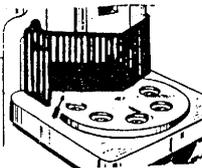
Los psicólogos están de acuerdo en que es imposible mantener la atención en una sola cosa por más de unos cuantos segundos.

Ningún ser humano puede concentrarse exclusivamente sobre la misma operación miles de veces al día. La mente tiene que desviarse; y es para proteger al operario en movimiento de repetición, donde la inatención puede traducirse en la pérdida de una mano, un brazo o un dedo, que se requieren los resguardos en el punto de operación.

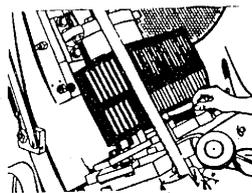
Los que piensan que resguardar el punto de operación de una prensa mecánica, interfiere con la producción, están equivocados. Los resguardos bien diseñados no solamente no interfieren con la operación de las prensas, sino que verdaderamente aumenta la producción.



*Alimentación Seguida*



*Alimentación de Disco*



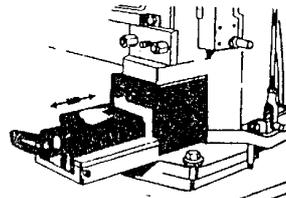
*Alimentación por Gravedad*

**TABLA C**  
**RESGUARDOS - PUNTOS DE OPERACION**

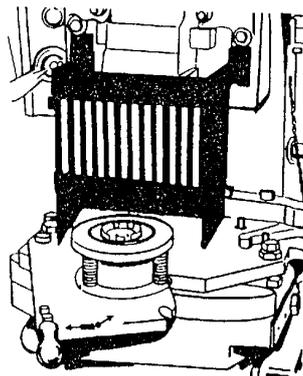
Tipo de método de protección	Acción del resguardo	Ventajas	Limitaciones	Máquinas típicas en las cuales se usa
Alimentación automática o semiautomática (Con cubierta en las zonas de peligro).	El material se alimenta mediante duchos, tolvas, transportadores, dados móviles, alimentación de disco, rodillos, etc.  La cubierta no admitirá ninguna parte del cuerpo.	(a) Generalmente aumenta la producción.  (b) El operador no puede colocar las manos en la zona de peligro.	(a) Costo excesivo de instalación en casos de producción corta.  (b) Requiere un mantenimiento especializado.  (c) No es adaptable a las variaciones del material.	Máquinas de panadería y de dulces.  Sierras circulares.  Prensas troqueladoras.  Rompedoras textiles.  Cepilladoras de madera.
Acción a dos manos.  (Puede adaptarse a operaciones múltiples).  (a) Eléctrica.  (b) Mecánica.	La presión simultánea de las dos manos sobre los botones en serie del interruptor, actúa la máquina.  La presión simultánea de las dos manos en las válvulas de control de aire, palancas mecánicas, controles interconectadas con control de pie, o la remoción de bloques sólidos o retenes, permiten la operación normal de la máquina.	(a) Las manos del operador se hallan fuera de la zona de peligro.  (b) Sin obstrucción a la alimentación a mano.  (c) No requiere ajuste.  (d) Puede ser equipada con controles remotos de presión continua, para permitir el "arranque lento".  (e) Generalmente es fácil de instalar.	(a) El operador puede alcanzar la zona de peligro después de accionar la máquina.  (b) No protege contra la repetición mecánica a menos que se usen bloques o retenes.  (c) Algunos retenes pueden inutilizarse sosteniéndolos o amarrando un control y permitiendo así la operación con una mano.  (d) No puede usarse en algunas operaciones de troquelado.	Escopladoras de madera.  Mezcladoras de masa.  Prensas de embutir.  Cortadoras de papel.  Máquinas para prensar.  Prensas troqueladoras.  Tanques lavadores.
Cubiertas o barreras.  (a) Cubierta completa de fijación sencilla.	La barrera o la cubierta de resguardo admite el material pero no permite que estén manos en la zona de peligro, debido al tamaño de la abertura de alimentación, a la localización remota o a su forma poco usual.	(a) Proporcionan un encierro completo si se conservan en su lugar.  (b) Dejan libres ambas manos.  (c) Permiten generalmente el aumento de producción.  (d) Son fáciles de instalar.  (e) Son ideales para troquelado en prensas.  (f) Pueden combinarse con alimentación automática.	(a) Están limitadas a operaciones específicas.  (b) Pueden requerir herramientas especiales para remover el material atorado.  (c) Pueden interferir con la visibilidad.	Rebanadoras de pan.  Prensas de embutir.  Picadoras de carne.  Cortadoras de metal cuadrado.  Puntos de opresión en los rodillos de fábricas de caucho (hule), papel, textiles y otras.  Cortadoras de esquinas de papel.  Prensas troqueladoras.

(b) Cubiertas de advertencia (generalmente ajustables al material de alimentación)	La barrera o la cubierta admiten la mano del operador, pero le advierten antes de que llegue a la zona de peligro.	(a) Hacen más seguras las máquinas "difíciles de resguardar". (b) Generalmente no interfieren con la producción. (c) Son fáciles de instalar. (d) Admiten tamaños variables de material.	(a) Las manos pueden entrar en la zona de peligro - el resguardo no es completo todo el tiempo. (b) Peligro de que el operador no use el resguardo. (c) Con frecuencia requiere ajuste y mantenimiento cuidadoso.	Sierras de banda. Sierras circulares. Cortadoras de tela. Cortadoras de masa. Trituradoras de hielo. Machihembradoras. Cortadoras de cuero. Trituradoras de roca. Escopleadoras de madera.
(c) Barrera con contacto eléctrico o retén mecánico accionando el freno eléctrico o mecánico.	La barrera para rápidamente la máquina o evita la aplicación de una presión que lesione, cuando cualquier parte del cuerpo del operador la toca o se aproxima a la zona de peligro.	(a) Hace más seguras las máquinas "difíciles" de resguardar. (b) No interfiere con la producción.	(a) Requiere ajuste y mantenimiento cuidadosos. (b) hay posibilidad de causar lesiones leves antes de que funcione el resguardo. (c) El operador puede hacer inoperante el resguardo.	Cortadoras de masa. Rodillos planchadores lisos. Cortadores de esquinas de cajas de papel. Terminales de cajas de papel. Prensas troqueladoras. Calandrias para caucho (hule) y para papel. Molinos de hule.
(d) Cubierta con interconexión eléctrica o mecánica.	El resguardo o barrera corta la corriente o evita el arranque de la máquina cuando el resguardo está abierto; evita que se abra el resguardo cuando la máquina está accionada o deslizándose. (La interconexión no debiera evitar la operación manual o el "avance lento" a control remoto).	(a) No interfiere con la producción. (b) Las manos están libres; la operación del resguardo es automática. (c) Suministra un resguardo completo y positivo.	(a) Requiere ajuste y mantenimiento cuidadosos. (b) El operador puede hacer inoperante el resguardo. (c) No protege en el caso de repetición mecánica.	Cortadoras de masa y mezcladoras. Tambores de fundición. Extractores de lavandería, secadores y tambores. Prensas troqueladoras. Tambores de teñido. Picadores textiles, cardas.
Métodos misceláneos. (a) Carrera limitada del émbolo	La carrera del émbolo está limitada a 10 cm. o menos; los dedos no pueden entrar entre los puntos de presión.	(a) Da una protección positiva. (b) (b) No requiere la alimentación o producción normal.	En abertura pequeña limita el tamaño del material	Prensas movidas a pedal. Prensas troqueladoras.
Celda Fotoeléctrica	El haz de luz de un ojo eléctrico y el freno, paran rápidamente o impiden su arranque si las manos están en la zona peligrosa.	(a) No interfiere la alimentación o producción normal. (b) No obstrucciona la máquina ni al operador.	(a) Instalación costosa. (b) No protege contra repetición mecánica. (c) Uso limitado generalmente.	Prensas de embutir. Prensas troqueladoras. Molinos de caucho (hule).
(c) Herramientas especiales o manijas en los dados.	Tenazas de mango largo, alzadores de vacío o sujetadores de dados que evi-	(a) Baratas y adaptables a diferentes tipos de material.	(a) Requieren una preparación excepcionalmente buena del perso-	Cortadoras de masa. Dados para cortar cuero.

los dados.	tan la necesidad de que el operador ponga su mano en la zona de peligro.	(b) A veces aumentan la protección de los otros resguardos.	nal, y una supervisión.	Prensas troqueladoras.
(d) Sujetadores especiales o dispositivos de alimentación.	Dispositivo de alimentación operados a mano, hechos de metal o de madera, que mantienen las manos del operador a una distancia segura del punto de peligro.	(a) Pueden aumentar la producción a la vez que resguardan las máquinas.  (b) Generalmente son económicas para trabajos prolongados.	(a) La propia máquina no está resguardada; la operación segura depende del uso correcto del dispositivo.  (b) Requieren una buena preparación del personal y una estrecha supervisión.  (c) Apropriados para tipos de trabajos limitados.  Prensas de embutir.	Sierras circulares. Cortadoras de masa. Machihembradoras. Molinos de carne. Cortadoras de papel. prensas troqueladoras.



*Alimentación por Empuje*



*Alimentación Semi-Automática*

Algunos de los tipos más comunes de protección incluyen:

- barreras fijas
- barreras acopladas o de puerta
- resguardos fotoeléctricos
- resguardos que retiran las manos
- resguardos barreadores
- aditamentos que requieren operar dos palancas o botones para accionar la prensa.

La gran variedad y tipos de prensas mecánicas requieren una gran variedad de resguardos en los puntos de operación, pero no es posible describir sino unos cuantos aquí; aunque los requerimientos generales no varían mucho.

Un resguardo del punto de operación debe ser sencillo, bien construido y fácil de aplicar y ajustar.

No debe ofrecer un riesgo en sí. Debe ser diseñado y construido de manera que el operador no pueda colocar o permitir que su mano o dedos queden dentro de la zona de peligro creada por el movimiento de vástago.

Todas las prensas alimentadas a mano deben ser equipadas con un aditamento que evite que el vástago repita su movimiento sin que haya sido actuado el control, a menos que el punto de operación sea protegido por un resguardo fijo que lo encierre.

### **Resguardos de barrera fija**

La mejor manera de evitar lesiones en las manos con prensas mecánicas, es mantener las manos fuera de la zona de peligro, y la manera más lógica de hacer esto es mediante el uso de una barrera fija.

En las prensas alimentadas a mano, la barrera debe ser tan completa, que los dedos no puedan entrar a la zona de riesgos al estar la prensa en operación, pero que permita alimentar al dado.

### **Definiciones**

Los términos "alimentación automática", "semiautomática" o "mecánica" y de "vástago encerrado" (alimentado a mano) se definen como sigue:

"Alimentación automática" es una alimentación de tal carácter, que no se necesitan los servicios de un operador sino a intervalos, para cargar el aditamento de alimentación. Al usarse este tipo de alimentación, la zona de riesgo debe estar enteramente encerrada.

La "alimentación semi-automática o mecánica", consiste en un arreglo tal, como la alimentación por disco, alimentación rotatoria u otro arreglo similar, accionado por la máquina, mediante el cual el material es colocado bajo el vástago sin necesidad de que las manos del operador entren a la zona de peligro. Este dispositivo debe estar provisto de un resguardo que encierre el punto de operación con una barrera por delante.

"Vástago encerrado" (alimentado a mano) es un resguardo fijo que encierra todo el trayecto de su movimiento, colocado de tal manera, que los dedos del operario

no puedan introducirse bajo el vástago al estar la prensa en operación. El resguardo puede ser fijado con bisagras o adaptado de otra manera, para su fácil remoción, con fines de ajuste de reparación.

Un aditamento mecánico de alimentación permite encerrar completamente el vástago y los dados, cansa menos al operador y aumenta la producción.

Frecuentemente se dice que esta alimentación es buena para "talleres de producción", pero que es demasiado costosa para talleres chicos. Esto puede ser cierto cuando se instalan discos de cavidad múltiple de alimentación, pero frecuentemente una simple pieza hecha de lámina de hierro de N° 16, como un resbalador, permitirá que la parte resbale en la cavidad del disco.

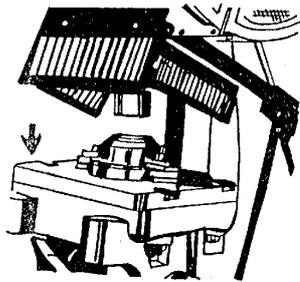
Después de perforar o moldear la pieza, esta puede ser extraída con aire o en el caso de una prensa inclinada, retirada con una palanca o punta actuada por un resorte.

Este aditamento simple no solamente permite el resguardo de la zona de peligro de la prensa, sino que puede ser empleado para hacer funcionar cualquier número de partes a un costo inicial insignificante.

Las tolvas pueden ser frecuentemente usadas para surtir una canaleta operada a mano o para alimentar una mesa giratoria que admite la pieza al dado. Algunos talleres usan rollos que alimentan por fricción y alimentadores excéntricos interconectados al vástago o al cigüeñal.

El uso de micro-interruptores, interruptores limitados y solenoides eléctricos han sido la clave para solucionar muchos problemas que parecían imposibles. Estos aditamentos hacen posible incorporar controles pequeños y compactos a los dados o a los alimentadores.

Se emplean para empezar o para un ciclo, para índices, para eyección, para comprobar la exactitud en la colocación de piezas individuales que se trabajan y para parar la prensa si la parte no asienta debidamente en el alimentador o el dado.



*Resguardo móvil montado sobre una bisagra*

En algunos casos, se utiliza un motor generador a fin de proveer corriente directa para poder instalar un imán elector magnético con el objeto de alimentar con piezas de hierro a las prensas. Puede diseñarse para tomar, soltar, empujar, tirar de o separar, las partes trabajadas.

Resguardo móvil montado sobre una bisagra

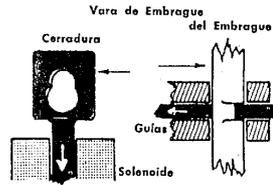
Algunas prensas están siendo ahora construidas con un arreglo básico de alimentación incorporado. Esto hace más fácil la instalación de alimentadores mecánicos.

Las bandas transportadoras, de movimiento intermitente o continuo, son usadas frecuentemente para alimentar o remover partes de la prensa.

### **Resguardo Tipo "Interlock"**

Uno de los métodos aceptables para proveer una protección en los puntos de operación de las prensas mecánicas operadas por el pie y la mano o por fuerza mecá-

nica, es la guarda tipo "Interlock" o sea la que está incorporada a la máquina de tal manera, que baja frente a la zona de peligro y la encierra totalmente por acción del mismo mecanismo que hace bajar el vástago en el punto de operación. Este sistema está hecho de tal manera que la prensa no puede funcionar hasta que las manos del operador estén fuera de la zona de peligro.



Cerradura para prensa tipo embrague de pasador

fija.

En su forma más simple este resguardo tiene una acción de bisagra, de gozne o de deslizamiento que le permite ser movido fuera de su posición de protección, pero continúa fijo a la prensa. Además tiene que tener una conexión mecánica o un medio eléctrico que no permita el funcionamiento de la prensa mientras la barrera está fuera de su posición protectora.

La parte que encierra el vástago o el dado, debe reunir varios requisitos:

1. Debe estar instalada de manera que el operador no pueda colocar sus dedos debajo del vástago durante el ciclo de operación.
2. No debe constituir un riesgo adicional.
3. El tamaño de la abertura debe ser tan pequeño que los dedos del operario no puedan llegar a la zona de peligro.

La puerta puede ser construida de lámina de metal sólido, plástico transparente, fibra, vidrio irrompible, varillas metálicas verticales u otro material similar. No se aconseja usar tela de alambre, o metal perforado que tenga aberturas horizontales, porque esto reduce la visibilidad y aumenta la fatiga visual.

El mecanismo de la puerta debe ser simple en diseño y operación, tener pocas partes móviles, ser visible, fácil de ajustarse y accesible a la inspección y mantenimiento. Sobre todo su acción debe ser positiva.

El arreglo más sencillo es uno en que el control es actuado por el cierre del resguardo.

Otro sistema incorpora un interruptor que actúa sobre un cierre solenoide en la palanca del embrague, al abrirse el resguardo.

Si la mano o algún objeto evita que la guarda se cierre hasta proteger completamente, la prensa no funcionará.

El resguardo tipo "Interlock" es usado principalmente en las prensas alimentadas a mano, sin embargo también puede ser usado con ventaja como una protección fija, cuando se ajusta debidamente, con alimentadores automáticos, semiautomáticos, de canaleta, deslizamiento, disco y otros, donde ocasionalmente el operario necesite levantar el resguardo y colocar su mano o una herramienta en la zona de peligro al estar parada la prensa. Las ventajas que esto trae son que el operario tiene libre acceso al dado al levantarse el resguardo y la prensa no puede operarse al estar el punto

El resguardo tipo "Interlock", es esencialmente una adaptación del resguardo fijo de barrera; de hecho, en su posición cerrada, no es más que una barrera fija durante el ciclo completo de la troquelada o perforación que ejecuta la prensa.

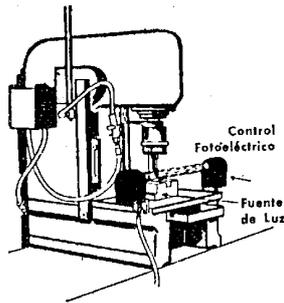
En muchos casos, un resguardo de éstos, no solamente proporciona mayor accesibilidad sin interferir con la producción o calidad del trabajo sino que provee la misma protección máxima que un resguardo de tipo barrera

de operación desprovisto del resguardo.

### Resguardo fotoeléctrico

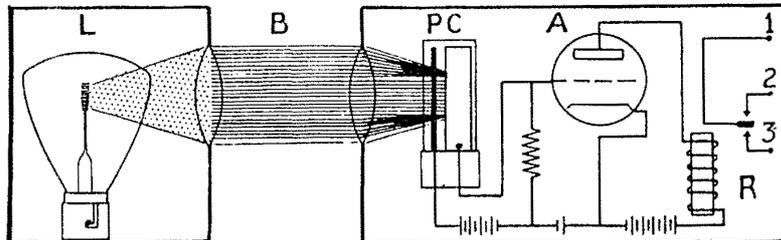
Además de las muchas maneras mecánicas aceptables para resguardar el punto de operación de las prensas mecánicas, hay un sistema limpio y silencioso, el fotoeléctrico. El sistema fotoeléctrico consiste esencialmente de un rayo o cortina de luz que, al interrumpirse (por las manos o dedos del operador) impide la iniciación o la terminación de un ciclo del vástago, dependiendo del tipo de la prensa y el tipo de la conexión. El sistema fotoeléctrico tiene muchas ventajas sobre el equipo mecánico o electromecánico, porque:

- responde instantáneamente
- es completamente automático
- ocupa poco lugar
- es instalado fácilmente
- tiene pocas partes móviles
- cuesta poco mantener



Se adapta en particular a las grandes prensas operadas neumática o hidráulicamente mediante embragues de fricción, donde se necesita más de un operador o donde se desea una operación de ciclo completo. Su desventaja consiste en su alto costo inicial. El sistema fotoeléctrico es relativamente sencillo. El principio de operación puede verse en el dibujo. Una fuente de luz (L) proyecta un haz de rayos paralelos (B) a través de un sistema óptico, a un receptor que contiene un sistema óptico enfrente de una celda fotoeléctrica (PC) el voltaje generado por la emisión de electrones que parten de la celda que convierte la energía de luz en energía eléctrica, es amplificado por el bulbo amplificador (A) que a su vez hace actuar el reloj de control (R).

Mientras el haz de luz cae sobre la celda fotoeléctrica, el sistema tiene energía y el circuito 1 y 3 está cerrado. Si el haz de luz se interrumpe o si la corriente al amplificador es interrumpida, el sistema cesa de tener energía y se cierra el circuito 1-2. El interruptor eléctrico actuado por el sistema que cierra los circuitos 1-2 y 1-3 brindará seguridad al operador de la prensa de muchas maneras



*La protección por el sistema fotoeléctrico está compuesta de una lámpara excitadora que emite un rayo de luz que al incidir sobre una célula fotoeléctrica conectada al circuito de operación de la máquina permite que ésta funcione. Al interrumpir el rayo de luz la célula fotoeléctrica abre el circuito de alimentación de corriente para la operación de la prensa.*

Si la prensa es del tipo de embrague a fricción, el circuito del sistema 1-3 se conecta al circuito del embrague y freno. Si el embrague es controlado eléctricamente, el sistema puede ser conectado en serie con el interruptor de operación. Si el embrague es controlado por presión de aire o hidráulicamente, el sistema puede ser conectado a una válvula solenoide en serie con la válvula de operación.

Mientras el haz de luz no es interrumpido, la prensa puede funcionar. Si se interrumpe el haz (cuando se alimenta material al dado) la prensa no funciona. Si la prensa está funcionando y el operador interrumpe el haz de luz, la prensa se detiene inmediatamente.

Si la prensa funciona rápidamente, más de 120 impulsos por minuto y opera con un aditamento de no repetición, puede usarse el sistema fotoeléctrico junto con un solenoide para evitar que la palanca del embrague sea movida hasta que el operador haya removido cualquier obstrucción de la zona de peligro, manos, herramientas, etc. Un método para conectar una cerradura de solenoide es mostrado en la figura.

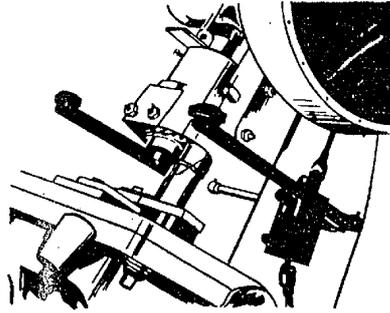
Este método no puede ser usado en las prensas lentas porque un operador podría retirar sus manos de la zona de peligro, actuar la prensa y tratar de enderezar la pieza antes de cerrarse el dado, con posible daño a las manos.

Aunque los sistemas fotoeléctricos no pueden ser usados con todas las prensas mecánicas o en los trabajos en que se necesite una sola prensa, deben ser tomados en consideración como una manera posible de proteger los puntos de operación de cada prensa mecánica.

#### **Aditamentos que requieren el uso de ambas manos**

Un aditamento de control adecuado que ocupa ambas manos, es un método aceptable y efectivo para operarios de prensas alimentadas a mano, guillotinas y otras máquinas similares.

Al obligar al operario a usar ambas manos y a la vez con el pie accionar la prensa, reducimos la posibilidad de errores humanos y así disminuimos las posibles lesiones a las manos. Si ambas manos se retiran de la zona de peligro para accionar los botones de control, el operador no puede accionar la prensa con el pie y hacer que el vástago descienda sobre sus manos. No es suficiente decirle a un operador que "tenga cuidado"



del operario.

Si ambas manos se retiran de la zona de peligro para accionar los botones de control, el operador no puede accionar la prensa con el pie y hacer que el vástago descienda sobre sus manos. No es suficiente decirle a un operador que "tenga cuidado"

Tiene que diseñarse este control de tal manera que no sea posible burlar el control apretando un botón con el antebrazo o el codo, o fijándolo en alguna forma. La máquina no debe funcionar a menos que ambos botones sean oprimidos simultáneamente, expresamente con las manos y no con cualquier objeto o parte del cuer-

Este método no se adapta a todas las operaciones debido a la naturaleza diversa de los trabajos en las prensas, pero sí puede adaptarse a muchas operaciones secundarias.

El método aplicado puede consistir en cualquiera o en una combinación de los siguientes:

1. Controles mecánicos
2. Controles eléctricos
3. Controles neumáticos

La selección de un aditamento de éstos para la actuación de ambas manos varía con el tipo del trabajo desempeñado, el tamaño de la prensa y la velocidad de producción requerida:

- a) Siendo mecánico, eléctrico o neumático, el aditamento tiene que hacer inoperativa la máquina si éste falla, hasta que los controles sean ajustados debidamente.
- b) Ambas manos tienen que presionar los controles al mismo tiempo para que la máquina funcione.
- c) El mecanismo no debe funcionar si solamente un botón es apretado y el otro sujetado en alguna forma para convertir el sistema en uno que funcione con un solo botón.
- d) Tiene que ser diseñado de tal manera que no haya posibilidad de que la prensa funcione por "accidente".

### COLORES DE MAQUINAS

La atención continuada sobre las partes críticas de la máquina, es decir, sobre el lugar, en que se realiza el trabajo, produce en los obreros una especial fatiga visual y un cansancio generalizado que es origen frecuente de accidentes. La adecuada aplicación del color busca separar en las máquinas las partes críticas de las no críticas, y trata que el material con que se trabaja se distinga perfectamente.

Este propósito se obtiene pintando las partes críticas y los órganos móviles con un color que los destaque con marcado pero no excesivo contraste. Este color, llamado *color focal*, debe ir rápida y directamente al ojo, enfocando la atención del obrero hacia el lugar preciso de operación y reduciendo los movimientos generales del cuerpo y particulares de los músculos oculares.

Los colores focales pueden variar de acuerdo con los tonos y matices adoptados para el ambiente, pero sobre todo, —y atendiendo a su finalidad elemental— deben estar de acuerdo con el resto de la máquina y con el color del material que se trabaja. Si se trata de aluminio, por ejemplo, o de acero y latón, conviene que el punto de operación sea beige o marfil, mientras que trabajando con cobre, bronce o madera, ese color ha de ser verde claro.

El beige, el marfil y el verde claro, especialmente; el amarillo y el celeste; y aún los denominados blanco y negro focales, son los colores que, elegidos racionalmente, procuran una clara visión tridimensional, contribuyendo a reducir la tensión nerviosa del obrero, aumentando su actividad productiva y evitando en él los falsos movimientos originados en errores de perspectiva.

Las partes no críticas de la máquina deben por el contrario, repeler la atención del obrero. Los colores han de cumplir, en primer término, esa finalidad, llenando

además la función, de levantar la moral del trabajador y procurarle el descanso de su vista. Luego de muchos ensayos y estudios psicológicos, se ha llegado a la conclusión de que el cuerpo de la mayoría de las máquinas debe estar pintado de verde grisáceo o de gris claro, pudiéndose emplear el blanco en las bases, con el propósito de facilitar una óptima limpieza y contralor de la misma.

Las máquinas pintadas de gris oscuro, tan usadas en nuestra industria, cumplen en parte, la misión de rechazar la atención del obrero orientándola tal vez hacia su trabajo, pero resultan monótonas y deprimentes. El verde, en cambio, es el color más adecuado para producir un verdadero descanso y aún alegría, quizá por su sugerencia de campo, de bosque.

La máquina-herramienta, considerada por muchos psicólogos como un instrumento de tortura del obrero, toma, merced a los *nuevos colores*, un aspecto más grato, más *amigable*.