



PROGRAMA SECTORIAL
DE PREVENCIÓN
DE RIESGOS LABORALES
INDUSTRIA PAPELERA

La seguridad,
papel de todos

MANUAL PARA LA MEJORA DE LA SEGURIDAD DE LA MAQUINARIA PAPELERA (Proyecto MAQPAPEL)

Con la financiación de:



FUNDACIÓN
PARA LA
PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES

Edita: IPE - Instituto Papelero Español
Av. de Baviera, 15 bajo
28028 Madrid
Tel.: 91 576 30 03
Fax: 91 577 47 10
E-mail: ipe@ipe.es
www.ipe.es

Con la financiación de: Fundación para la Prevención de Riesgos Laborales

D.L.: M-47268-2006

Diseño y maquetación: www.jastenfrojen.com

**MANUAL PARA LA MEJORA DE LA SEGURIDAD
DE LA MAQUINARIA PAPELERA
(Proyecto MAQPAPPEL)**

1	Introducción	Pág: 07
2	Púlper	Pág: 13
3	Parte húmeda de la máquina de papel y cartón	Pág: 23
4	Sección de prensas de la máquina de papel y cartón	Pág: 39
5	Batería de secadores (pre y post sequería)	Pág: 51
6	Prensa encoladora (size-press, film-press)	Pág: 63
7	Lisa o calandra de máquina	Pág: 69
8	Enrolladora	Pág: 77
9	Bobinadora	Pág: 87
10	Embaladora	Pág: 97
11	Cortadora	Pág: 103
12	Acabado de pasta (cortadora, prensa, embaladora, unitizadora y alambradora)	Pág: 115
13	Paso de hoja	Pág: 121
14	Anexos	Pág: 135
	14.1. Contexto legislativo	
	14.2. Señalización	
	14.3. Resguardos y dispositivos de protección	
	14.4. Medios de acceso y permanencia	
	14.5. Parada en condiciones de seguridad	

I. Introducción

El proyecto MAQPAPPEL surge en el marco del Programa Sectorial para la Prevención de Riesgos Laborales de la Industria Papelera, como una de las acciones a llevar a cabo detectadas el pasado año 2005 durante el desarrollo del proyecto PREVENPAPPEL.

En el citado proyecto, se elaboró un Diagnóstico de la situación del Sector de Pasta, Papel y Cartón en materia de Prevención de Riesgos Laborales en el que se detectaba la conveniencia de elaborar un Manual para la mejora de la seguridad de la maquinaria papelera.

Se trata de un proyecto promovido por ASPAPEL, FCT-CC.OO. y FIA-UGT, ejecutado por el IPE con la colaboración de ATISAE y financiado por la Fundación para la Prevención de Riesgos Laborales.

I.1. Objetivo

El principal objetivo del presente Manual es que sirva de herramienta de consulta práctica y eficiente, a la hora de mejorar u optimizar las soluciones adoptadas en las máquinas más típicas del Sector de pasta, papel y cartón en materia de seguridad.

Este Manual concentra su atención en maquinaria muy específica del Sector, excluyendo del mismo las medidas preventivas para mejorar la seguridad de los equipos comunes a otras industrias.

Se trata por tanto, de un instrumento adicional de ayuda para las empresas del Sector en su tarea de mejora u optimización de la seguridad de la maquinaria que vienen utilizando, en línea con lo establecido en el R.D. 1215/97.

I.2. Alcance

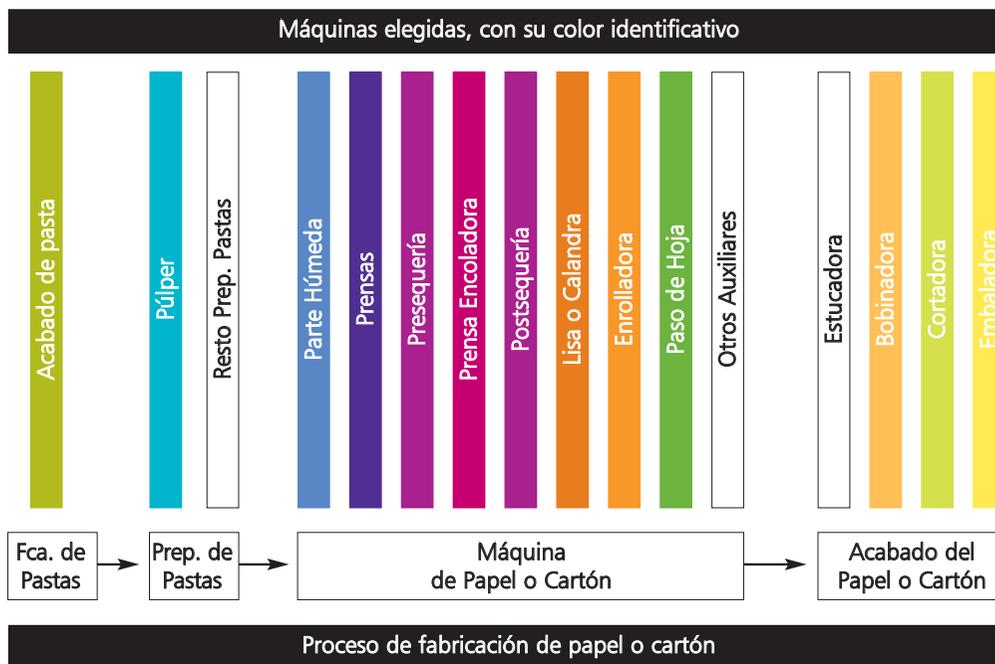
Las máquinas que se han incluido en el presente Manual son las más representativas dentro de las máquinas típicas del Sector, es decir, aquellas de las que hay un mayor número de máquinas similares.

Las máquinas elegidas, a las que el presente Manual dedica un capítulo, son las siguientes:

- **Púlper.**
- **Parte húmeda de la máquina de papel y cartón** con las variantes de: mesa plana única o múltiple con o sin formador superior, formas redondas para cartón y parte húmeda de la máquina de tisú.
- **Sección de prensas de la máquina de papel y cartón.**
- **Batería de secadores** (pre y post sequería), teniendo en cuenta también la parte seca de la máquina de tisú.
- **Prensa encoladora** (size-press, film-press).
- **Lisa o calandra de máquina.**
- **Enrolladora.**
- **Bobinadora.**
- **Embaladora.**
- **Cortadora.**
- **Acabado de pasta** (cortadora, prensa, embaladora, unitizadora y alambradora).
- **Paso de hoja.** Se ha considerado también necesario desarrollar un capítulo específico para él en lugar de hacerlo en cada uno de los capítulos anteriormente citados.

Además, es imprescindible desarrollar un capítulo inicial de **Introducción** que explique el origen del proyecto, objetivo, alcance, etc., y otro final de **Anexos** que recoja toda la legislación y normativa aplicable.

- **Anexos.** En este capítulo se recogen los aspectos generales que afectan a las máquinas a las que hace referencia el Manual y que son requisitos de seguridad aplicables o comunes a todas las máquinas (señalización, resguardos, medios de acceso, contexto legislativo, etc.).



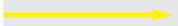
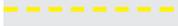
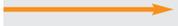
Dichos anexos se han diseñado de forma que se plantean preguntas que debe hacerse el técnico ante un requisito legal exigible. Las respuestas están basadas en normas UNE-EN que si bien no son de obligado cumplimiento, sí dan una presunción de conformidad a la medida preventiva.

El Manual identifica, en primer lugar, los principales riesgos potenciales que se presentan en estas máquinas y plantea posibles medidas preventivas que cumplan con lo especificado en el R.D. 1215/97.

Para aquellas soluciones que no eliminen totalmente el riesgo se refleja la existencia del riesgo residual correspondiente indicando las medidas complementarias a tomar.

Se pretende que el Manual sea visual, por lo que se han incluido fotografías de situaciones mejorables, que quedan indicadas con un "cuadrado rojo" en la esquina superior derecha, así como ejemplos de medidas de seguridad adecuadas indicadas con un "cuadrado verde".

Por otro lado, indicamos a continuación el resto de la simbología utilizada en las fotografías:

LEYENDA	
	Indicación de detalle general
	Indicación de punto o zona de riesgo
	Zona de riesgo a proteger
	Protección propuesta
	Protección instalada adecuada
	Indicación de sentido de giro o dirección de movimiento
Cuadro en las fotografías	
	Situación correcta
	Situación incorrecta

Además, el texto que describe los riesgos y las medidas preventivas correspondientes va sobre un fondo rojizo.

1.3. Preparación

Este Manual ha sido preparado por el IPE con la inestimable ayuda de la consultora ATISAE y de un grupo de trabajo formado por técnicos, expertos en seguridad de maquinaria pertenecientes a empresas del Sector de pasta, papel y cartón o afines al mismo.

Exponemos a continuación el listado de los citados técnicos y empresas a los que agradecemos enormemente su esfuerzo y colaboración, sin los cuales este proyecto no hubiera sido posible.

- | | |
|--|-------------------------------------|
| ■ D. Jesús Ranz | ATISAE |
| ■ D. Víctor Bragado | EUROPAC |
| ■ D ^a . Diana Patricia García | EUROPAC |
| ■ D. José Mendía | FÁBRICA NACIONAL DE MONEDA Y TIMBRE |
| ■ D. Alberto Martín | FIA-UGT. |
| ■ D ^a . Joaquina Rodríguez | FCT-CC.OO. |
| ■ D. Antonio Carreño | HOLMEN PAPER MADRID |
| ■ D. Javier Villar | IPE |
| ■ D ^a . Inés Chacón | IPE |
| ■ D ^a . Ana Córdoba | IPE |
| ■ D. Marc Lobato | MIQUEL Y COSTAS & MIQUEL |
| ■ D. Carlos Sorarrain | MUNKSJÖ PAPER |
| ■ D. Jaime Ruiz | PAPELERA GUIPUZCOANA DE ZICUÑAGA |
| ■ D. Carlos Valcárcel | ROTTNEROS MIRANDA |
| ■ D ^a . Yolanda Abarca | SCA HYGIENE PAPER ESPAÑA |
| ■ D ^a . Silvia Salmerón | SCA HYGIENE PAPER ESPAÑA |
| ■ D. José Luis Vaquero | SMURFIT KAPPA NAVARRA |
| ■ D. Ramón Nadal | TORRASPAPEL |
| ■ D. Ignacio Benito | VOITH PAPER |
| ■ D. Josu Alonso | VOITH PAPER |

El procedimiento o metodología de trabajo ha sido el siguiente:

- El IPE y la consultora ATISAE han visitado 10 fábricas del Sector que han abierto voluntariamente sus puertas para facilitar la toma de imágenes de máquinas bien protegidas que pudieran ser utilizadas como ejemplo para todo el Sector, y también imágenes descriptivas de situaciones de riesgo potenciales en máquinas cuyas protecciones son mejorables.
- La consultora y el IPE han propuesto una redacción del texto del Manual con las imágenes descriptivas de las situaciones anteriormente citadas, texto que ha sido sometido a sucesivas revisiones en el grupo de trabajo y que finalmente ha sido aprobado.

Por otro lado, para describir las máquinas bien protegidas que pudieran ser usadas como ejemplo para el resto del Sector, el grupo de trabajo se impuso, como norma, el utilizar siempre que fuera posible, imágenes de soluciones aplicadas con éxito en instalaciones existentes.

I.4. Forma de utilización

Este Manual ha de ser usado teniendo en cuenta que las soluciones de mejora propuestas son aplicables única y exclusivamente a las máquinas para las que se propone y que su aplicación a otras que realicen las mismas funciones, es decir, pertenecientes al mismo capítulo, puede no ser posible o ni tan siquiera conveniente, dependiendo de muchos factores a considerar.

Por este mismo hecho, las soluciones aportadas no son extensibles a máquinas pertenecientes a otros capítulos, ya que las condiciones de funcionamiento, puesta en marcha, parada y otras muchas, son en general muy diferentes.

Es, por tanto, responsabilidad de los técnicos de cada fábrica, el estudiar cuidadosamente cada caso particular concreto y decidir la medida de protección más adecuada.

Este Manual pretende tan sólo aportar soluciones que por haber sido aplicadas en otras máquinas del Sector y funcionar correctamente, pudieran proporcionar ideas de mejora para situaciones similares o equivalentes que pudieran existir en otras fábricas.

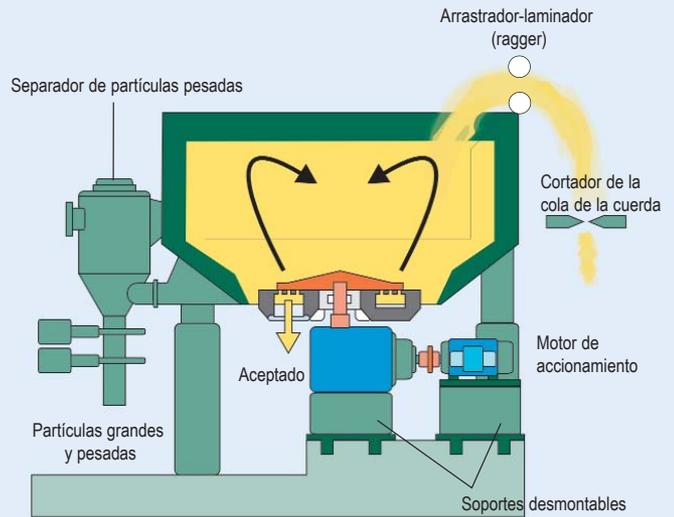
Descripción

El púlper o desintegrador de pasta tiene por finalidad el desintegrar los fardos de pasta o de recorte recuperado para obtener una suspensión de fibras en agua que permita continuar el proceso.

Los tipos de púlper normalmente utilizados son los de baja consistencia, alta consistencia y el púlper de tambor, teniendo todos ellos sus aplicaciones específicas.

Aunque el púlper es el recipiente en el que se produce la desintegración, se entiende por tal en ocasiones, el sistema de desintegración completo formado por el desintegrador propiamente dicho, el sistema de extracción de contaminantes o cuerda, el separador de elementos pesados (ver esquema) y otros que son complementarios y completan en algunas instalaciones la función de desintegración, como son el clasificador-despallador o el tambor de separación y lavado final de los rechazos.

En cualquier caso, se exponen a continuación, algunas de las posibles medidas preventivas para los elementos más comunes existentes en el Sector, en este tipo de sistemas o instalaciones.



▲ Esquema púlper

Riesgos y medidas preventivas

Exponemos a continuación los riesgos más frecuentes, y las medidas preventivas para evitarlos:

► Caídas al interior del púlper:

- A través de ventanas o compuertas de acceso.
- Desde la zona superior en púlpers sin cierre.
- Desde la cinta de alimentación.

► Atrapamientos:

- Con elementos móviles de transmisión.
- Con elementos móviles que intervienen en el trabajo.

► Golpes:

- Con elementos móviles.
- Por caída de objetos.



◆ Vistas del interior del púlper en funcionamiento



► **Medidas preventivas para evitar caídas al interior del púlper**

- A través de ventanas o compuertas de acceso:

Los púlperes que disponen de cierre superior pueden tener unas ventanas para inspección visual e introducción de aditivos o compuertas de acceso.

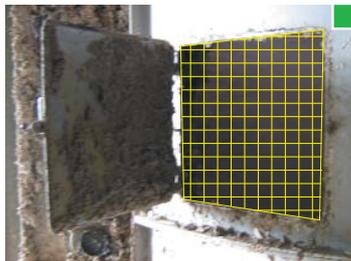
Para evitar la caída de trabajadores por estas ventanas al interior del púlper se recomienda tomar las siguientes medidas.

Caso 1 - Ventana con o sin puerta abatible para inspección visual e introducción de aditivos:

- Instalar rejilla en el hueco que impida el paso de una persona.



▲ *Ventana para inspección visual*



▲ *Medida preventiva: instalación de rejilla*

[Anexo de Resguardos](#) ►►

Caso 2 - Compuertas de acceso para mantenimiento, operaciones de limpieza, etc.:

- Asegurar con sistema que para su apertura sea necesario el empleo de herramienta.
- Señalizar la prohibición de apertura con el púlper en marcha.
- Establecer procedimiento de trabajo para acceso al púlper por la citada compuerta.



▲ *Compuerta de acceso para personas al interior del púlper*



▲ *Medida preventiva: asegurar el cierre de la compuerta mediante sistema que necesite de llave o herramienta para su apertura*



▲ *Ejemplo de señalización en la compuerta*

[Anexo de Señalización](#) ►►

Caso 3 - Compuerta de acceso para mantenimiento con ventana.

- Instalar rejilla en el hueco de la ventana que impida el paso de una persona.
- Asegurar la compuerta con sistema que para su apertura sea necesario el uso de llave o herramienta.
- Señalizar la prohibición de apertura con el púlper en marcha.
- Establecer procedimiento de trabajo para acceso al púlper por la citada compuerta.



◀ *Compuerta de acceso para mantenimiento con ventana de inspección*

- Desde la zona superior en púlpers sin cierre:

El perímetro del púlper debe estar protegido para evitar la caída al interior.

Instalar cierre perimetral que cubra lo máximo posible la zona superior del púlper. Altura mínima de 90 cm (según R.D. 2177/2004 y R.D. 486/1997), recomendada 110 cm (según norma UNE-EN ISO 14122).



▲ Vista de un púlper con protección en su perímetro



▲ Vista de un púlper con barandilla perimetral

Riesgo residual - Posibles disconformidades que inciden desfavorablemente en la medida preventiva.

- Falta de orden y limpieza: una acumulación de materia prima en torno a los equipos puede llegar a reducir la altura mínima exigible (90 cm).
- Colocar pequeñas escaleras, taburetes y objetos en torno a los equipos, sobre los que se pueden subir los trabajadores.
- Existencia en torno a la protección perimetral de tuberías y escalones, rampas que reduzcan la altura de seguridad.
- Válvulas manuales de difícil acceso y colocadas en la vertical del púlper o próximas a su perímetro, que pueden implicar que los operarios para su accionamiento trepen por barandillas o cerramientos.
- Realización de trabajos sobre la vertical del púlper mientras se encuentre en funcionamiento.

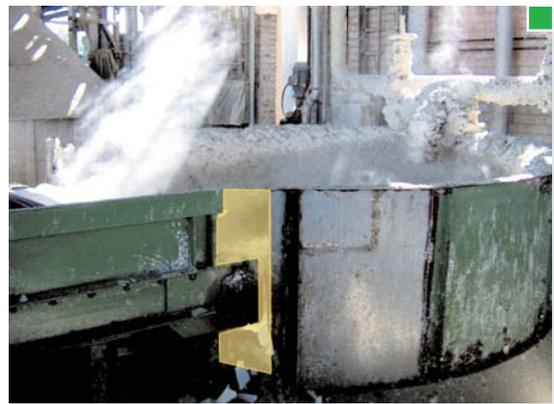


▲ Ejemplo de cerramiento superior en un púlper. Únicamente tiene una apertura para la entrada de materia prima ▲

En estos cerramientos debe asegurarse que no existe posible acceso entre el cierre perimetral y la cinta de alimentación.



◀ ◻ Ejemplos de protección en huecos con posible acceso entre cierre perimetral y cinta de alimentación



■ Desde la cinta de alimentación:

Instalar paradas de emergencia en:

- Zonas de alimentación de cintas transportadoras.
- Cable de emergencia a lo largo de zonas accesibles en cintas transportadoras.
- Cable de emergencia en pasarelas laterales de cintas transportadoras.
- Arco de parada de emergencia a la entrada de materia prima en el púlper.
- Boca de alimentación del púlper.



▲ Ejemplo de parada de emergencia en la zona de alimentación de cintas transportadoras



▲ Las paradas de emergencia deben ser fácilmente accionables y accesibles desde el lugar de operación



▲ Pasarela en cinta transportadora de alimentación



▲ Detalle del cable de paro de emergencia



▲ Detalle del dispositivo de paro de emergencia



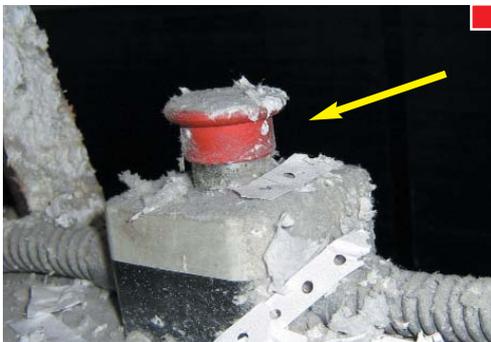
▲ Cinta transportadora de alimentación. Zona boca de entrada en púlper. Cable de emergencia y setas de emergencia, una en cada lado



▲ Arco de parada de emergencia en cinta transportadora

En las anteriores fotografías hemos detallado dispositivos de paro en la entrada a púlpers desde cintas de alimentación, pero si un operario caído en la cinta está inconsciente no puede accionar estos dispositivos. Para este caso existen soluciones como el uso de chalecos que incorporan un dispositivo de detección que activa el paro de la instalación al pasar por un arco ubicado antes del púlper.

[Anexo de Parada](#) ►►



▲ Seta de emergencia en cinta transportadora próxima a la boca de alimentación al púlper. La acumulación de pasta puede bloquear el dispositivo y al pulsar no accionar el paro



▲ Envoltorio en torno a dispositivo de paro de emergencia. Es una posible solución para evitar la acumulación de suciedad en estos dispositivos

▶ **Medidas preventivas para evitar atrapamientos**

- Con elementos móviles de transmisión: | Instalar resguardos fijos adecuados.

Anexo de Resguardos ▶▶



▲ Resguardo fijo en transmisión de correas. Se debe crear una envolvente en torno a la zona peligrosa, de forma que sea inaccesible



▲ Protección en árbol de transmisión de bomba



▲ Rodillos de transmisión de movimiento giratorio en púlpas de tambor



▲ Se debe crear una envolvente en torno a la zona peligrosa, de forma que sea inaccesible

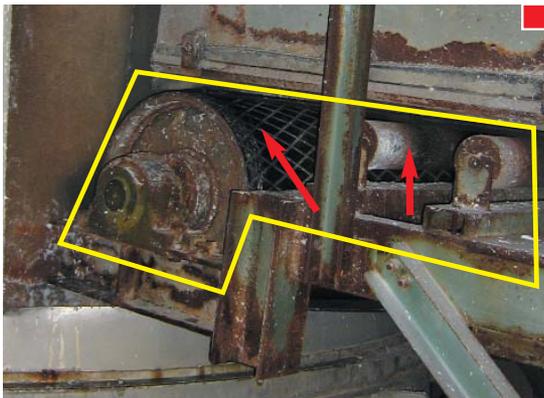
- Con elementos móviles que intervienen en el trabajo: | Instalar resguardos fijos para evitar el contacto.



▲ Protección en rodillo motriz de cinta transportadora



▲ Protección de rodillo en banda inferior de cinta



▲ Zona peligrosa existe convergencia entre cinta y tambor y entre cinta y rodillos locos



▲ Ejemplo de resguardo tipo rejilla que debe instalarse en estas zonas



▲ Protección lateral de rodillos locos en cintas transportadoras cuando son accesibles



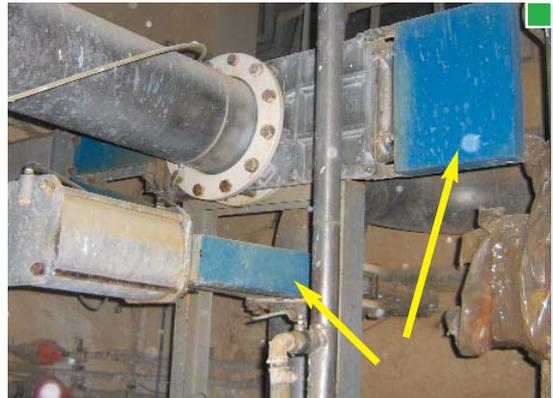
▲ Protección, hasta 2,5 m de altura, de zonas accesibles en cintas transportadoras (lateral e inferior)



▲ Zona peligrosa en ragger



▲ Protección por ambos lados entre las dos ruedas dentadas



▲ Ejemplo de resguardo en válvula de guillotina o tajadera de accionamiento no manual (eléctrico, neumático, hidráulico) ▲

► Medidas preventivas para evitar golpes

■ Golpes por elementos móviles:

La rotura de correas de transmisión ocasionan el riesgo de proyección de la misma, pudiendo alcanzar a personas. Aunque se encuentren en zonas inaccesibles o a altura elevada es conveniente protegerlas de igual forma que cuando existe riesgo de atrapamiento con elementos de transmisión.



▲ Correas de transmisión al eje de la hélice. La base de hormigón hace inaccesibles los puntos de atrapamiento pero existe peligro de "latigazo" con las correas en caso de rotura



▲ Los resguardos instalados en este ejemplo retienen la correa en el caso que se produzca la rotura

■ Golpes por caída de objetos:

En algunos casos la poca estabilidad de la materia prima, en forma de balas o bobinas, que es transportada hasta los púlpers mediante cintas transportadoras puede generar peligro de caída de objetos, y alcanzar a trabajadores que se encuentran en el entorno.

Para evitar el peligro de vuelco de la carga transportada, deben instalarse protecciones laterales en las cintas que la retengan en caso de vuelco. Debe quedar abierta la zona imprescindible para alimentar la cinta y realizar la operación de corte de flejes y alambres.

*** Nota:** Para realizar la operación de corte de alambres debe existir un procedimiento de trabajo, siendo recomendable el uso de pantalla facial en lugar de gafas de seguridad.



▲ Vista de cintas sin protecciones laterales que retengan la carga que transportan



▲ En el caso de bobinas, la estabilidad depende del ancho de las mismas



▲ Ejemplos de protección lateral que retienen las balas o bobinas en caso de vuelco ▲

Descripción

En la parte húmeda de la máquina de papel o cartón, la hoja se forma a partir del chorro de pasta saliente de la caja de entrada a baja concentración, aumentando ésta como consecuencia del desgote que se produce a través de la tela (o las telas) hasta una concentración del orden del 18% que es a la que se transfiere la hoja a la sección de prensas.

En función del tipo de papel o cartón a producir, la parte húmeda puede presentar, entre otras, las variantes citadas a continuación, que son las elegidas para el presente manual.

3.1 - Mesa plana:

También llamada fourdrinier, es la parte húmeda más frecuente en máquinas que producen papeles de embalaje o de impresión y escritura a baja velocidad.

▶ 3.1.1 - Con dandy-roll:

El dandy-roll se utiliza en máquinas de papel a baja velocidad, para producir papeles de impresión y escritura y papeles especiales, con el fin de mejorar la formación de la hoja y producir marcas al agua.

Se trata de un tambor de gran diámetro, recubierto con una tela metálica, que va situado después de las dos o tres primeras cajas aspirantes. Cuando se quieren producir marcas al agua, las figuras correspondientes van fijadas en el exterior (en relieve) de la citada tela metálica.

▶ 3.1.2 - Con formador superior:

El formador superior (top former) se utiliza en máquinas a velocidad entre 850 m/min y 1350 m/min para papeles prensa, de embalaje e impresión y escritura con el fin de mejorar la formación (función similar a la del dandy-roll) y lograr un desgote hacia la cara superior lo que disminuirá la anisotropía de la hoja (diferencia entre caras) y aumentará, del orden de un 30%, la capacidad de desgote global de la mesa.

Va situado sobre la tela de la mesa plana y, en general, en una posición similar a la del dandy-roll.

▶ 3.1.3 - Múltiple:

Para producir cartones multicapa a velocidades superiores a los 300 m/min y, en general de calidades superiores, se utilizan hasta cuatro mesas planas, produciendo capas de diferente calidad (cara, ante-cara, tripa, reverso) en cada una de ellas que se van uniendo, en húmedo, antes de pasar a la sección de prensas.



▲ Mesa plana



▲ Mesa plana con dandy-roll



▲ Mesa plana con formador superior



▲ Máquina con mesas múltiples

3.2 - Mesa con formas redondas para cartón:

Para velocidades inferiores a los 300 m/min (límite tecnológico actual de estos formadores) se utilizan formas redondas, en general hasta ocho, produciendo capas de diferente calidad en cada una de ellas, que se van uniendo, en húmedo, antes de pasar a la sección de prensas.

3.3 - Parte húmeda de la máquina de tisú:

La máquina de tisú presenta la particularidad de que, al tratarse de hojas de muy bajo gramaje (16-20 g/m²) la mayor parte de las máquinas funcionan a velocidades superiores a 1350 m/min.

Hasta esta velocidad, las máquinas serán de mesa plana (inclinada o no) pero para velocidades superiores se utiliza la doble tela siendo una variante de ésta el formador crescent (crescent former) en el que el fieltro realiza la doble función de segunda tela y fieltro.



▲ Máquina con formas redondas para cartón



▲ Parte húmeda en máquina de tisú (doble tela)

Riesgos y medidas preventivas

Exponemos a continuación, para cada equipo de trabajo, los riesgos más frecuentes así como algunas de las medidas preventivas adecuadas para evitarlos.

3.1 - Mesa plana

Los riesgos más frecuentes en estos equipos son los de:

- ▶ **Caídas:**
 - Sobre la tela.
 - Hacia el foso.
 - En altura desde medios de acceso.
 - A través del suelo en plataformas o escaleras.
 - Patinazos en plataformas o escaleras.
- ▶ **Cortes con el borde de la tela.**
 - En líneas de contacto tela-rodillo en parte inferior.
- ▶ **Atrapamientos con elementos móviles:**
 - Con elementos móviles de la transmisión (lado accionamiento).
 - En la transferencia de la hoja de la mesa a la sección de prensas.

► Medidas preventivas para evitar caídas

Cuando existe riesgo de caída sobre la tela desde la plataforma o pasarela de trabajo (altura entre nivel del suelo y tela inferior a 90 cm), deberá instalarse una barandilla.

Requisitos de la barandilla: 90 cm de altura mínima según R.D. 486/97 y 110 cm de altura mínima según norma UNE-EN ISO 14122.

■ Caídas sobre la tela:

Si la tela queda por encima de 90 cm respecto al nivel de la pasarela, y el hueco entre la plataforma y la estructura de la máquina es inferior a 20 cm, no es necesaria la instalación de barandilla en el lado interior según la norma UNE-EN ISO 14122-3.

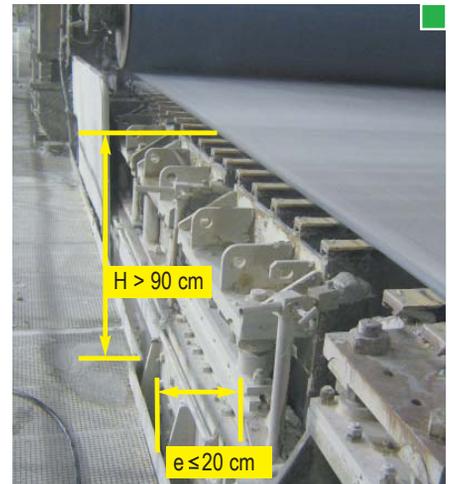
*** Nota:** Tener en cuenta el punto "Medidas preventivas para evitar cortes con el borde de la tela"

Todas las pasarelas transversales a la mesa plana deben disponer de barandillas. Dichas barandillas deben cumplir lo establecido en el R.D. 486/97 resultando de interés consultar la Norma UNE-EN-ISO 14122.

Además, el rodapié incluido en el diseño de dichas barandillas, evita la caída de objetos desde la pasarela a la tela.



▲ Ejemplo de barandilla que protege del riesgo de caída a la tela



▲ En este caso, no es necesaria la barandilla



▲ Vista de una pasarela con barandilla

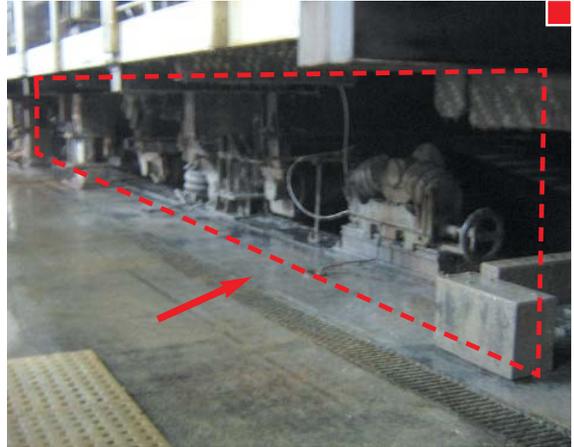


▲ Detalle de rodapié en pasarela transversal

- Caídas al foso de debajo de la mesa o a la parte inferior de la tela:

Las barandillas y protecciones han de cumplir los requisitos mínimos especificados en el R.D. 486/97.

Anexo de Medios de Acceso ►►



▲ Debe protegerse, mediante barandillas, por ambos lados (conductor y accionamiento) la zona inferior de la mesa plana. ▲ Se trata de una medida de seguridad, a modo de elemento de retención, para evitar caer al foso o a la parte inferior de la tela



▲ Protección fijada al suelo



▲ Protección, fijada al suelo, enfrente de los huecos por los que puede pasar una persona



▲ Ejemplo de protección de la zona inferior de la mesa respecto al peligro de caídas al foso o tela. ▲ En este caso, el guardacuerpos, cuelga de la pasarela superior



- Caídas en altura desde medios de acceso:

En los casos donde exista el riesgo de caída en altura de más de dos metros, los medios de acceso así como las plataformas y barandillas deberán cumplir lo establecido en el R.D. 486/97 de "Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo".

Las puertas entre pasarelas y escaleras deben ser de cierre automático y no deben sujetarse a barandillas para que permanezcan abiertas (ni tan siquiera temporalmente) y debe revisarse periódicamente el dispositivo de resorte o muelle de la puerta para garantizar el correcto funcionamiento.



▲ Plataformas de trabajo, pasarelas según R.D. 486/97



▲ Escaleras de servicio según R.D. 486/97



◀ Ejemplo de puerta

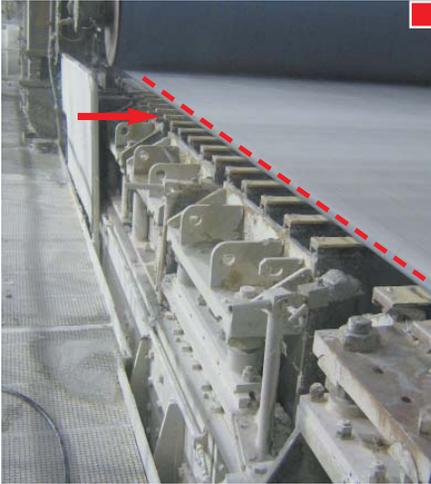


▲ Dispositivo de cierre deteriorado



▲ Puerta retirada en una escalera

► Medidas preventivas para evitar cortes con el borde de la tela



▲ En este caso, existe riesgo de corte con el borde de la tela al ser accesible desde la pasarela



▲ Instalar barandillas con rejilla para impedir el posible contacto con la tela

► Medidas preventivas para evitar atrapamientos con elementos móviles

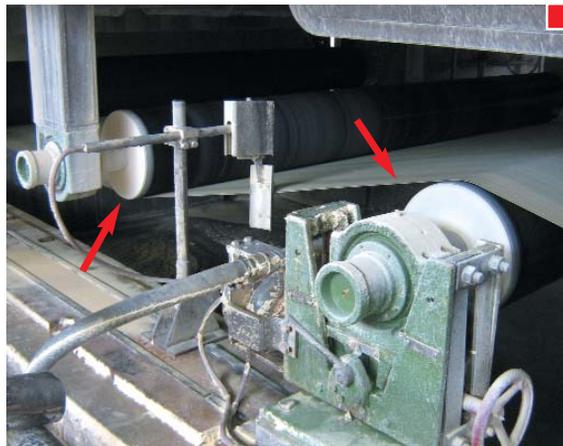
- En líneas de contacto (nips) tela-rodillo, zona inferior:

Deben protegerse los nips tela-rodillo en la zona inferior de la mesa plana, por ambos lados, accionamiento y conductor.

Las barandillas son protecciones frente a caídas, no son válidas como protección contra atrapamiento por elementos móviles.

Las dimensiones de la protección y su ubicación deben impedir alcanzar la zona peligrosa.

[Anexo de Resguardos](#) ►►

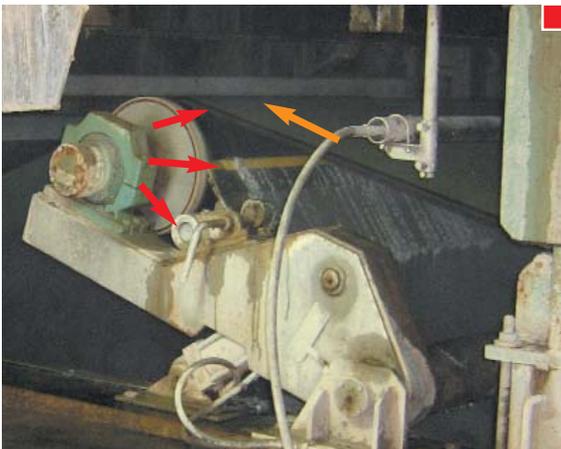


▲ Deben protegerse los nips tela-rodillo en la zona inferior de la mesa plana, por ambos lados, accionamiento y conductor

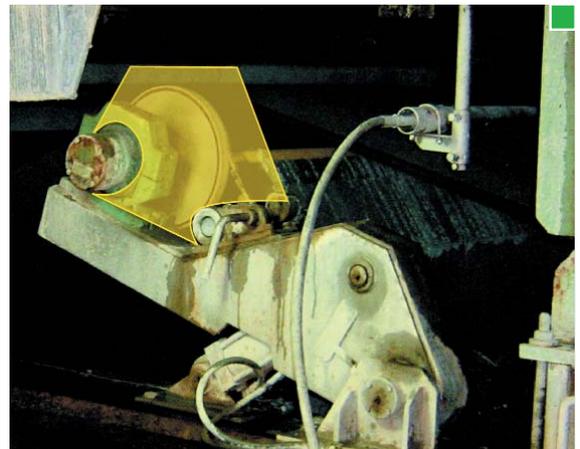


▲ Ejemplo de resguardos fijos en la zona de convergencia (nip) tela-rodillo. ▲ Las dimensiones de la protección y su ubicación deben impedir alcanzar la zona peligrosa

Anexo de Resguardos ►►

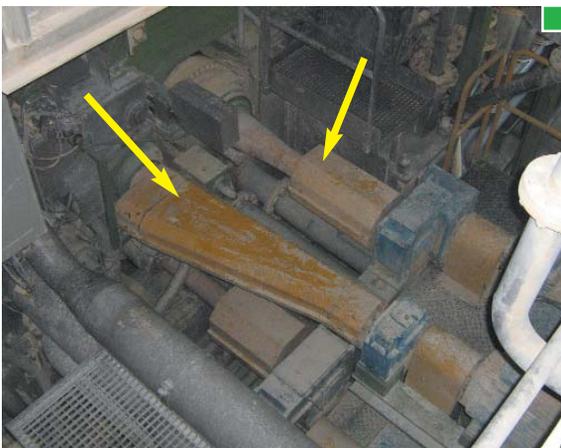


▲ Ejemplo de zonas que deben protegerse. Rodillo-tela, rodillo-raspador y rodillo-partes fijas



▲ Ejemplo de resguardo fijo que impide acceder a los puntos de atrapamiento

- Con elementos móviles de la transmisión (lado accionamiento).



▲ Vista de protecciones mediante resguardos fijos de transmisiones entre motores y rodillos (cardans) en el lado transmisión ▲



▲ Se recomienda instalar carteles, de peligro de atrapamiento, como los que se muestran ▲

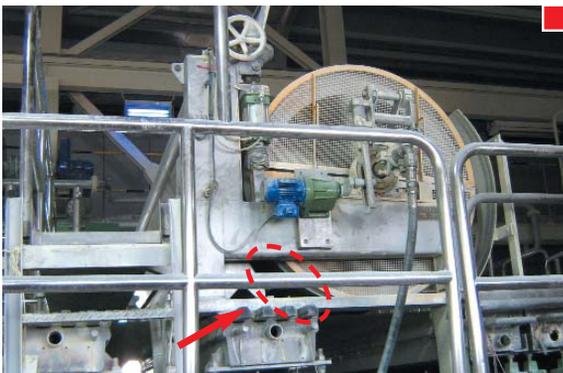
Anexo de Señalización ►►

- En la transferencia de la mesa plana a la sección de prensas. ►► Ver Cap. 13

3.1.1 - Mesa plana con dandy-roll.

Además de los riesgos descritos en el punto 3.1 "mesa plana" existen los riesgos de atrapamiento siguientes:

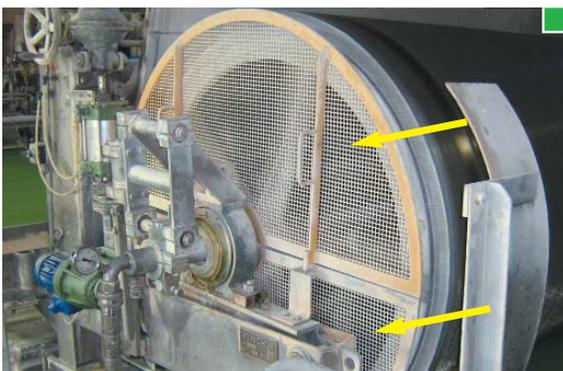
- En el nip entre la tela y el rodillo dandy.
- En el lateral (radios) del propio dandy-roll.
- En el cardan de accionamiento del dandy.



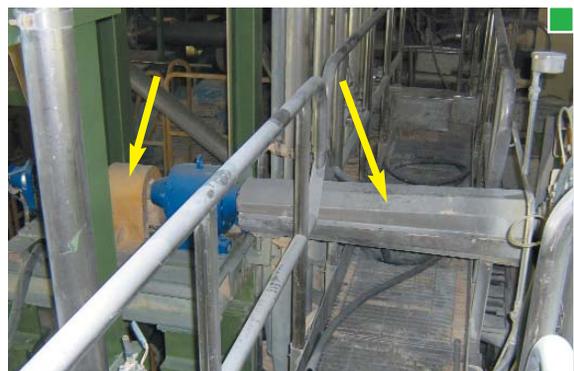
▲ Nip entre tela de la mesa y rodillo (dandy-roll)



▲ Ejemplo de resguardo fijo que impide el acceso



▲ Protección lateral mediante resguardo fijo tipo rejilla que impide el acceso a los radios



▲ Detalle de resguardo fijo
* Nota: El cardan no debería dificultar el paso por la pasarela

3.1.2 - Mesa plana con Formador superior:

Además de los riesgos descritos en el punto 3.1 "mesa plana" existen los riesgos de atrapamiento siguientes:

- Entre las dos telas (entrada).
- Entre tela superior y rodillos de entrada y salida.
- Entre tela superior y sus rodillos conductores.



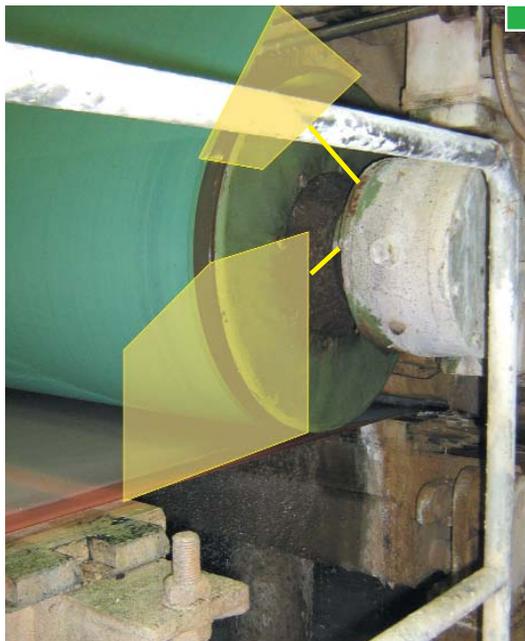
▲ Nip entre la tela de la mesa plana y la tela o rodillo del formador superior (entrada) que es accesible desde la pasarela



▲ Vista lateral de la zona de atrapamiento (accesible) a proteger



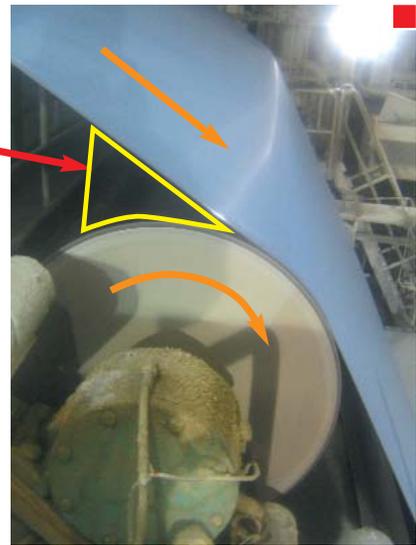
▲ Opción 1. Si existe barandilla, instalar resguardo con rejilla, que impida el alcance de la zona entre las barras



▲ Opción 2. Instalar resguardos próximos a la zona



▲ Los formadores superiores disponen de pasarelas que permiten acceder a los nips tela-rodillo



▲ Ejemplo de nip tela-rodillo conductor, accesible desde la plataforma superior



▲ Ejemplo de resguardo fijo que impide el atrapamiento

3.1.3 - Mesa múltiple:

Los riesgos existentes en una mesa múltiple son similares a los de la mesa plana analizada en el punto 3.1.

Diferencias más apreciables:

La altura respecto al nivel del suelo, por lo que todos los medios de acceso deben disponer de protecciones colectivas para evitar caídas en altura.

[Anexo de Medios de Acceso](#) ►►

Al existir varias mesas, existen más puntos de transferencia, rodillos, telas, etc. Por lo tanto existen más elementos móviles con riesgo de atrapamiento que deben protegerse.

3.2 - Mesa con formas redondas para cartón:

Los riesgos existentes en estos equipos son los siguientes:

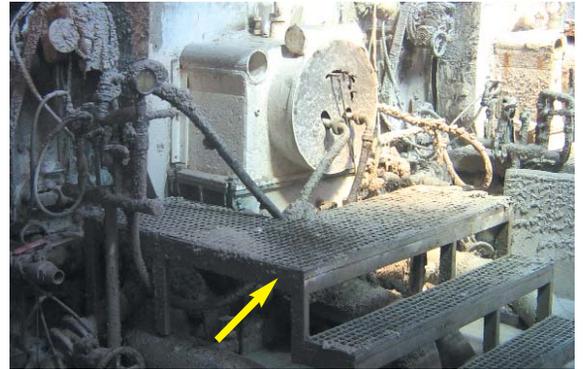
- Caídas en altura desde medios de acceso.
- Cortes con la tela o fieltro.
- Atrapamientos con elementos móviles.

► **Medidas preventivas para evitar caídas**

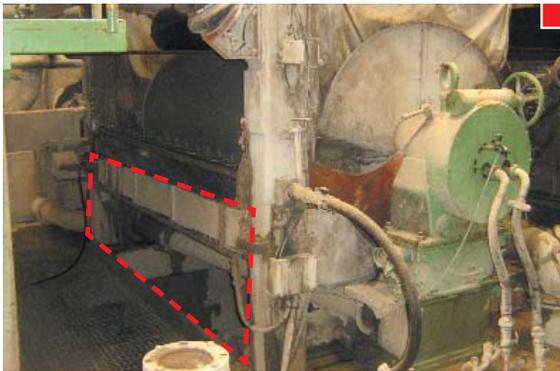
[Anexo de Medios de Acceso](#) ►►



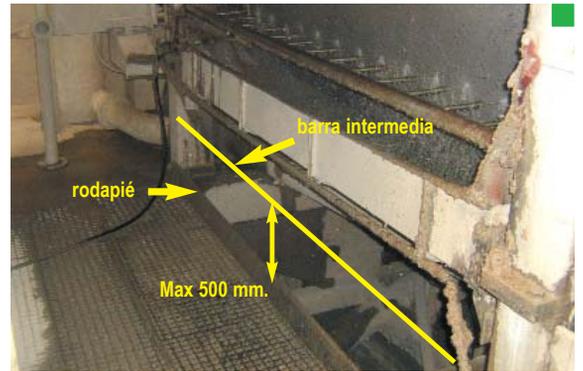
▲ Vista general de zona húmeda



▲ Medios de acceso en torno al equipo de formas redondas



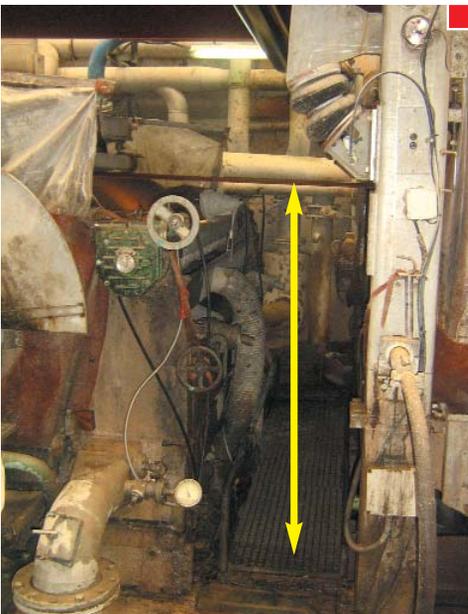
▲ El hueco existente entre rodapié y estructura de forma redonda debe ser inferior a 500 mm para evitar el peligro de caída al foso



▲ En el caso que sea necesario debe instalarse un listón intermedio

► Medidas preventivas para evitar cortes

Cuando el fieltro o tela es accesible debe instalarse un resguardo para evitar su contacto. (La Norma EN 294 establece que todo elemento móvil que pueda alcanzarse con las extremidades superiores debe protegerse siempre que la altura sea inferior a 2,5 m).

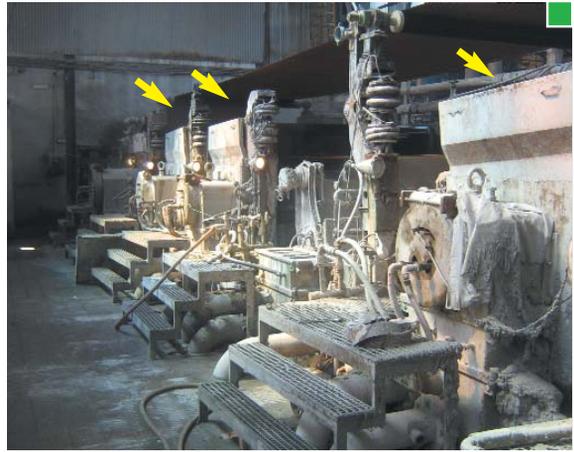
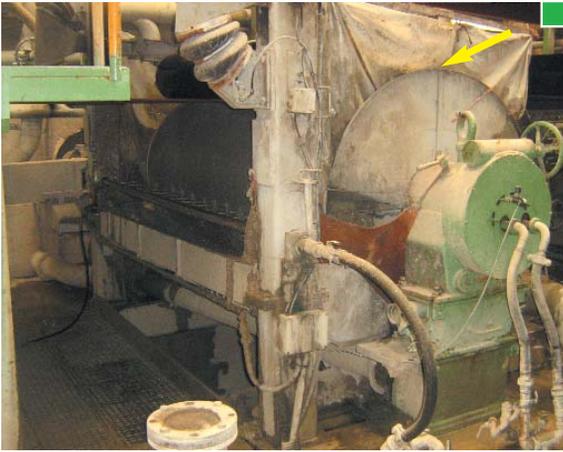


▲ Pasarela transversal, con fieltro accesible, situado a una altura inferior a 2,5 m

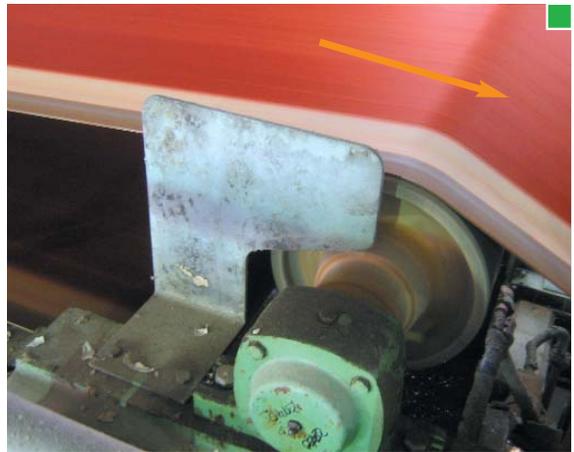


▲ Debe protegerse la zona lateral del fieltro mediante resguardos fijos

► Medidas preventivas para evitar atrapamientos con elementos móviles



▲ El nip fieltro-rodillo debe protegerse mediante resguardos fijos en ambos laterales ▲



▲ Deben protegerse, mediante resguardos fijos, los nips fieltro-rodillo que sean accesibles ▲

Anexo de Resguardos ►►

3.3 - Parte húmeda de la máquina de tisú:

Los riesgos existentes en estos equipos son similares a los de la mesa plana analizada anteriormente. Ver punto 3.2. para los riesgos siguientes:

- Caídas hacia el foso o parte inferior de la tela.
- Caídas en altura desde medios de acceso.
- Atrapamientos con elementos móviles.

Mostramos a continuación algunos ejemplos de medidas preventivas mencionadas en el punto citado anteriormente aplicadas a máquinas de tisú.

- ▶ Medidas preventivas para evitar caídas hacia el foso o parte inferior de la tela



▲ Vista general de la parte húmeda. Señalizando la zona en la que deben instalarse barandillas



▲ Caída hacia foso protegida mediante barandilla



▲ Protección con barandilla en hueco que permite el paso de personas

- ▶ Medidas preventivas para evitar caídas en altura desde medios de acceso

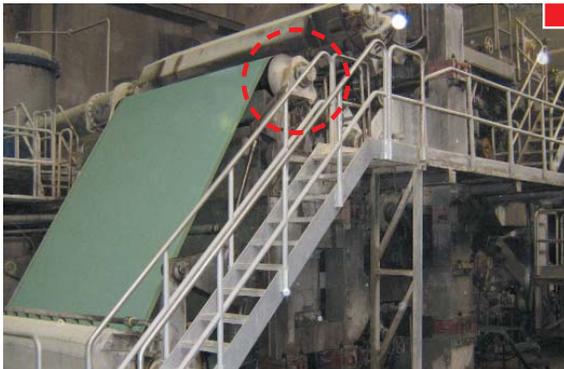


▲ Las escaleras en el lado abierto a plataformas y/o pasarelas deben disponer de puerta de cierre automático.

► Medidas preventivas para evitar atrapamientos con elementos móviles

- En nips tela-rodillo.
- En caja de entrada (crescent former).
- En rodillo aspirante (pick-up).

En nips tela-rodillo



▲ Nip tela-rodillo conductor



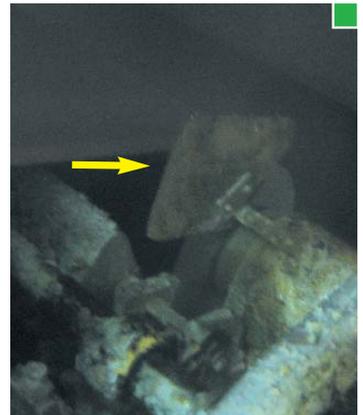
▲ Detalle de la zona de atrapamiento



▲ Nips rodillo-filtro



▲ Resguardo fijo en nip tela-rodillo guía

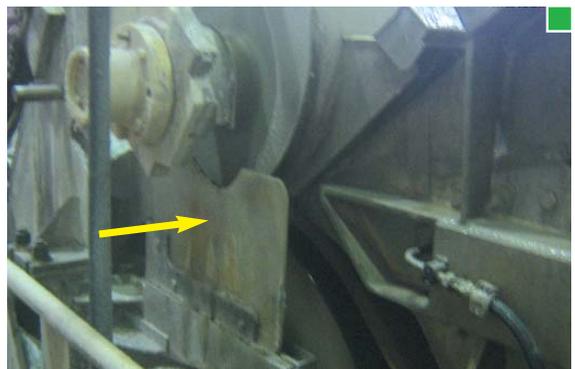


▲ Resguardo en nip tela-rodillo

En caja de entrada (crescent former)

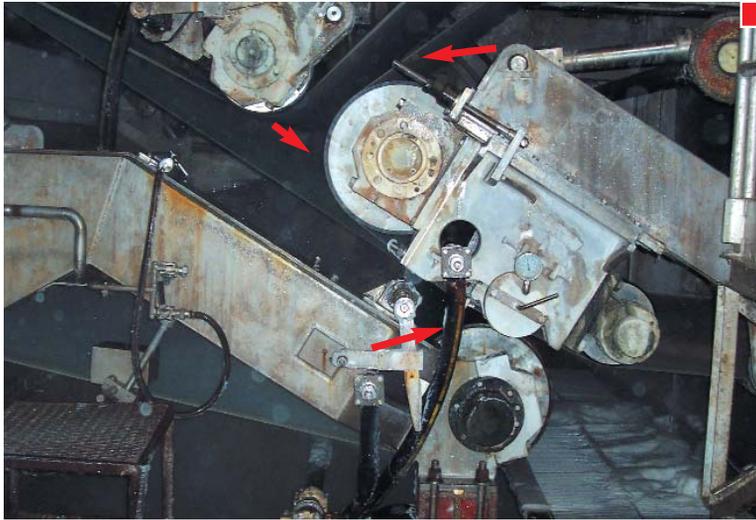


▲ Vista lateral de la caja de entrada

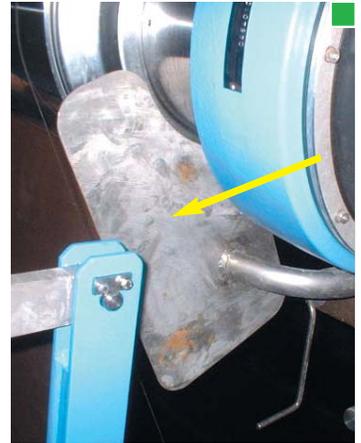


▲ Ejemplo de resguardo en la misma zona

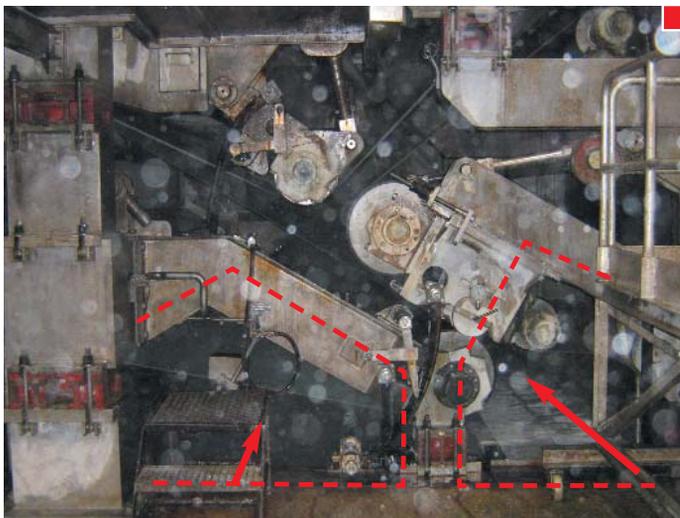
En rodillo aspirante (pick-up)



▲ Existen numerosos puntos de riesgo



▲ Ejemplo de resguardo a instalar en zonas de convergencia accesibles que supongan riesgo de atrapamientos



◀ Los huecos a nivel de suelo por los que puede pasar una persona al interior del pick-up deben protegerse



◀ Ejemplo de protección

Descripción

La sección de prensas de la máquina de papel y/o cartón tiene por finalidad el disminuir la humedad de la hoja lo máximo posible, por medios mecánicos, antes de introducirla en la batería de secadores, donde el costo del secado es mayor.

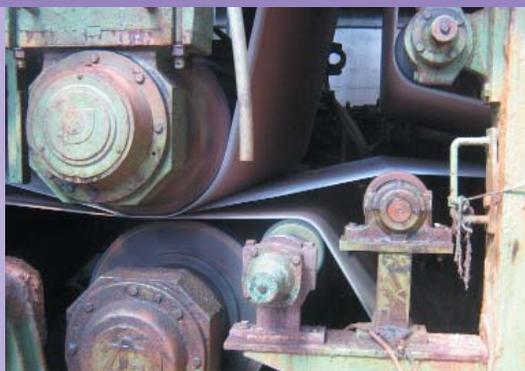
La presión sobre la hoja se ejerce entre dos prensas o rodillos, en la línea de contacto o nip, interponiéndose uno (superior o inferior) o dos fieltros (superior e inferior) a los que se transfiere una parte del agua eliminada de la hoja de papel o cartón que posteriormente se elimina de estos mediante tubos o ranuras aspirantes a vacío.

En función del tipo de papel o cartón y velocidad de la máquina se encuentran, en el Sector, muy distintos tipos y diseños de prensas que, sin embargo, en relación con el cumplimiento del R.D. 1215/97, puede decirse que los riesgos y soluciones a los mismos son muy similares.

En general, existe una zona a nivel de la máquina y otras a niveles superior e inferior (sótano) así como también pasos de tira, durante las puestas en marcha y roturas, entre las distintas prensas o entre la sección de prensas y la batería de secadores.



▲ Vista general de la sección de prensas



▲ Vista frontal de una prensa



▲ Detalle de una zona de paso de tira



▲ Fieltros en zona superior de sección de prensas



▲ Lado transmisión



▲ Vista de sótano en sección prensas

Riesgos y medidas preventivas

Exponemos a continuación los riesgos más frecuentes así como algunas de las medidas preventivas para evitarlos.

Los riesgos más frecuentes en estos equipos son:

- ▶ **Caídas a distinto nivel:**
 - Hacia los fieltros, en la zona superior.
 - Por huecos entre pasarelas y máquina.
 - Por los lados abiertos entre pasarelas y escaleras.
 - Desde el suelo de la nave hacia fosos o púlpers.
 - Desde pasarelas transversales.

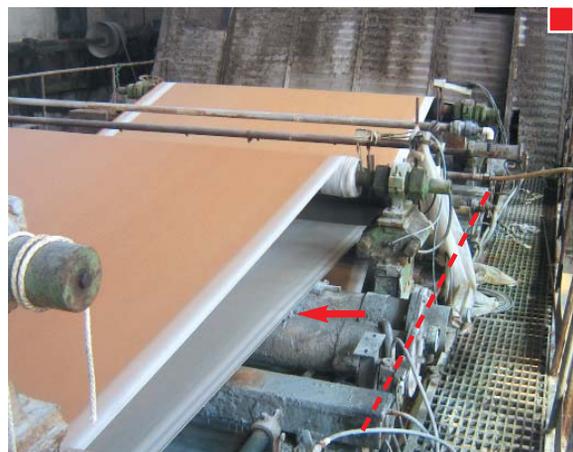
- ▶ **Atrapamientos con elementos móviles:**
 - En lado conductor.
 - Entrada a los rodillos de presión.
 - Líneas de contacto fieltro-rodillo.
 - Líneas de contacto cuerda-polea.
 - En zona superior.
 - Líneas de contacto fieltro-rodillo.
 - En transferencia de la hoja de prensas a secadores.
 - En pasarelas transversales.
 - En lado transmisión.
 - En sótano.
 - Líneas de contacto fieltro-rodillo.
 - Líneas de contacto cuerda-polea.

▶ Medidas preventivas para evitar caídas a distinto nivel

- Riesgo de caídas hacia los fieltros, en la zona superior



▲ Debe protegerse en las pasarelas mediante barandilla todo riesgo de caída superior a 2 m. Además también debe protegerse el lado interior de la pasarela hacia la máquina



▲ Además de evitar caídas hacia los fieltros sirve de impedimento para alcanzar elementos móviles, aunque deben complementarse con otro tipo de protecciones. Ver "Medidas preventivas para evitar atrapamientos con elementos móviles"



▲ Ejemplo de pasarela con barandilla en torno a fieltros de prensas en la zona superior de la máquina

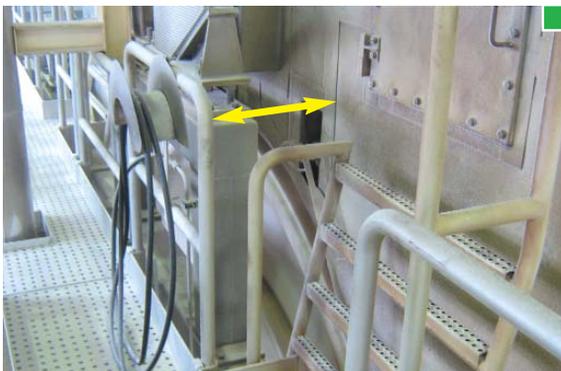


▲ Donde exista pasarela transversal entre campana de sequería y sección de prensas, debe existir barandilla hacia el lado de fieltros

* Nota:: Ver apartado "Medidas preventivas para evitar atrapamientos con elementos móviles, en la zona superior, en líneas de contacto fieltro-rodillo".

- Riesgo de caídas por huecos entre pasarelas y máquina

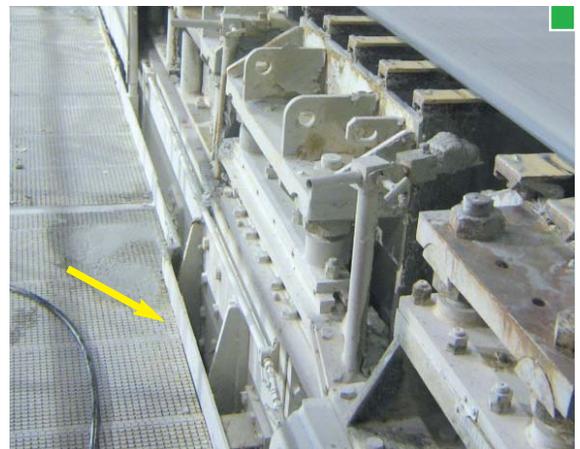
[Anexo de Medios de Acceso ►►](#)



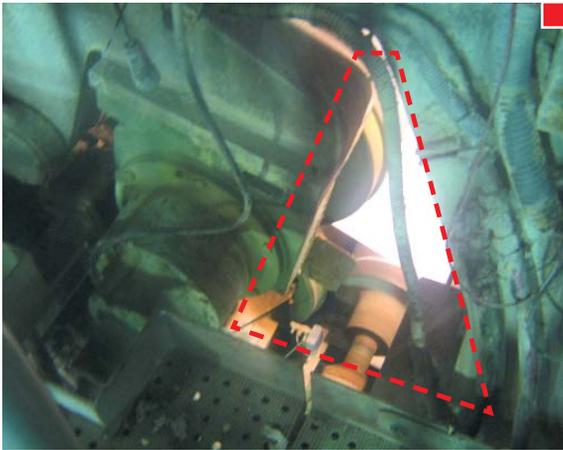
▲ Proteger con barandilla los huecos superiores a 200 mm



▲ Se debe instalar un rodapié si la separación entre la plataforma y la estructura adyacente es superior a 30 mm



▲ Detalle de rodapié en hueco entre pasarela y estructura de máquina donde es posible introducir extremidad inferior



▲ Los huecos entre rodapié y estructura mayores de 500 mm, de alto y ancho, deben protegerse para evitar el peligro de caída al interior de la máquina por ellos



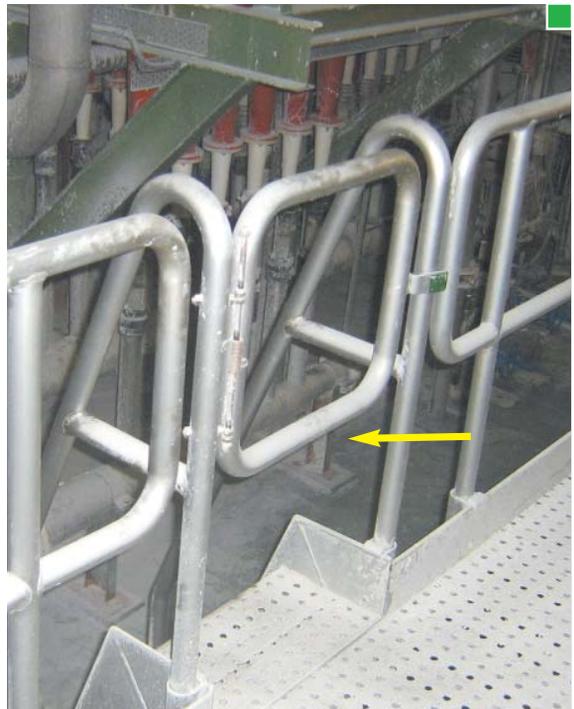
▲ Hueco junto a pasarela por el que puede caer una persona al interior de la máquina. Se ha instalado una barandilla como medida de protección

- Riesgo de caída en altura por los lados abiertos entre pasarelas y escaleras:

Los lados abiertos entre escaleras de acceso y plataformas/pasarelas, si la altura de caída es superior a 2 m, deben protegerse mediante puertas que se cierran automáticamente (según norma UNE-EN 1034-1).

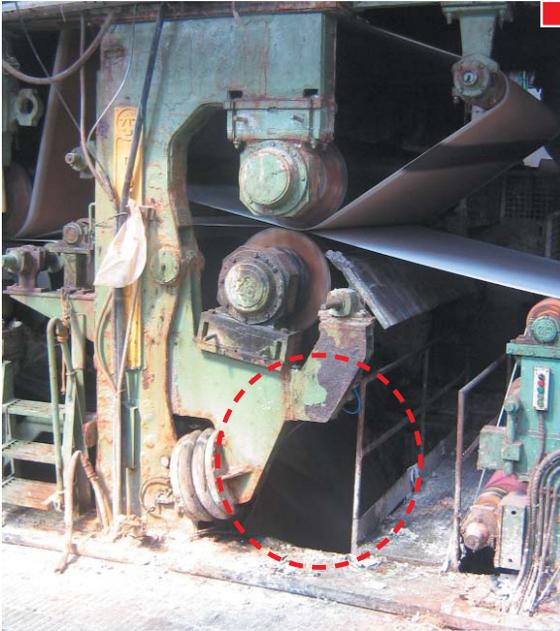


▲ Vista de escalera de acceso a pasarela superior en sección de prensas

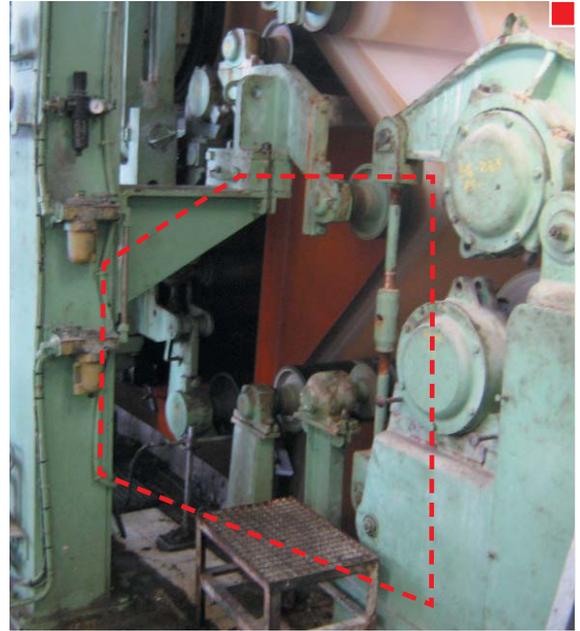


▲ Ejemplo de puerta de cierre automático

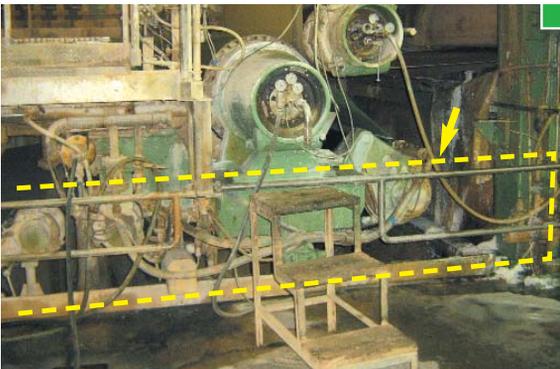
- Riesgo de caída desde el suelo de la nave hacia fosos o púlperos



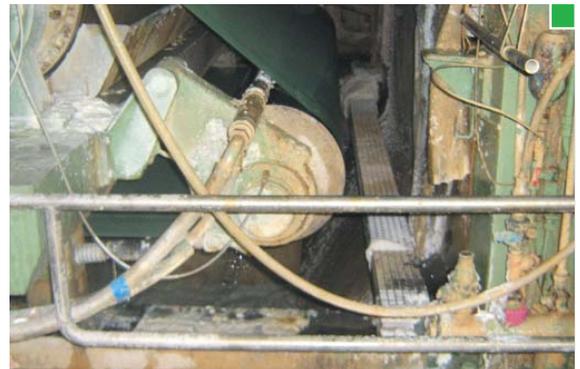
▲ Huevo abierto a nivel de suelo de la nave, caída hacia el foso del púlper



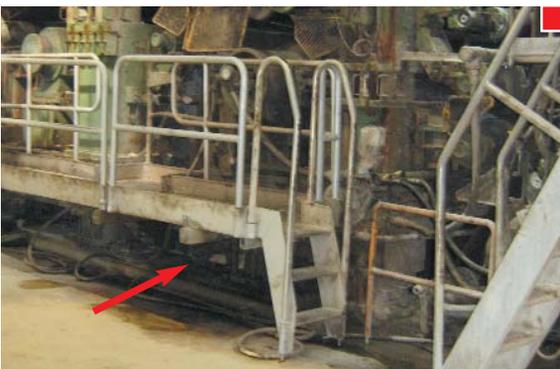
▲ Lado abierto, caída hacia fieltros y foso de máquina



▲ Ejemplo de protección contra caídas hacia fosos en zona de prensas



▲ Barandilla a nivel del suelo de la nave



▲ Si existe pasarela en la zona de prensas, deben protegerse los huecos existentes entre el suelo y la pasarela por los que puedan caer personas al foso



▲ El hueco debe protegerse con barra intermedia o guardacuerpos como el ejemplo de la fotografía si el espacio libre es mayor de 500 mm

- Riesgo de caída desde pasarelas transversales:



Además de disponer de barandillas para evitar caídas en altura, existe un riesgo de caída por arrastre de los fieltros u otros elementos de la máquina, al pasar por estas pasarelas con la máquina en marcha. Véase pág. 48 "Pasarelas transversales" donde se detallan las protecciones a instalar en estas pasarelas transversales en la sección de prensas.

◀ Las pasarelas deben disponer de barandillas de altura mínima 90 cm



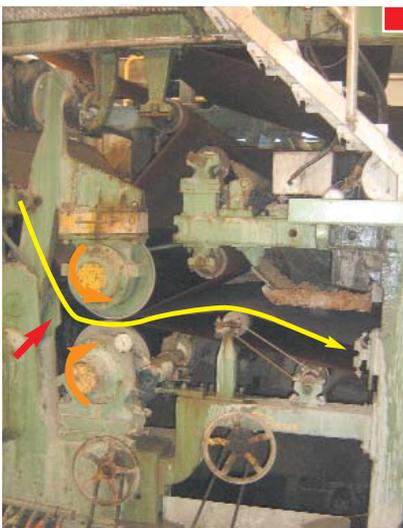
◀ En las zonas de entrada a estas pasarelas deben colocarse señales de peligro de caída en altura

[Anexo de Señalización ▶▶](#)

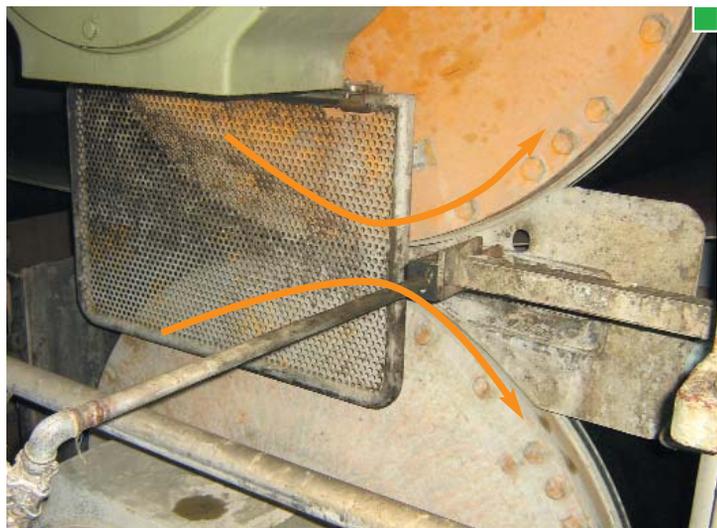
▶ Medidas preventivas para evitar atrapamientos con elementos móviles

- Zona de prensas en el lado conductor: Las protecciones pueden ser resguardos fijos próximos a la zona peligrosa o resguardos móviles asociados a dispositivos de enclavamiento. [Anexo de Resguardos ▶▶](#)
- Entrada a los rodillos de presión: Los puntos de atrapamiento (nips) en la entrada a prensas deben protegerse de forma que sean inaccesibles por ambos lados, es decir conductor y accionamiento.

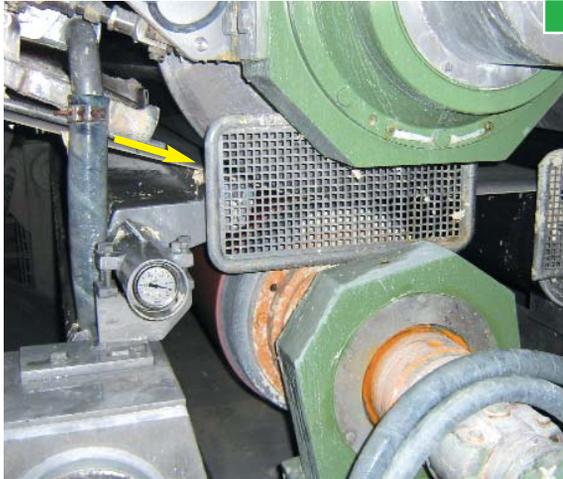
Entrada a los rodillos de presión



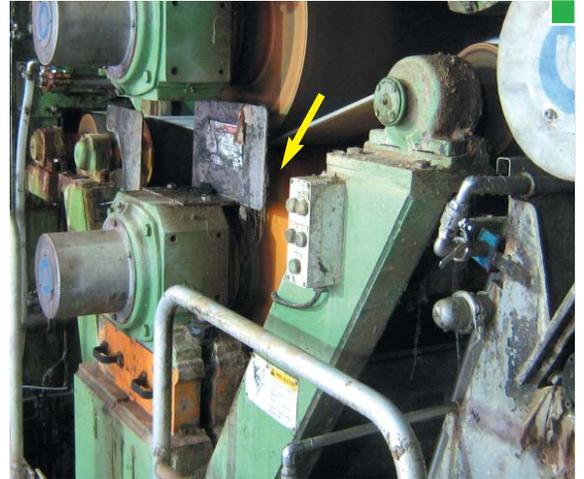
▲ Vista general de una prensa. Zona de entrada sin protecciones, existe peligro de atrapamiento



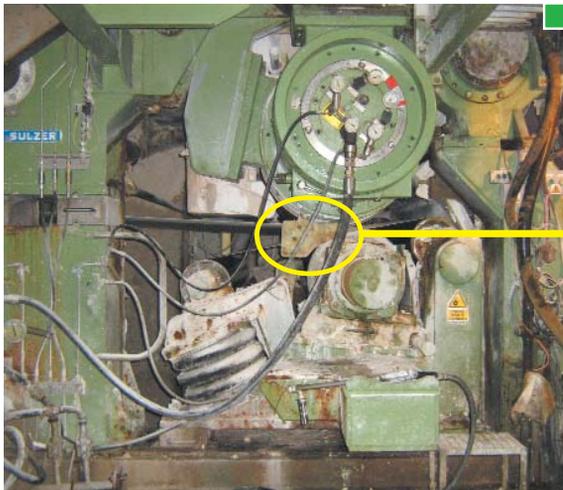
▲ Detalle de la protección a instalar en dicha zona. Punto de contacto, de entrada a prensa, protegido con resguardo fijo



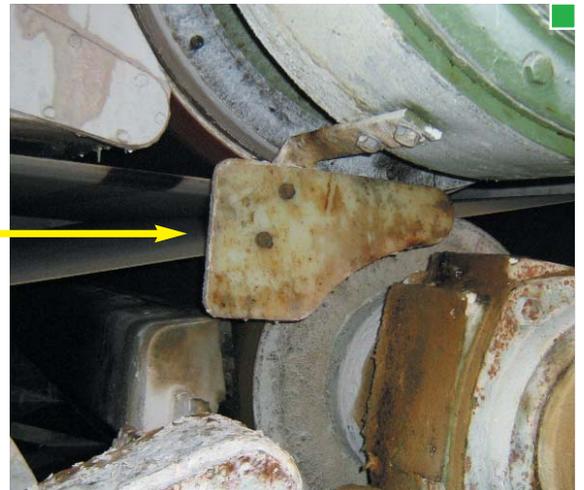
▲ Resguardo fijo tipo rejilla



▲ Resguardo fijo tipo chapa



▲ Vista frontal de una prensa



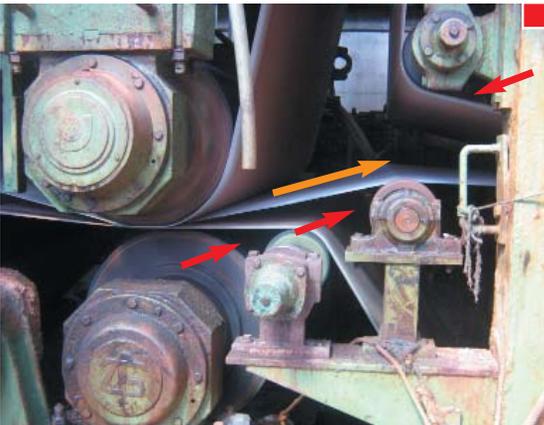
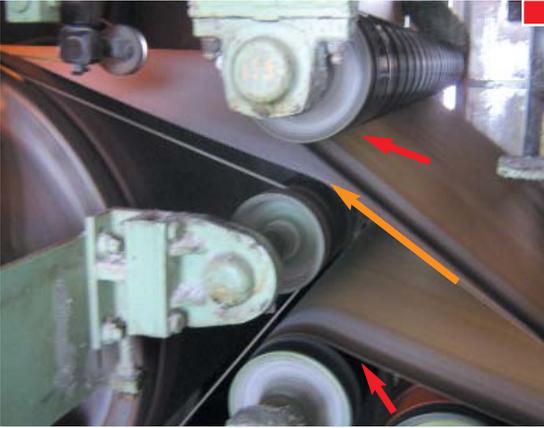
▲ Detalle de resguardo fijo



▲ Vista de sección de prensas, lado conductor, con resguardo móvil asociado a dispositivo de enclavamiento. Su apertura provoca el paro de los elementos peligrosos

■ Línea de contacto fieltro-rodillo.

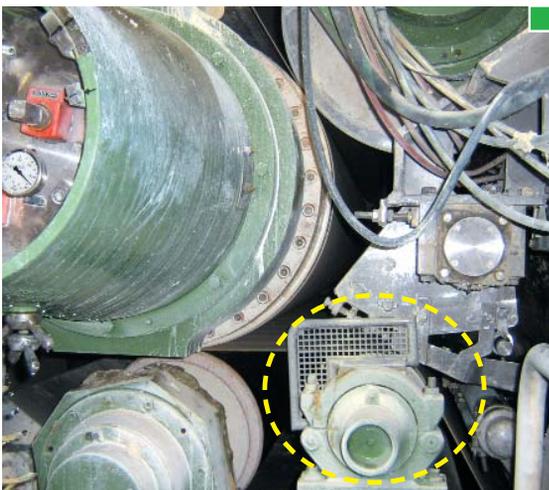
Línea de contacto fieltro-rodillo



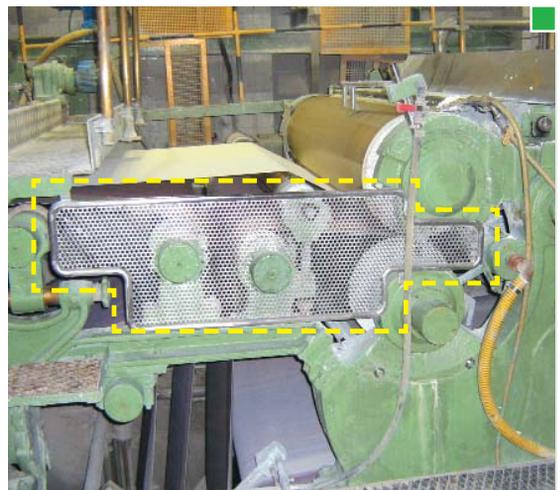
▲ Además de la entrada a prensas deben protegerse los puntos de atrapamiento entre fieltros y rodillos



▲ Ejemplo de resguardo fijo que evita atrapamientos en el nip fieltro-rodillo a la salida de una prensa



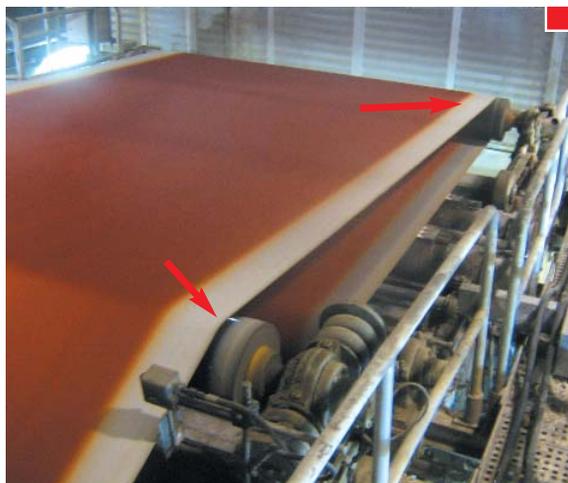
▲ Resguardo de protección en nip fieltro-rodillo a la salida de una prensa



▲ Resguardo fijo que abarca varios puntos de atrapamiento

- Líneas de contacto cuerda-polea. ▶▶ Ver cap. 13
- Zona superior - Línea de contacto fieltro-rodillo.

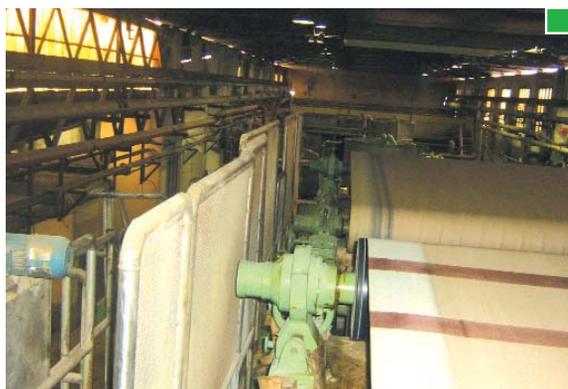
Línea de contacto fieltro-rodillo



▲ Deben protegerse aquellos puntos de atrapamiento accesibles, independientemente de la existencia de barandilla, ya que en muchos casos la zona peligrosa es accesible a través o por encima de dicha barandilla interior



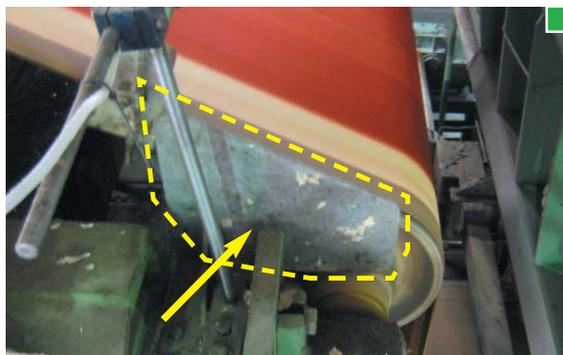
▲ Resguardo de elementos móviles: Deben instalarse o bien resguardos fijos próximos a la zona peligrosa o resguardos distanciadores, es decir, colocar rejillas en las barandillas que impidan, a través de ellas, alcanzar zonas peligrosas



▲ Ejemplo de protección mediante resguardo perimetral, tipo valla. ▲
Los nips quedan protegidos mediante resguardo de altura suficiente como para impedir el acceso a la zona peligrosa

- ▶ Resguardos fijos que por sus dimensiones no son apropiados al dejar accesible la zona peligrosa

Anexo de Resguardos ▶▶



Ejemplo de resguardo ▶

- Transferencia de prensas a secadores. ▶ ▶ Ver cap. 13

- Pasarelas transversales:

Además de disponer de barandillas en los laterales para proteger contra el riesgo de caída hacia el interior de la máquina, estas pasarelas deben permanecer cerradas con la máquina en marcha para eliminar el riesgo de atrapamiento con elementos móviles.

Una solución considerada óptima es la de cerrar la pasarela con rejilla o chapa a modo de túnel eliminando el acceso a elementos móviles, así como el riesgo de caída en altura.



▲ Protección a modo de túnel

- Lado transmisión



▲ Los nips de prensas deben protegerse de la misma forma que en el lado conductor



▲ Ejemplo de transmisiones cardan y acoplamientos protegidos mediante resguardos fijos

El acceso al sótano (debajo de la sección de prensas) debe estar restringido y debidamente señalizado de forma que sólo pueda acceder el personal autorizado, en unas determinadas condiciones y siguiendo consignas y medidas preventivas reflejadas en procedimientos de trabajo escritos para evitar el riesgo de ser golpeados por elementos que pudieran caer de la máquina.

- Sótano: El vallado perimetral es recomendable para limitar el acceso o el paso por debajo de las prensas.

No obstante, las medidas citadas no eliminan la necesidad de poner las protecciones contra atrapamientos en los nips fieltro-rodillo, manta-rodillo, cuerda-polea, etc., situados en la parte inferior de la máquina y que sean accesibles.



▲ Vallado perimetral en el sótano en zona de prensas



▲ Puerta de acceso. Para su apertura es necesario el uso de llave

■ Líneas de contacto fieltro-rodillo.



▲ Zona de prensas en el sótano, deben protegerse los nips

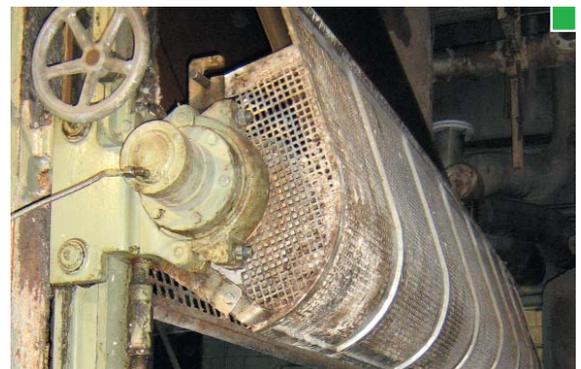


▲ Resguardo fijo que no impide el acceso a zona de atrapamiento.

[Anexo de Resguardos ►►](#)



▲ Vista general de zona de prensas en el sótano. El nip entre el fieltro y el rodillo es inaccesible



▲ Detalle de resguardo fijo tipo rejilla en el nip

■ Líneas de contacto cuerda-polea. ►► Ver cap. 13

Descripción

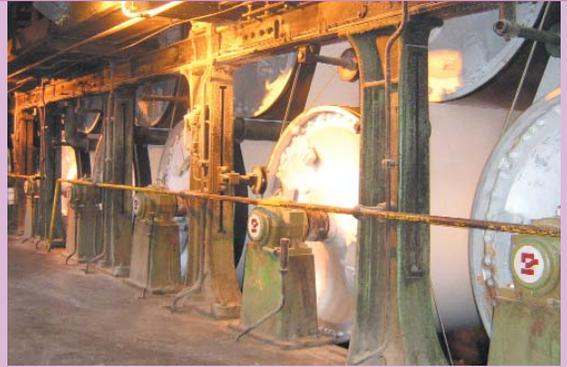
La batería de secadores tiene por finalidad el aumentar la sequedad de la hoja del papel desde los valores obtenidos a la salida de la sección de prensas (40-45%) hasta la sequedad final de la hoja (91-95%).

En algunos casos (papeles bañados en size-press o similar) la batería se divide en dos partes llamadas presequería y postsequería. En la presequería, la hoja se seca hasta la sequedad adecuada para la toma del baño (95-97%) siendo en la postsequería donde se seca hasta la sequedad final de la hoja.

Desde el punto de vista del cumplimiento del R.D. 1215/97, no hay diferencias apreciables excepto en los pasos de tira o de hoja (Ver cap. 13 de Paso de hoja).

Parte seca de la máquina de tisú

La parte seca de la máquina de tisú tiene la particularidad de que consta de un solo secador de 4-5 metros de diámetro y una campana a través de la que se insuflan gases a alta velocidad y temperatura (450-750 °C) para facilitar el secado.



▲ Vista general de batería de secadores



▲ Vista de campana de aspiración



▲ Parte seca de la máquina de tisú



▲ Vista de satinador de máquina de tisú (yankee)



▲ Lado transmisión



▲ Vista de sótano en batería de secadores

Riesgos y medidas preventivas

Exponemos a continuación los riesgos más frecuentes así como algunas de las medidas preventivas adecuadas para evitarlos.

Los riesgos más frecuentes en estos equipos son los de:

- ▶ **Caídas a distinto nivel:**
 - Desde techo de la campana.
 - Desde medios de acceso.
 - Desde el nivel del suelo de la nave (cota 0) hacia fosos o sótano.

- ▶ **Atrapamientos con elementos móviles:**
 - Lado conductor: Puerta de la campana de aspiración.
Nips de elementos móviles (rodillos secadores, rodillos, filtros o mantas, cuerdas y poleas).
 - Lado transmisión: Transmisiones.
Engranajes (ruedas dentadas) de accionamiento de rodillos secadores.
 - Sótano: Nips entre cuerdas y poleas.
Nips entre mantas y rodillos.

- ▶ **Golpes:**
 - Por rotura de las cuerdas.
 - En el sótano, por desplome de elementos de la máquina.

- ▶ **Quemaduras por contacto con superficies calientes.**

▶ Medidas preventivas para evitar caídas a distinto nivel

- Desde el techo de la campana:
 - Cuando exista riesgo de caída en altura de más de 2 metros, los equipos deberán disponer de barandillas rígidas de una altura mínima de 90 cm, o de cualquier otro sistema que proporcione una protección equivalente.
 - El acceso al techo de la campana debe estar restringido a personal autorizado y debe estar adecuadamente procedimentado.



▲ Techo de campana sin protección frente a caídas a distinto nivel



▲ Perímetro protegido mediante barandilla



▲ La altura mínima de una barandilla es de 90 cm. En ocasiones no es posible instalarla por ser menor el espacio libre entre el techo de la campana y el puente grúa



▲ Una solución es colocar barandillas abatibles o plegables. Cuando se realicen trabajos en la zona deben levantarse tales protecciones, siguiendo un procedimiento específico en condiciones de trabajo seguras

- Desde medios de acceso

En las pasarelas laterales es obligatorio poner barandilla, en el lado abierto, a partir de los 2 m de altura (R.D. 486/97) pero recomendamos hacerlo a partir de 1 m de acuerdo a la norma EN 1034-1.

Anexo de Medios de Acceso ►►



▲ A partir de 1 m de altura es recomendable instalar barandilla en el lado abierto de la pasarela



▲ Pasarela lateral con barandilla

- Hacia fosos o sótano desde el nivel del suelo de la nave



▲ Huevo protegido con barandilla



▲ Protección, en zona inferior, equivalente a barandilla

► Medidas preventivas para evitar atrapamientos con elementos móviles

- Lado conductor: | Puerta de la campana de aspiración.



▲ Existe riesgo de golpe o atrapamiento con las puertas de acceso al interior de la campana



▲ Los mandos de accionamiento se deben ubicar donde se tenga un control visual de la zona de riesgo



▲ Puerta con dispositivo sensible de detección mecánica, en el borde inferior



▲ Generalmente el dispositivo de paro es tipo cable en el interior de una funda de goma. Puede ser también barra sensible asociada a micros de enclavamiento o borde sensible



▲ Puerta de sequería con barrera inmaterial mediante células fotoeléctricas. En el caso de interferir el haz (línea discontinua amarilla) la puerta se detiene



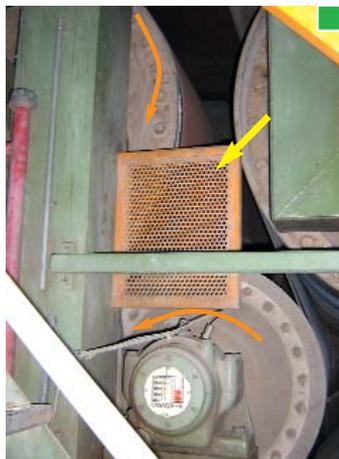
▲ Detalle de células fotoeléctricas
[Anexo de Resguardos](#) ►►

- Lado conductor:

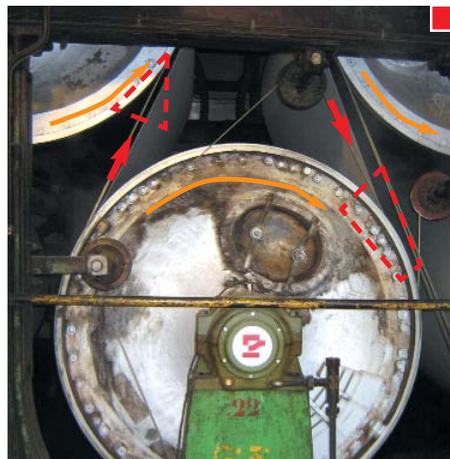
Nips de elementos móviles (rodillos secadores, rodillos, filtros o mantas, cuerdas y poleas)	Los nips más frecuentes son los de manta-secador, manta-rodillo, cuerda-secador y cuerda-polea. Exponemos a continuación soluciones para cada uno de los citados nips.
--	--



▲ Nip manta-secador sin protección



▲ Protección de un nip manta-secador



▲ Nips cuerda-secador que deben protegerse



▲ Resguardo fijo de nip cuerda-secador



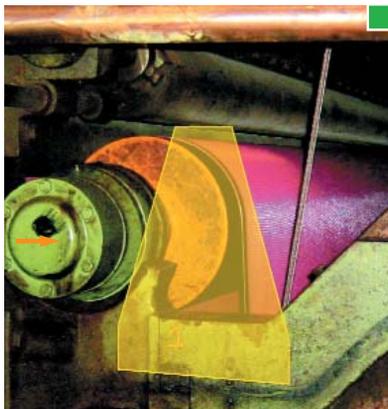
▲ Nips cuerda-polea sin protección



▲ Ejemplo de resguardo fijo en nip cuerda-polea



▲ Protección de nips cuerda-polea y protección del recorrido de la cuerda



▲ Ejemplo de protección en nip manta-rodillo

■ Lado transmisión: | Transmisiones



▲ Resguardos fijos tipo chapa en transmisiones



▲ Resguardo fijo tipo rejilla, luz de malla en función de la distancia a la zona peligrosa.

[Anexo de Resguardos](#) ►►



▲ Todas las zonas accesibles de las transmisiones deben estar protegidas



▲ Cardan protegido en el interior de la campana

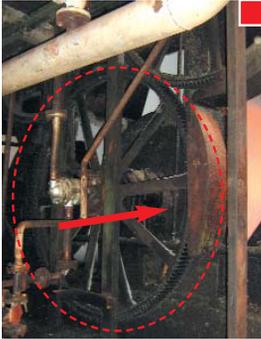


▲ Tapa sin fijar y sin señalar, para engrase de cardan

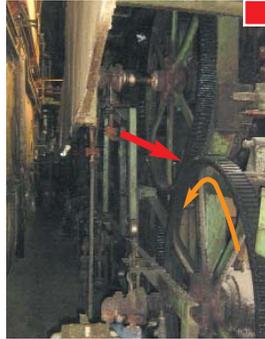


▲ Para la apertura de la tapa, igual que para el resguardo, debe ser necesaria una herramienta

■ Lado transmisión: | Engranajes de secadores



▲ Radios de corona o rueda dentada sin proteger



▲ Falta de protección en zona de convergencia de engranes



▲ Las puertas correderas no son resguardos para los engranes



▲ Ejemplo de resguardo de ruedas dentadas

■ Sótano: | Nips cuerda-polea



▲ Nips cuerda-polea sin proteger



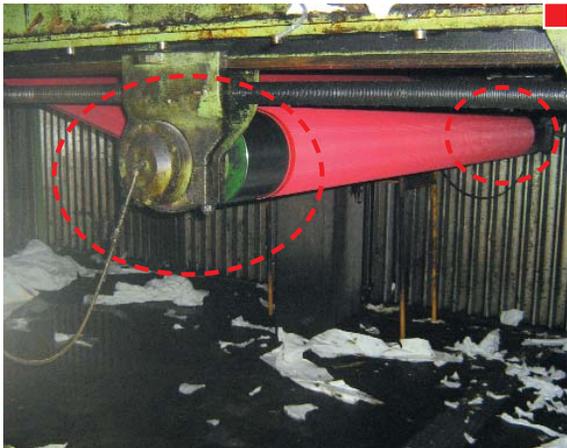
▲ Resguardo fijo, que protege además del riesgo de golpe por rotura de la cuerda (ver apartado de: Golpes por roturas de cuerdas)



▲ Ejemplo de resguardo fijo

■ Sótano: | Nips manta-rodillo

En máquinas a muy alta velocidad y con mantas accesibles existe también el riesgo de quemadura por abrasión por lo que se debe proteger a todo lo ancho de la máquina.



▲ Deben protegerse los nips que sean accesibles



▲ Protección de nip manta-rodillo mediante resguardo fijo



▲ Otros ejemplos de resguardos fijos ▲

[Anexo de Resguardos](#) ►



▲ Ejemplo de protección fija a todo lo ancho de la máquina

- Golpes: | Por rotura de las cuerdas | Donde exista el riesgo de que un trabajador pueda ser golpeado por la rotura de una cuerda, el recorrido debe ser protegido adecuadamente.



▲ Envoltente que protege el recorrido de la cuerda

- Golpes: | En el sótano, por caída de elementos de la máquina



▲ Vista inferior de un sótano

El acceso al foso (bajo sequería) debe estar restringido y debidamente señalizado de forma que sólo pueda acceder el personal autorizado, en unas determinadas condiciones, y siguiendo consignas y medidas preventivas reflejadas en procedimientos de trabajo escritos, para evitar el riesgo de ser golpeado por elementos que pudieran caer de la máquina.

Las puertas correderas, que forman parte de la campana y sirven para mejorar la eficiencia energética u otras similares, son recomendables, con la señalización adecuada, como elementos disuasorios para limitar el paso por debajo de la sequería. No obstante, esto no elimina la necesidad de poner las protecciones contra posibles atrapamientos en los nips fieltro-rodillo, manta-rodillo, polea-cuerda, etc., situados en la parte inferior de la máquina.



▲ Vista de galería en sótano de máquina



▲ Puertas tipo corredera



▲ Señalización en las puertas

► **Medidas preventivas para evitar contactos con superficies calientes**

■ Quemaduras por contacto:



Los secadores de las máquinas de papel están a temperaturas entre 50 y 140 °C por lo que existe riesgo de quemadura por contacto (para contactos desde un segundo de duración).

Como no es posible calorifugarlos, el riesgo debe ser señalado, así como el uso obligatorio de los equipos de protección individual.

Sin embargo, los conductos de vapor y otros a elevada temperatura deben ser calorifugados para reducir la temperatura exterior por debajo del umbral de quemadura o ser protegidos para evitar el contacto.

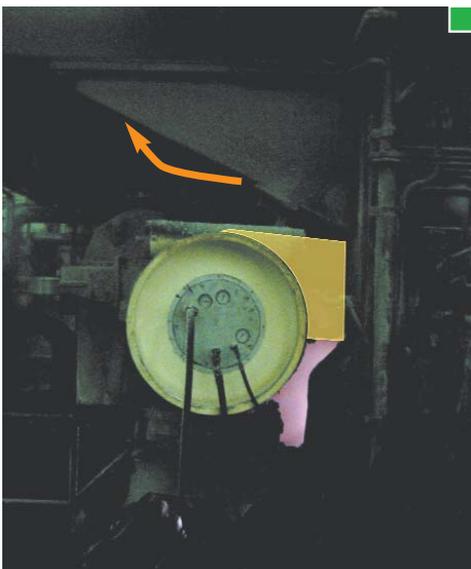
Parte seca de la máquina de tisú

Los riesgos en la parte seca de la máquina de tisú, que consta de un solo secador o yankee, son los de:

- **Caídas a distinto nivel:**
 - Desde medios de acceso (ver pág. 53) [Anexo de Medios de Acceso](#) ►►
 - Hacia el foso o sótano desde el nivel del suelo de la nave (ver pág. 53)
- **Atrapamientos con elementos móviles:**
 - Entre prensas y satinador.
 - Entre satinador y pasarela.
- **Quemaduras por contacto con superficies calientes** (ver pág. 60)

► **Medidas preventivas para evitar atrapamientos con elementos móviles**

■ Entre prensas y satinador



◄ Zona de convergencia prensa aspirante-satinador.
Ejemplo de protección a instalar en el supuesto de que sea accesible

- Entre satinador y pasarelas



▲ Para los riesgos de atrapamientos las barandillas no impiden el acceso



▲ Ejemplo de protección

- ▶ Medidas preventivas para evitar contactos con superficies calientes

- Quemaduras por contacto. (ver pág. 60)



◀ Ejemplo de señalización de superficie caliente

Descripción

La prensa encoladora, comúnmente conocida en las fábricas como size-press, tiene por finalidad el bañar el papel (superficialmente o en todo su espesor en función del tipo de papel) con un baño de almidón o compuesto de almidón, algún otro ligante y una o varias cargas minerales, todo ello en función del uso final del papel a tratar.

Como se ilustra a continuación, los tipos más frecuentes son la size-press y film-press que se diferencian fundamentalmente en que, en la size-press, el bañado se produce por penetración del papel en una balsa formada inmediatamente antes de la línea de

contacto de las dos prensas y en la film-press se aplica una capa de baño a cada una de las prensas y son éstas las que lo transfieren a ambas caras del papel. Por otro lado, la size-press no es aplicable a velocidades superiores a 800-1000 m/min por las salpicaduras de baño que se producen, mientras que la film-press corresponde a un diseño moderno sin límite de velocidad.

Sin embargo, desde el punto de vista que nos ocupa, tanto los riesgos como las posibles medidas de protección son muy similares.



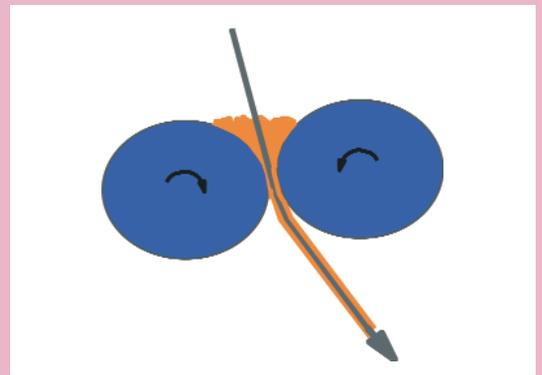
▲ Vista size-press lado conductor



▲ Vista de size-press lado transmisión



▲ Entrada de papel en size-press



▲ Esquema de funcionamiento



▲ Vista de una film-press



▲ Aplicador del baño de una film-press



▲ Entrada de papel en film-press



▲ Esquema de funcionamiento

Riesgos y medidas preventivas

Exponemos a continuación los riesgos más frecuentes así como algunas de las medidas preventivas para evitarlos.

Los riesgos más frecuentes en estos equipos son:

- ▶ **Caídas a distinto nivel:**
 - Hacia el púlper desde el suelo de la nave.
 - Desde medios de acceso.

- ▶ **Atrapamientos con elementos móviles:**
 - Línea de contacto entre los dos rodillos de la prensa.
 - Entre cuerdas y poleas.
 - Lado transmisión.

▶ Medidas preventivas para evitar caídas

- Hacia púlper desde el suelo de la nave:

En el sótano de la máquina, debajo de la prensa encoladora, suele encontrarse un púlper para la recuperación del papel.

*** Nota:** Si en los huecos con peligro de caída al púlper existe además riesgo de atrapamiento con elementos móviles, la barandilla debe complementarse con un resguardo.

Anexo de Resguardos ►►



▲ Protección en hueco con peligro de caída al púlper



▲ Si el riesgo de caída existe a todo lo ancho de la máquina debe protegerse todo su perímetro con barandilla

- Desde medios de acceso:

[Anexo de Medios de Acceso](#) ►►



▲ Vista general de medios de acceso a prensa encoladora



▲ Pasarela transversal con barandillas por ambos lados

► Medidas preventivas para evitar atrapamientos

- Línea de contacto entre los dos rodillos de la prensa



▲ El nip entre los dos rodillos debe protegerse por el lado conductor y accionamiento, si es accesible



▲ Ejemplo de resguardo fijo

Protección que no impide el acceso al nip ►

[Anexo de Resguardos](#) ►►



▲ Protección mediante resguardo fijo



▲ Ejemplo de resguardo fijo en nip de rodillos de la prensa



▲ Detalle del resguardo que impide el acceso a la zona de riesgo, por el hueco que deja la estructura de la máquina



▲ Protección contra el riesgo de arrastre del rodillo hacia el nip

■ Entre cuerdas y poleas.



▲ Ejemplo de protección



▲ La protección debe crear una envolvente que impida acceder a la zona peligrosa



▲ Nip polea-cuerda accesible



▲ Ejemplo de resguardo

■ Lado transmisión.



▲ Resguardos fijos en transmisiones



▲ Resguardo fijo tipo rejilla, luz de malla en función de la distancia a la zona peligrosa

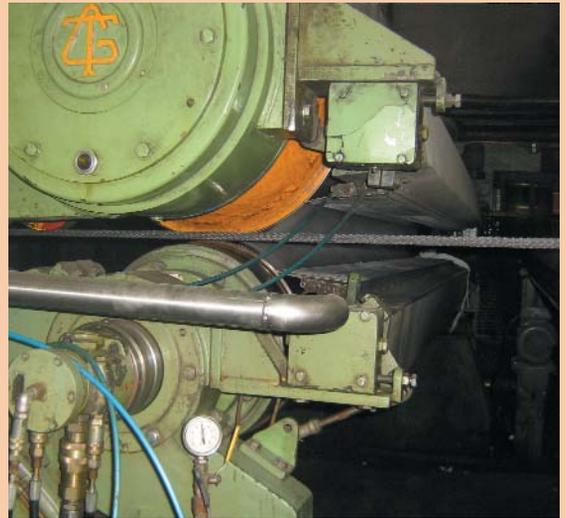
Descripción

La lisa o calandra de máquina tiene por finalidad el lograr que el papel que se está produciendo en la máquina de papel, alcance la lisura requerida para el uso al que se destina, mediante uno o varios pasos entre rodillos.

El material de construcción de los rodillos, la lisura de su superficie, la presión y temperatura aplicadas en el contacto, así como la composición y estructura del papel, determinan la lisura final del papel producido.

Los rodillos pueden ser de acero (lisa o calandra dura) o uno de ellos de acero y el otro blando (lisa o calandra blanda).

Los riesgos y las posibles medidas preventivas para evitarlos, son, en cualquier caso, muy similares.



▲ Línea de contacto de rodillos



▲ Vista de lisa desde el lado transmisión



▲ Vista de lisa desde el lado conductor



▲ Línea de contacto de rodillos

Riesgos y medidas preventivas

Exponemos a continuación los riesgos más frecuentes, en lisa o calandra de máquina, así como algunas de las medidas preventivas para evitarlos.

Los riesgos más frecuentes en estos equipos son:

- ▶ **Caídas a distinto nivel:**
 - Hacia el púlper desde el suelo de la nave.
 - Desde medios de acceso.

- ▶ **Atrapamientos con elementos móviles:**
 - Línea de contacto entre los dos rodillos.
 - Nips cuerda-polea.
 - Lado transmisión. (Transmisiones)

- ▶ **Quemaduras por contacto.**

▶ Medidas preventivas para evitar caídas

- Hacia púlper desde el suelo de la nave



▲ Hueco inadecuadamente protegido con barandilla giratoria



▲ Protección del hueco con barandilla fija. Incluye rejilla para evitar acceso a elementos móviles (ver pág. 74)

- Desde medios de acceso

Anexo de Medios de Acceso ►►



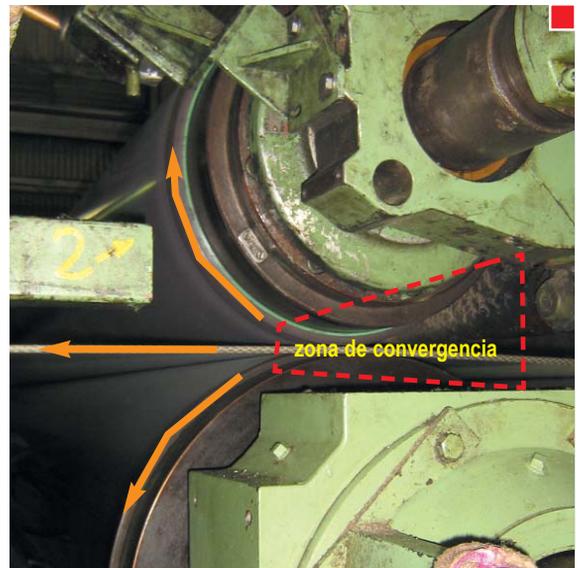
▲ Escala vertical que no cumple los requisitos (falta puerta entre plataforma y escala)

- Medidas preventivas para evitar atrapamientos

- Línea de contacto entre los dos rodillos de la lisa o calandra



▲ La línea de contacto entre los dos rodillos debe protegerse lateralmente de forma que sea inaccesible



▲ Detalle de la línea de contacto



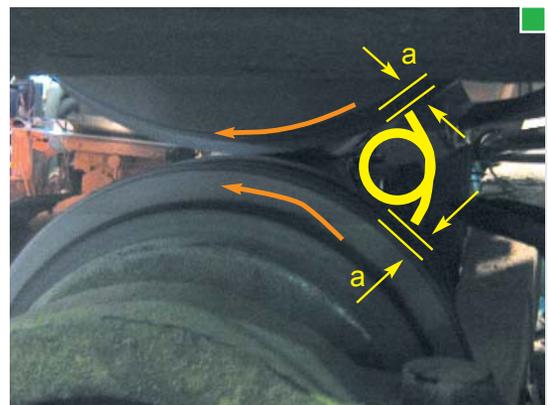
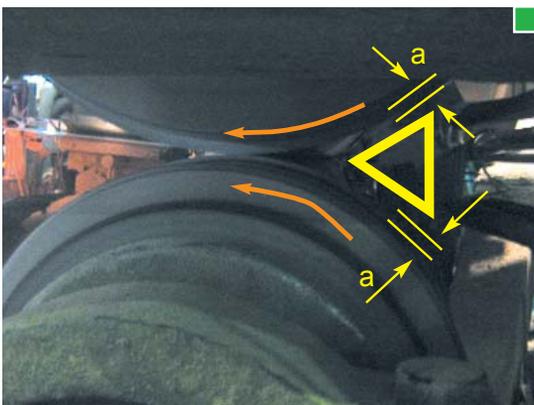
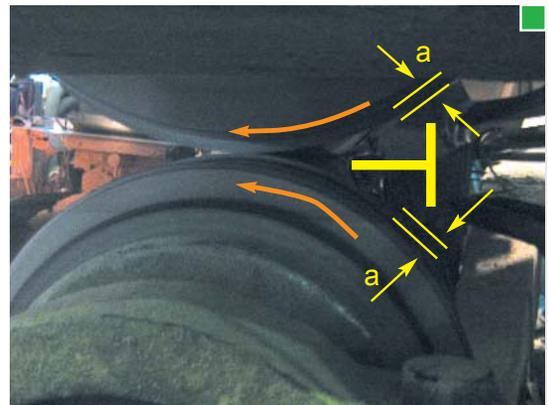
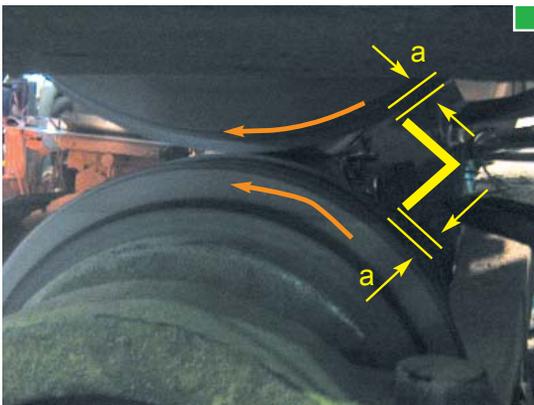
▲ Protección de nip de rodillos de lisa



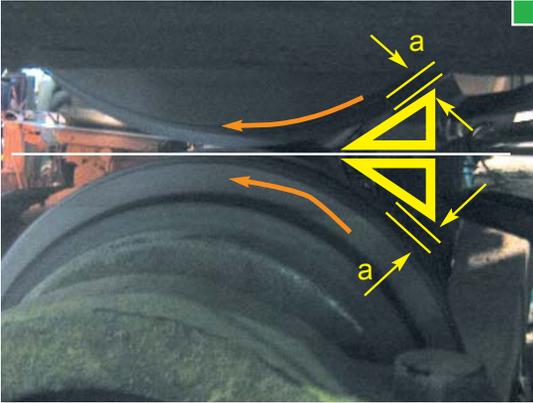
▲ Zona de paso habitual entre batería de secadores y lisa.
Las zonas de atrapamiento que son accesibles desde zonas de paso transversales a la máquina de papel, deben protegerse a todo lo ancho.

► Medidas de protección en zonas de convergencia (consultar norma EN 1034-1, Anexo de Resguardos Pág. 160)

- Barras de protección fijas provistas de enclavamiento con bloqueo.



▲ Ejemplos de barras de protección en zona de convergencia ($a = 8 \text{ mm}$). Sólo son viables cuando el papel pasa adherido a uno de los rodillos



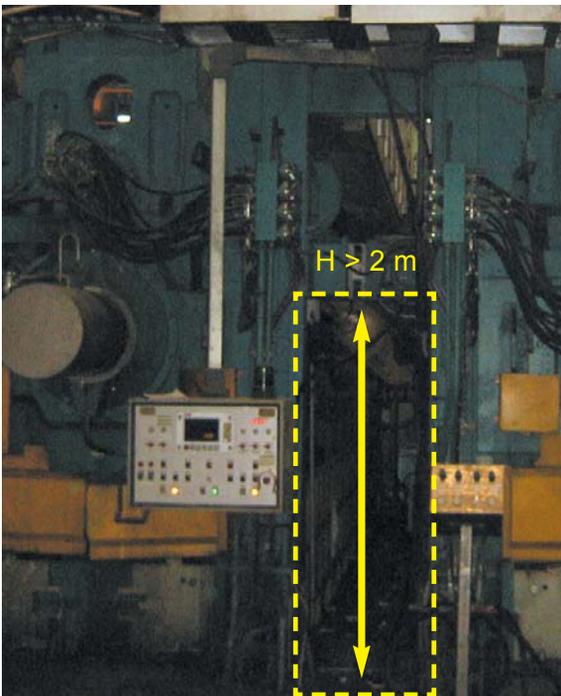
◀ *Protección para lisas blandas (soft calender) en las que el papel no pasa adherido a ninguna de las prensas*

Las secciones redondas no son adecuadas como barras protectoras al crear nuevas zonas de convergencia.

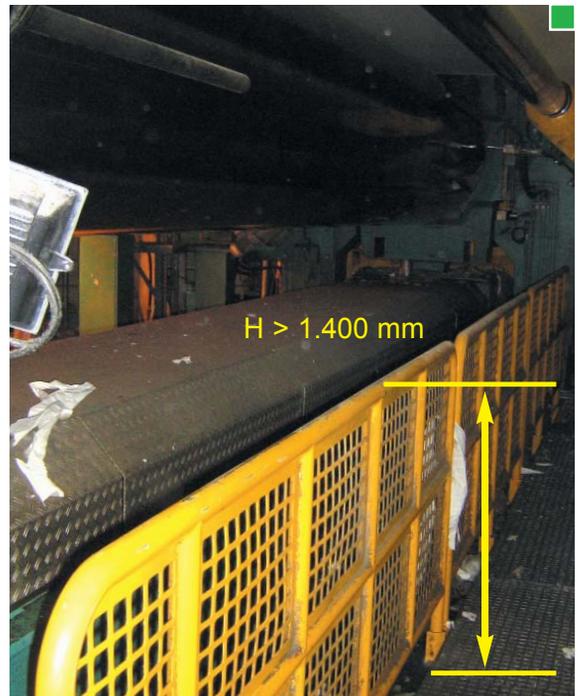
La separación entre la barra y la parte móvil rotativa debe ser lo más pequeña posible y no superior a 8 mm (a).

- Protectores de distancia fijos (vallas) provistos de enclavamiento con bloqueo (puerta de acceso).

[Anexo de Resguardos](#) ►►



▲ *Vista lateral de una lisa con pasarela transversal*



▲ *Protección mediante valla* fija, a lo ancho de la máquina. Impide acceso a nip entre rodillos*

* **NOTA:** valla fija, no debe confundirse con barandilla. La valla impide acceso a través de ella, la altura mínima según norma EN 294 es de 1400 mm si la zona peligrosa se encuentra a suficiente distancia.

■ Nips cuerda-polea



▲ Deben protegerse aquellos nips cuerda-polea que sean accesibles



▲ Ejemplo de protección en nip cuerda-polea. La protección debe crear una envoltura que impida acceder a la zona peligrosa

■ Lado transmisión. (Transmisiones)



▲ Los resguardos deben crear una envoltura entorno a la transmisión (falta rejilla en la parte inferior de la protección)



▲ Resguardos fijos en transmisiones. Ver además como está protegido el acoplamiento y la línea de contacto de los rodillos de la lisa

► Medidas preventivas para evitar contactos con superficies calientes

■ Quemaduras por contacto

El riesgo debe ser señalizado, así como el uso obligatorio de los equipos de protección individual.

Sin embargo, los conductos de vapor y otros a elevada temperatura deben ser calorifugados para reducir la temperatura exterior por debajo del umbral de quemadura y/o protegidos para evitar el contacto.

Descripción

En la enrolladora, la hoja o banda de papel terminado se enrolla sobre un mandril metálico para obtener el "rollo de máquina".

El enrollado ha de hacerse con la evolución de la tensión a lo largo del diámetro del rollo de papel (en general, uniformemente decreciente), adecuada para la operación posterior de bobinado.

Independientemente del tipo de papel y diferencias de diseño, los riesgos y posibles medidas preventivas, en general, son los mismos.



▲ Enrolladora desde lado conductor



▲ Enrolladora en máquina de tisú



▲ Enrolladora desde lado transmisión



▲ Retirada de bobina mediante puente grúa

Riesgos y medidas preventivas

Exponemos a continuación los riesgos más frecuentes así como algunas posibles medidas preventivas para evitarlos.

Los riesgos más frecuentes en estos equipos son:

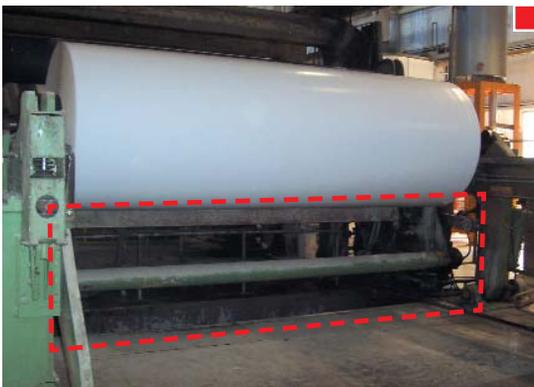
- ▶ **Caídas a distinto nivel:**
 - Hacia púlper desde el suelo de la nave.
 - Desde medios de acceso.

- ▶ **Atrapamientos con elementos móviles:**
 - En línea de contacto rollo-tambor de la pope.
 - Entre el mandril del rollo y su soporte o rail (pista de rodadura).
 - En la salida de la enrolladora.
 - En la zona de almacenamiento de mandriles.
 - Entre brazo primario y mandril así como entre el secundario y el bastidor.
 - Entre rollos en la zona de almacenamiento.
 - Lado transmisión. (transmisiones).

- ▶ **Golpes por caída del rollo y/o mandril:**
 - Durante el enrollado.
 - En operaciones de elevación.

▶ Medidas preventivas para evitar caídas

- Hacia púlper desde el suelo de la nave
 - ▶ Cuando el hueco hacia el púlper, desde el suelo de la nave, permita el paso de una persona, debe protegerse para impedirlo.



▲ Hueco al púlper de la enrolladora sin protección frente a caídas



▲ Debe protegerse adecuadamente



▲ Ejemplo de protección mediante sistema de barras ▲



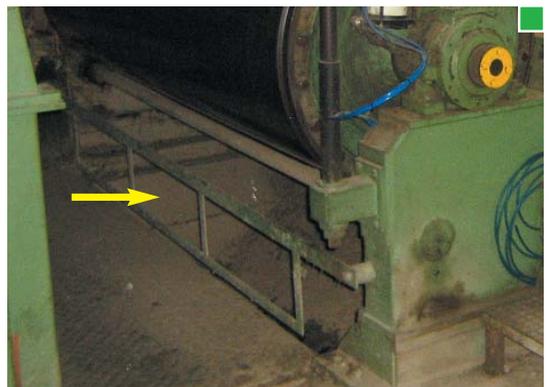
▲ Otro ejemplo de protección



▲ Otra posibilidad de cerramiento del hueco



▲ Barandilla en pasarela transversal situada a la entrada de la enrolladora



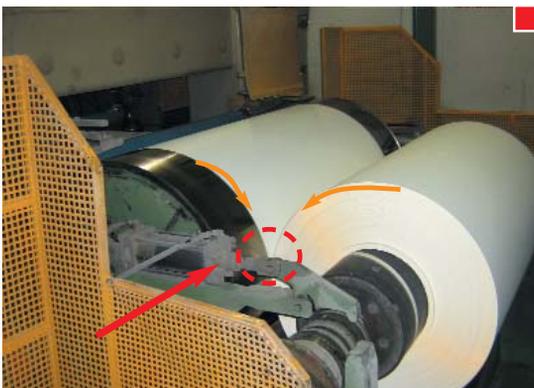
▲ Protección de hueco en pasarela transversal en la zona de entrada a la enrolladora

- Desde medios de acceso | Para todo lo referente a escaleras, pasarelas y plataformas de trabajo: [Anexo de Medios de Acceso](#) ►►



► Medidas preventivas para evitar atrapamientos

- Línea de contacto rollo-tambor de la pope.



▲ Debe protegerse la citada línea de contacto para impedir el acceso



▲ Debe impedirse también el acceso a la línea de contacto desde la zona frontal. Una solución es instalar protecciones adecuadas y otra, cuando esto no sea factible, aumentar la distancia mínima (2700 mm) elevando la enrolladora o bajando el nivel del suelo. (ver pág. 158)



▲ El resguardo no impide el acceso al punto de atrapamiento
[Anexo de Resguardos ▶](#)



▲ Protección lateral. Las dimensiones del resguardo, la distancia a la zona peligrosa y la rejilla empleada hacen inaccesible el punto de atrapamiento



▲ Ejemplo de protección de la línea de contacto por el lado conductor



▲ Vista desde el lado accionamiento

- Entre el mandril del rollo y su soporte o rail (guía de rodadura).

En la salida de la enrolladora

Para proteger del riesgo de atrapamiento entre el mandril del rollo y su guía de rodadura en la zona frontal de la enrolladora, una solución es instalar barrera inmaterial (fotocélulas) que impida la expulsión del brazo secundario (cuando el rollo alcanza el diámetro requerido) mientras permanezca alguien en la zona.

Esta medida protege también del riesgo de atrapamiento entre el brazo secundario y el bastidor.



◀ Ejemplo de protecciones laterales mediante resguardo fijo



▲ Resguardo en la zona de railes que no impide el acceso por la parte inferior



▲ Ejemplo de protección lateral, que además protege del riesgo de atrapamiento entre el brazo primario y el mandril



▲ La zona de riesgo no debe ser accesible tampoco desde los medios de acceso



▲ Protecciones con altura correcta.

- En la zona de almacenamiento de mandriles



▲ Ejemplo de resguardo para evitar el acceso a la zona de atrapamiento



▲ La zona peligrosa no debe ser accesible tampoco desde los medios de acceso

- Entre brazo primario y mandril así como entre el secundario y el bastidor. Ver pág. 82

- Entre rollos en la zona de almacenamiento

Cuando esté unido el camino de rodadura de la enrolladora con el del almacén, se ha de garantizar que la distancia mínima a la que se paren los rollos sea superior a 500 mm a fin de evitar el riesgo de atrapamiento de una persona entre los rollos. En el camino de rodadura se instalan, para este fin, topes mecánicos que se elevan automáticamente.

Adicionalmente, en la zona frontal de posible acceso al almacén, se debe instalar dispositivo sensible (barrera fotoeléctrica o fotocélulas) que impida la expulsión del brazo secundario de la enrolladora cuando una persona atraviese la citada barrera.



▲ Almacenamiento correcto cuando los rollos se transportan con grúa, teniendo el operario control visual de la zona

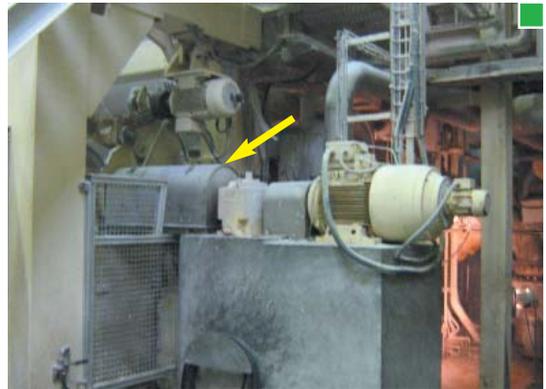


▲ Cuando hay paso directo de la salida de la enrolladora al almacén de rollos se necesita protección lateral que restrinja el acceso a la zona. Si dispone de puertas su apertura debe estar asociada al dispositivo de expulsión del rollo

■ Lado transmisión. (Transmisiones).



▲ Vista de protecciones por el lado transmisión en una enrolladora



▲ Resguardo fijo en transmisión

► Medidas preventivas para evitar golpes por caída del rollo y/o mandril

- Durante el enrollado | Existe riesgo de golpe por caída del rollo debido a rotura del mandril o fallo del sistema de sujeción del mismo. Debe asegurarse un adecuado mantenimiento de los equipos y limitar el acceso a esa zona.

- En operaciones de elevación | Los ganchos deben disponer de una presilla o cualquier otro dispositivo que garantice que no se puedan desenganchar las cargas accidentalmente (norma UNE 58-509-79).



◀ ▲ Un gancho con mayor altura respecto al eje del mandril es una medida alternativa



▲ Otra medida alternativa es la instalación de un rodamiento en el extremo del gancho que rota evitando el desenganche del rollo ▲

Descripción

En la bobinadora, se corta longitudinalmente el rollo de papel que sale de la enrolladora y simultáneamente, se bobinan las bandas de papel resultantes sobre mandril de cartón, para producir bobinas de ancho y diámetro previamente definidos por el cliente.

Se controla, además, la tensión de bobinado a lo largo de la bobina para mejorar el comportamiento del

papel en su utilización final.

En las de papel tisú se unen además dos o tres hojas de papel antes de las operaciones de corte y bobinado en una misma máquina o en máquinas separadas. Las partes principales de la misma son: el desenrollado, la sección de cuchillas, los rodillos portadores y la zona de salida de las bobinas una vez terminadas.



▲ Zona de salida de bobinas



▲ Zona de desenrollado de papel



▲ Detalle de la zona de los rodillos portadores



▲ Sección de cuchillas

Riesgos y medidas preventivas

Exponemos a continuación los riesgos más frecuentes así como algunas de las medidas preventivas.

Los riesgos más frecuentes en estos equipos son:

- ▶ **Caídas a distinto nivel:** | - Desde medios de acceso.
- ▶ **Atrapamientos con elementos móviles:** | - En rodillos portadores (rodillo-bobina, rodillo-estructura máquina).
- En rodillo de presión.
- Entre la cuna de salida de las bobinas y el suelo.
- ▶ **Cortes con cuchillas.**

► Medidas preventivas para evitar caídas en altura

- Desde medios de acceso

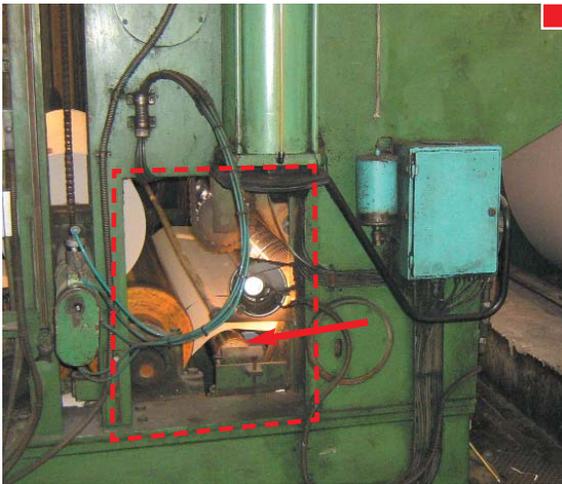
Anexo de Medios de Acceso ►►



Ejemplo de medios de acceso en bobinadoras ►

► Medidas preventivas para evitar atrapamientos

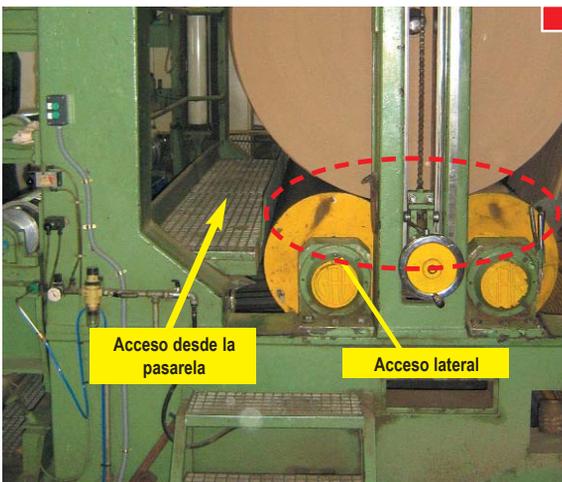
- En rodillos portadores: | Acceso desde los laterales de la máquina



▲ Deben protegerse lateralmente aquellos huecos que permitan acceder a la zona de riesgo



▲ Ejemplo de protección mediante resguardo tipo rejilla



▲ Se puede acceder a la zona de riesgo entre rodillo y bobina tanto desde la pasarela existente como lateralmente



▲ Los accesos a las zonas de riesgo deben estar cerrados cuando la velocidad es superior a la de embarque de la hoja (10 m/min. según la norma UNE-EN 1034-3)

- En rodillos portadores: | Acceso frontal, a la salida

Una opción de protección de esta zona de atrapamiento es protegerla mediante la cuna de descenso de bobinas.

*** Nota:** Ver a continuación las medidas que deben tomarse para evitar atrapamientos entre los dispositivos de bajada de bobinas y el suelo (ver pág. 91)



Por el sentido de giro de rodillo y bobina existe un punto de atrapamiento a todo lo ancho de la máquina.



▲ Cuna en posición inferior



▲ Con la máquina en marcha, los dispositivos de bajada de bobinas (cunas) evitan el acceso al nip rodillo portador-bobina

Otra posibilidad es la instalación de pantallas en la zona de salida de bobinas, de forma que impidan el acceso al nip.

La norma UNE-EN 1034-03 permite el funcionamiento de la máquina a velocidad lenta con los protectores descritos (cunas o pantallas) abiertos siempre que existan dispositivos sensibles de emergencia. Cuando esto no sea posible se realizará la operación de marcha con accionamiento manual continuado (del pulsador de puesta en marcha). En ambos casos debe existir un cable de emergencia, fácil de accionar, en la proximidad del punto de peligro, a lo ancho de la máquina.



◄ Pantalla corredera verticalmente asociada al funcionamiento de la máquina, que protege el nip. El borde inferior de estas pantallas debe disponer de dispositivo sensible a la presión



▲ Para ciertas operaciones se permite la apertura (por elevación) de la pantalla, estando la máquina a velocidad lenta (10 m/min), siempre que exista un cable de paro de emergencia y pulsador sensitivo



■ Entre el rodillo de presión y la bobina:

Los dispositivos detallados en el punto anterior pueden proteger también el punto de atrapamiento entre el rodillo de presión y la bobina por la parte frontal, tanto a la entrada como a la salida de la zona de bobinado.

Además, debe protegerse el acceso por la zona lateral al dispositivo de elevación del citado rodillo.

Igualmente, como existe la posibilidad de realizar algunas operaciones sobre la cuna en posición inferior, el rodillo presor debe disponer de enclavamientos mecánicos que impidan su caída para evitar el riesgo de golpe. Ver pág. 92 donde se detallan las condiciones a reunir para el citado acceso.



▲ El dispositivo de descenso y elevación del rodillo de presión, así como los portamandriles, deben ser inaccesibles por ambos laterales



▲ Ejemplo de protección lateral de zonas de atrapamiento entre partes fijas y móviles

- Entre la cuna de descenso de las bobinas y el suelo:

El acceso lateral debe evitarse mediante la instalación de protecciones fijas.

El accionamiento de la cuna debe realizarse con sistema de control mediante accionamiento manual continuado y control visual de la zona.

En caso de no tener control visual se debe instalar una señal de puesta en marcha.

Otros dispositivos de seguridad pueden ser: instalación de dispositivos sensibles a la presión, barreras fotoeléctricas o suelos sensibles a la presión.

Para ciertas operaciones, es posible acceder a la cuna en posición inferior y situarse en ella siempre que la bobinadora esté parada o a velocidad de embarque por lo que debe disponer de dispositivos de parada de emergencia como cable o borde sensible.



▲ Si es posible acceder a la zona entre la cuna y el suelo, debe protegerse



▲ Cuadro de mandos ubicado de forma que se tiene control visual de la zona de salida de bobinas. Ejemplo también de protecciones laterales



▲ La instalación de espejos y/o cámaras es una posible solución para solventar el problema de la falta de control visual desde el pupitre de control



▲ Vistas de bordes sensibles en una cuna



▲ Detalle del dispositivo sensible a la presión



◀ Laterales de la cuna protegidos con resguardo fijo. Zona frontal con barrera fotoeléctrica que se activa con la cuna en movimiento



▲ Cuna a la que acceden los operarios de la bobinadora para determinadas operaciones con dispositivo de cable de emergencia



▲ Detalle de dispositivo de cable de emergencia

► Medidas preventivas para evitar cortes con las cuchillas

Las cuchillas deben estar provistas de resguardos fijos, para minimizar la zona de riesgo.

En caso de proteger las cuchillas sólo por un lateral existe un riesgo residual de corte por el lado opuesto por lo que debe limitarse el acceso a la sección de corte.

Además existen otros riesgos, como por ejemplo: golpe o empuje por el papel hacia la zona de cuchillas por rotura de la hoja, que aconsejan tomar la misma medida.

Cuando se ha bobinado gran parte del rollo de máquina, el reducido tamaño de éste, permite el acceso a la zona de corte por su parte inferior por lo que debe señalarse la prohibición de este acceso e instalar barrera sensible (fotocélulas) asociada al sistema de mando, para impedir el acceso.

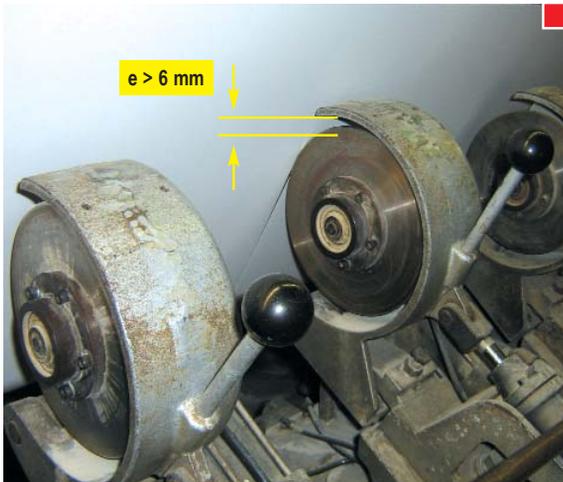
En algunas bobinadoras existe un sótano debajo de los rodillos portadores y el sistema de corte desde el que se puede acceder a los mismos, con riesgo de atrapamiento y corte. Como medida de seguridad se debe impedir el acceso con puerta asociada a dispositivo de enclavamiento.



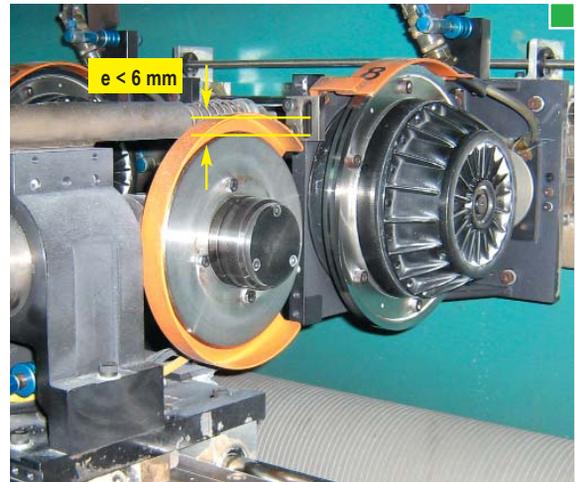
▲ Cuchilla totalmente cerrada mediante envoltente.



▲ Protectores fijos



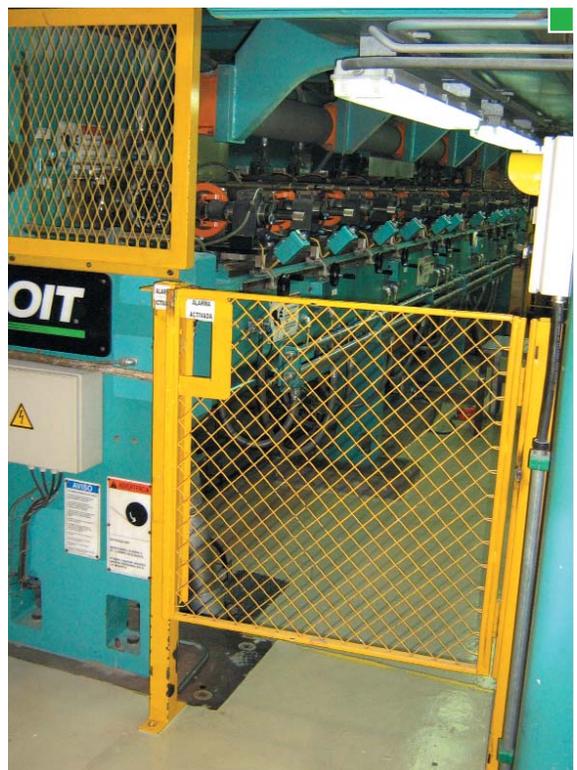
▲ La distancia entre la protección y el filo de la cuchilla debe ser inferior a 6 mm ▲



▲ Otra forma de protección de la cuchilla



▲ Pasillo en sección de cuchillas



▲ Acceso al pasillo de la sección de cuchillas cerrado con puerta asociada a dispositivo de enclavamiento.

Descripción

En la embaladora, las bobinas de papel o los palets de papel en formato se embalan en forma adecuada a la calidad de papel, al tipo de presentación (bobinas o formato) y de transporte (camión, tren, maríti-

mo) para protegerlas de las condiciones medioambientales y de posibles daños durante el transporte hasta el cliente final.



▲ Embaladora de bobinas de papel tisú



▲ Embaladora semiautomática para bobinas



▲ Embaladora automática



▲ Embaladora para palets de papel en formato

Riesgos y medidas preventivas

Exponemos a continuación los riesgos más frecuentes, así como algunas de las medidas preventivas.

Los riesgos más frecuentes en estos equipos son:

- ▶ Caídas a distinto nivel desde medios de acceso.
- ▶ Atrapamientos con elementos móviles.
- ▶ Golpes con elementos móviles y por caída de objetos.

► **Medidas preventivas para evitar caídas a distinto nivel desde medios de acceso**

Algunos tipos de embaladoras disponen de medios de acceso a zonas elevadas

Anexo de Medios de Acceso ►►



▲ Medios de acceso a puesto de control en una embaladora



▲ Pasarela protegida con barandilla en zona superior de una embaladora, en donde se encuentran las bobinas de papel de embalaje

► **Medidas preventivas para evitar atrapamientos con elementos móviles**

Debe protegerse mediante cierre perimetral la zona de riesgo instalando, en las zonas de entrada y salida de bobinas o palets, dispositivos que impidan el acceso de personas con la máquina en marcha.



▲ Plataforma giratoria en embaladora para papel tisú, sin protección



▲ Debe cerrarse el perímetro de la embaladora también en la parte inferior si los elementos móviles son accesibles



▲ Ejemplo de vallado perimetral de la zona de embalaje

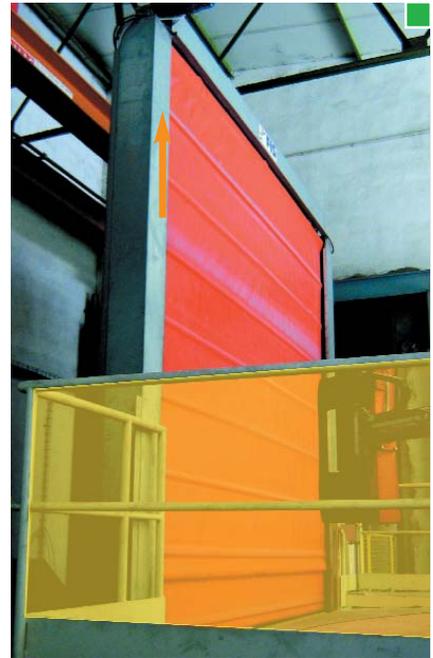


▲ Ejemplo de dispositivo de enclavamiento en puerta del vallado perimetral

A continuación se muestran diferentes formas de proteger las zonas de entrada y salida.



▲ Sistema muting instalado en la entrada y salida consistente en dispositivo sensible que combina barrera fotoeléctrica y juegos de fotocélulas, ▲ de forma que distingue el paso de una persona del paso de la carga embalada. Ver el anexo Resguardos en donde se detalla este dispositivo



▲ Detalle de cortinas que se elevan únicamente para permitir el paso del producto, impidiendo el acceso a la zona, durante el resto del tiempo. ▲
A fin de evitar el riesgo de golpes en su descenso, debe llevar incorporado un borde sensible



▲ Perímetro cerrado que evita el acceso a elementos móviles con dispositivo sensible (barrera fotoeléctrica) en la zona abierta del perímetro ▲

► Medidas preventivas para evitar golpes con elementos móviles y por caída de objetos

Las medidas citadas anteriormente sirven igualmente para evitar los riesgos de golpes con productos en movimiento que pudieran caer de las cintas o transportadores así como de los riesgos de golpe con elementos móviles como: platos giratorios, robots u otros.

Descripción

En la cortadora, una o varias bobinas de papel o cartón se desbobinan y las bandas resultantes se unen antes de la sección de corte, donde se cortan longitudinalmente primero y transversalmente después para obtener el tamaño de formato predeterminado, conduciendo finalmente las hojas al apilador donde

se acumulan sobre palets hasta alcanzar la altura definida.

El apilador dispone, normalmente, de un sistema de cambio automático de palets para garantizar su funcionamiento continuado.



▲ Desbobinaje



▲ Transporte hacia sección de corte



▲ Sección de corte longitudinal



▲ Cuchillas circulares para corte longitudinal



▲ Sección de corte transversal



▲ Papel cortado hacia apilador



▲ Apilador



▲ Salida de palets del apilador

Riesgos y medidas preventivas

Exponemos a continuación los riesgos más frecuentes, así como algunas medidas preventivas.

Los riesgos más frecuentes en estos equipos son:

- ▶ **Caídas a distinto nivel:**
 - Desde medios de acceso.
 - Desde alimentación al apilador.

- ▶ **Atrapamientos con elementos móviles:**
 - En desbobinaje.
 - Nips correa-rodillo de acompañamiento del papel hacia el apilador.
 - Elementos de transmisión.
 - Apilador.

- ▶ **Cortes:**
 - Cuchillas circulares.
 - Cuchilla transversal.

▶ Medidas preventivas para evitar caídas en altura

- Desde medios de acceso: | Para todo lo referente a escaleras, escalas verticales, pasarelas y plataformas de trabajo:

[Anexo de Medios de Acceso](#) ▶



▲ Vistas generales de medios de acceso



▲ Medios de acceso a apilador



▲ Pasarela transversal que no dispone de protección en un lado



▲ Pasarela transversal que dispone de barandilla por ambos lados

■ Desde la alimentación al apilador



▲ Cinta transportadora a la entrada al apilador (al fondo)



▲ Puerta asociada a dispositivo de enclavamiento cuya apertura provoca el paro de la cortadora. El dispositivo o valla amarilla (giratoria sobre eje horizontal) para la cortadora si una persona viene sobre la cinta por caída u otras causas

▶ Medidas preventivas para evitar atrapamientos

■ En desbobinaje:

En las tareas de cambio de bobina existe riesgo de atrapamiento con los soportes del mandril.

El desplazamiento de estos elementos debe realizarse con órganos de mando que requieran un accionamiento manual continuado y control visual de la zona de riesgo.

Otra opción es instalar dispositivos sensibles que provoquen el paro en el caso de entrar en la zona peligrosa.



▲ Movimiento de los soportes de los mandriles



▲ Riesgo de atrapamiento entre partes móviles y fijas



▲ Poste con tres células fotoeléctricas para detectar el acceso de personas



▲ Anexo de Resguardos ▶▶



▲ Resguardos fijos para protección de los elementos móviles de transmisión



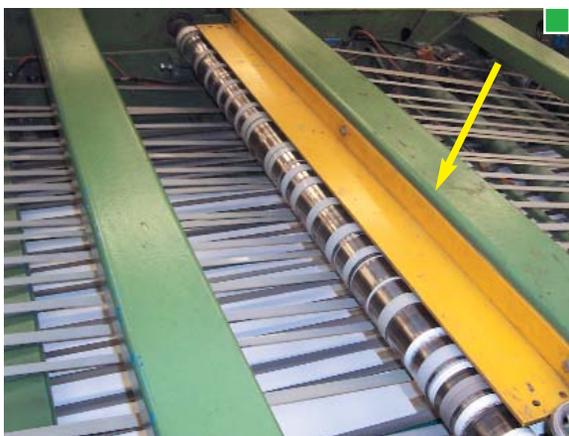
- Nips correa-rodillo de acompañamiento del papel hacia el apilador: | Deben protegerse, mediante resguardos fijos, las zonas accesibles.



▲ Zona accesible sin protección



▲ Protección mediante resguardo fijo

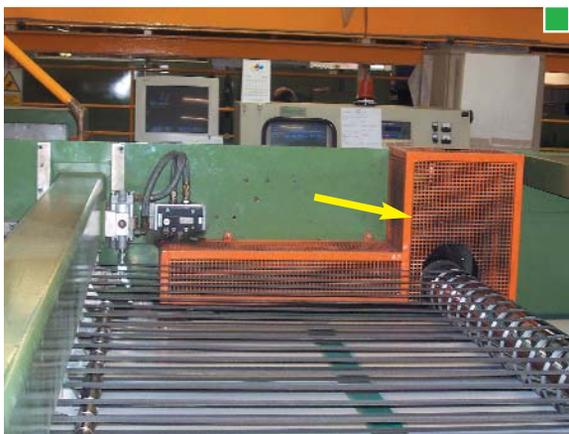


▲ Protección mediante pletina a todo lo ancho de la máquina



▲ Resguardo fijo a todo lo ancho de la máquina

- Elementos de transmisión: | Deben protegerse los elementos de transmisión que sean accesibles.



▲ Protecciones fijas de elementos de transmisión ▲

El apilador debe estar protegido en todo su perímetro de forma que sea inaccesible.

En las zonas de entrada o salida de palets deben instalarse medidas de protección para impedir el paso de personas.

■ Apilador:

Otra opción es instalar el sistema muting que es una combinación de barreras y células fotoeléctricas y que distingue entre palets y personas.

Anexo de Resguardos ▶▶

La instalación de un escáner giratorio (roto-scan) en la zona interior del apilador evita el atrapamiento de una persona en el descenso de la plataforma.

Para trabajos debajo de la plataforma (de mantenimiento, limpieza u otros) deben instalarse topes mecánicos de seguridad que impidan el descenso accidental de la misma.



▲ Perímetro en torno al apilador (zona superior) protegido mediante resguardo fijo



▲ La puerta de acceso debe estar asociada a un dispositivo de enclavamiento y bloqueo para evitar, además, el riesgo de caída en altura



▲ Dispositivo de enclavamiento en la puerta de acceso al interior del apilador. Su apertura provoca el paro del equipo



▲ Ejemplo de señalización en la puerta



▲ La barandilla no es adecuada como protección contra atrapamientos entre partes móviles y fijas



▲ La protección debe ser un resguardo fijo



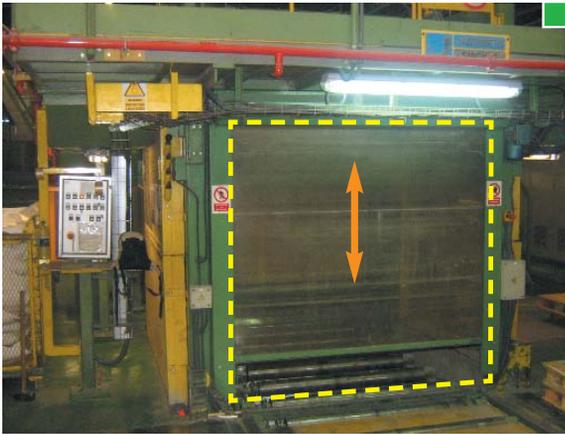
▲ Perímetro en torno al apilador (zona inferior) protegido mediante resguardo fijo ▲



▲ Perímetro cerrado salvo zona de entrada de palets al apilador



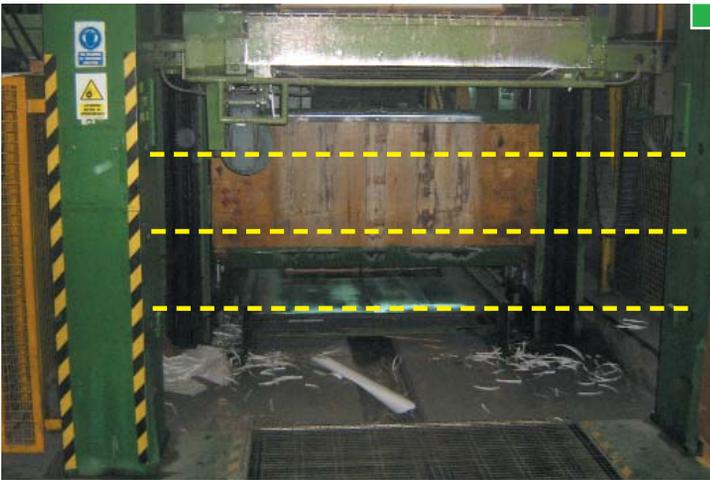
▲ Acceso cerrado y hueco para entrada de palets protegido con pletina abatible



▲ Cortina en la salida del apilador que se eleva cuando sale el palet



▲ Dispone de borde sensible para evitar atrapamientos en su descenso



▲ Zona de salida de palets protegida con células fotoeléctricas ▲



Anexo de Resguardos ►►



▲ El roto-escáner realiza un barrido láser del área asignada y para el equipo de trabajo al detectar un obstáculo ▲

Anexo de Resguardos ►►

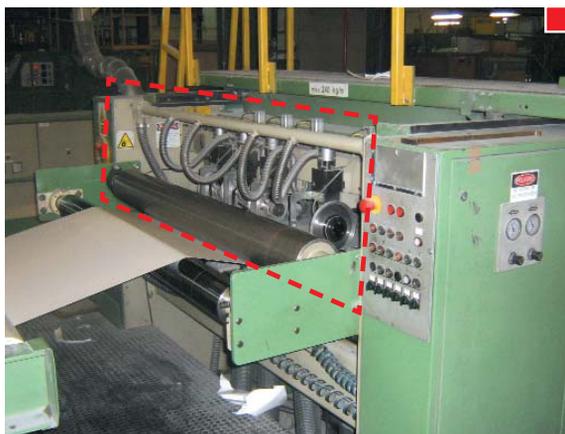


► Medidas preventivas para evitar cortes

■ Cuchillas circulares:

Las cuchillas deben estar provistas de resguardos fijos u otro sistema de eficacia equivalente, para minimizar la zona de riesgo.

Si el resguardo fijo se instala solamente en un lateral de las cuchillas y aún cuando la distancia entre el filo de la cuchilla y la protección sea menor de 6 mm existe un riesgo residual de corte. En este caso una posible solución es la indicada más abajo.



▲ Cuchillas circulares, debe protegerse la zona de corte de forma que sea inaccesible ▲



▲ La distancia entre la protección y el filo de la cuchilla no debe ser mayor de 6 mm.



▲ Cuchilla totalmente cerrada mediante envolvente



▲ Pantalla móvil que impide el acceso a la zona de corte. ▲

Si es necesario acceder para reglajes se desplaza hacia arriba con la máquina a velocidad de embarque.

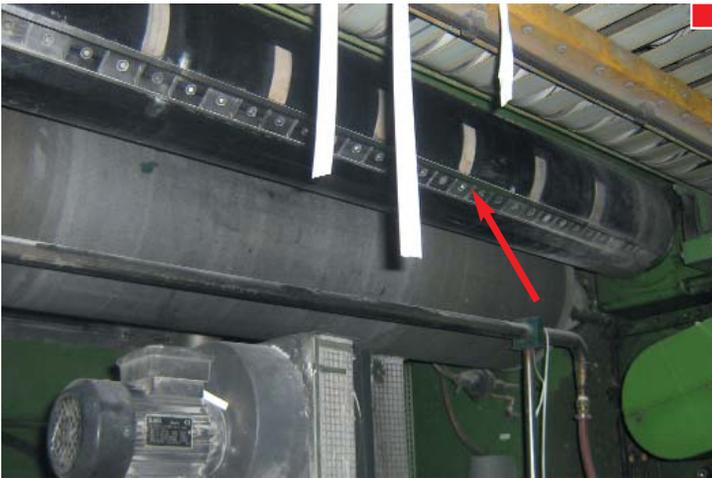
- Cuchilla transversal: Debe protegerse la sección de corte transversal mediante resguardos asociados a dispositivos de enclavamiento.



▲ Dispositivos de enclavamiento asociados a los resguardos que protegen la cuchilla transversal



▲ Resguardo fijo a la salida de la cuchilla transversal



▲ Debe protegerse también la parte inferior de la máquina si existe la posibilidad de acceso



▲ Protección de la cuchilla transversal, en la parte inferior, mediante resguardo fijo tipo rejilla

Descripción

Llamamos "acabado de pasta" al proceso formado por distintos equipos que va desde la cortadora, situada al final del secapastas o prensapastas, hasta la flejadora o alambradora que deja los fardos acabados y listos para ser enviados al cliente.

Se compone de cortadora, prensa, alambradora de fardos individuales, unitizadora y alambradora final, además de los elementos de transporte (bandas, transportadores de cadenas, etc.) para transportar los fardos a lo largo del proceso.

En la cortadora la hoja de pasta se corta longitudinal y transversalmente para obtener el formato habitual, en la prensa se comprimen verticalmente los fardos de pasta para reducirlos hasta que tengan la altura requerida, en la alambradora de fardos individuales se ponen, como su propio nombre indica, los alambres que sujetan las hojas que componen el fardo, en la unitizadora se apilan los fardos para obtener un paquete y en la alambradora final se ponen los alambres que sujetan los fardos que componen el citado paquete.



▲ Vista de sección de corte



▲ Vista de apilador



▲ Prensa



▲ Embaladora/Envolvedora



▲ Alambradora



▲ Unitizadora

Riesgos y medidas preventivas

Exponemos a continuación los riesgos más frecuentes, así como algunas de las medidas preventivas.

Los riesgos más frecuentes son:

- ▶ Atrapamientos con elementos móviles en:
 - Apilador de la cortadora.
 - Prensa.
 - Embaladora.
 - Alambradora.
 - Unitizadora.
 - Equipos de transporte.
- ▶ Cortes con cuchillas en cortadora.
- ▶ Golpes por caída de objetos (fardos).

▶ Medidas preventivas para evitar atrapamientos con elementos móviles

El acceso a las zonas de riesgo debe protegerse, mediante resguardos fijos o resguardos enclavados eléctricamente.

- Apilador de la cortadora: El perímetro de un apilador debe estar cerrado con resguardos fijos que impidan el acceso. La zona abierta para la salida de pasta debe estar protegida mediante dispositivos sensibles que paren el equipo si entra una persona. Ver imágenes a continuación.

Anexo de Resguardos ▶▶



▲ Zona inferior del apilador sin protección



▲ Cerramiento de un apilador



◀ Protección en hueco con peligro de caída al púlper

▶ Propuesta de dispositivo sensible (muting) a instalar en la zona



■ Prensa



▲ Prensa sin protección



▲ Protección perimetral de prensa ▲
con puertas de acceso asociadas a dispositivo de enclavamiento

- Embaladora: El tipo de protección aplicable es el mismo que para el resto de máquinas enumeradas, es decir, protección perimetral que impide el acceso en funcionamiento.



◀ Embaladora sin proteger

■ Alambradora



▲ Alambradora sin protección



▲ Alambradora protegida mediante resguardo fijo

■ Unitizadora



▲ Unitizadora sin protección



▲ Unitizadora protegida

En el recorrido que realizan los paquetes de pasta a lo largo del proceso de acabado existen numerosos elementos móviles con riesgo de atrapamiento que deben protegerse.

Los elementos de transporte pueden protegerse mediante un vallado perimetral fijo. En caso de tener que acceder con frecuencia pueden instalarse puertas enclavadas eléctricamente o barreras fotoeléctricas del tipo 4.

■ Equipos de transporte:

Cuando quede fuera de los vallados perimetrales parte del recorrido de los equipos de transporte (cintas, caminos de cadenas o rodillos, etc.), deberán protegerse en dichas zonas sus elementos móviles mediante resguardos fijos, e instalar un cable de paro de emergencia a lo largo de los mismos.

Para las citadas protecciones: ver cap. 2, Anexo de Resguardos, Anexo de Parada (comparar las condiciones de parada de seguridad con las de parada de emergencia).



▲ Cintas transportadoras



▲ Transportadores de cadenas



▲ Ejemplo de vallado perimetral fijo



▲ Ejemplo de puerta de acceso asociada a dispositivo de enclavamiento

▶ Medidas preventivas para evitar cortes con cuchillas en cortadora

Ver pág. 111 del Cap. 11 “Cortadora” y pág. 93 de Cap. 9. “Bobinadora”

▶ Medidas preventivas para evitar golpes por caída de objetos (fardos)



▲ Ejemplo de protección



▲ Ejemplo de protección

Descripción

Entendemos como paso de hoja o enhebrado de la tira a los sistemas que permiten pasar la tira entre distintas secciones de la máquina de papel, bien en la puesta en marcha o después de cada rotura de la hoja.

Nos referimos a los pasos siguientes:

- De parte húmeda a prensas.
- Entre prensas.
- De prensas a sequería.
- Entre grupos de secadores.
- Entre presequería y postsequería a través de la prensa de encolado.
- De sequería a enrolladora, a través de la lisa.

En el Diagnóstico de Situación de la Prevención de Riesgos Laborales preparado en el año 2005, las mayores causas de accidentes estaban relacionadas con la interacción trabajador-máquina.

El paso de la tira o enhebrado se realiza cuando la máquina de papel permanece improductiva por la rotura de la banda u hoja de papel. Es, por tanto, una operación que se realiza con premura y con alta interacción hombre-máquina, cuando no se dispone de dispositivos automáticos o semiautomáticos.

Debe evitarse en la medida de lo posible, el paso de hoja de forma manual. Si no es posible evitarlo o es económicamente inviable, se debe proveer a los trabajadores con útiles que les permitan realizar la operación del paso de la tira alejando las manos de los puntos de atrapamiento.

Además, se ha de complementar con el procedimiento adecuado y proporcionar formación sobre la práctica operatoria segura, así como información sobre los riesgos residuales.

Riesgos y medidas preventivas

Exponemos a continuación los riesgos más frecuentes así como algunas de las medidas preventivas adecuadas para evitarlos.

Los riesgos más frecuentes son los siguientes:

- ▶ Atrapamientos con elementos móviles.
- ▶ Golpes por rotura de cuerdas.
- ▶ Quemaduras por abrasión con las cuerdas

▶ Medidas preventivas para evitar el riesgo de atrapamiento con elementos móviles

- De parte húmeda a prensas:

Este paso se realiza hoy en día casi siempre mediante el uso de un tomador de fieltro o pick-up, con el que la hoja húmeda depositada sobre la tela se transfiere al fieltro tomador, mediante la aplicación de vacío con un cilindro o tubo aspirante, llamado pick-up.

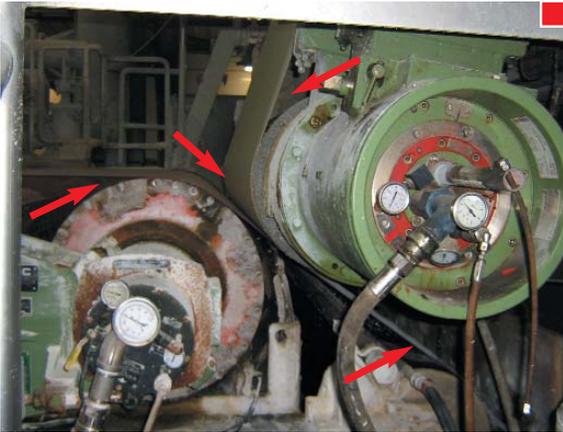
El caudal de aire que pasa a través de la hoja y del fieltro tomador, ejerce una fuerza de aspiración suficiente para despegar la hoja de papel de la tela y transferirla al fieltro a cuya superficie queda adherida continuando el proceso.

El rodillo o tubo pick-up puede acercarse a la hoja depositada en la tela, para realizar la toma o alejarse de ella para cesar la toma.

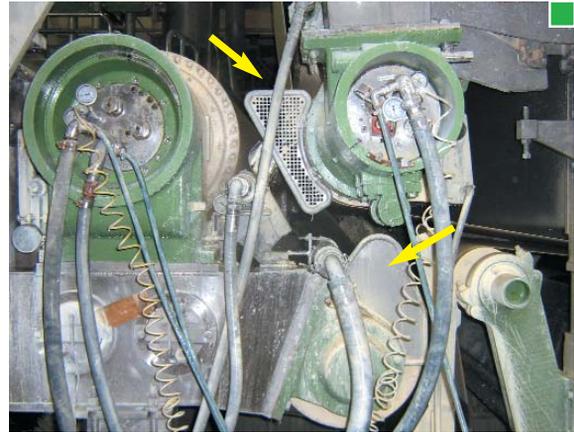
En estos equipos, cuando son accesibles, se presentan al menos cuatro zonas de riesgo de atrapamiento, que se ilustran en la imagen expuesta a continuación y que son las siguientes:

- Entre tela y cilindro aspirante.
- Entre tela y fieltro tomador o pick-up.
- Entre tela y rodillo tractor.
- Entre fieltro tomador o pick-up y rodillo aspirante de toma o pick-up.

Estas zonas deben protegerse lateralmente tanto el nip entre ambos rodillos (pick-up y aspirante) como la zona de convergencia de cada tela o fieltro con su rodillo (ver imagen siguiente).



▲ Imagen (lateral) mostrando las cuatro zonas de posible atrapamiento



▲ Detalle de resguardo en nips tela-rodillo pick-up y tela-rodillo tractor

Los nips tela-rodillo aspirante y fieltro-rodillo pick-up deben protegerse de forma similar.

Cuando no se utiliza el pick-up por tratarse de una máquina que funciona a baja velocidad u otras causas, este paso de hoja presenta la disposición de las fotos siguientes.

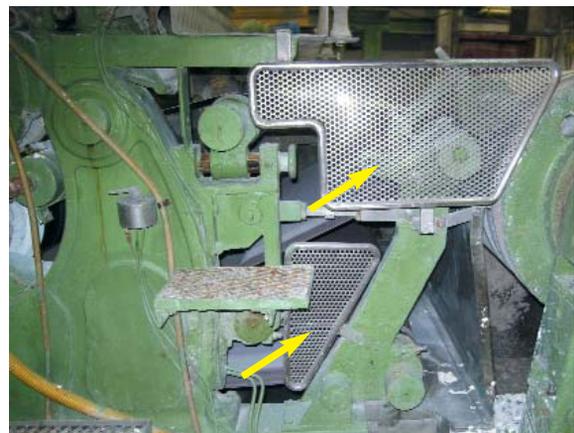
La tira de papel saliente del cilindro aspirante, situado a la derecha, se expulsa de éste mediante soplador de aire yendo a apoyarse en el fieltro de la primera prensa. En ese momento, el rodillo quita-vientos está en una posición elevada para permitir el paso de la tira por debajo del mismo. Cuando la tira llega a las prensas se baja el rodillo quita-vientos terminando la operación de paso de hoja o enhebrado.

En este tipo de instalaciones los riesgos de atrapamiento son los siguientes:

- Entre rodillo quita-vientos y cilindro aspirante.
- Entre fieltro y rodillos conductores de fieltro.
- Entre rodillo quita-vientos y fieltro.



▲ Paso de hoja con rodillo quita-vientos



▲ Protecciones de nips fieltro-rodillo y rodillo quita-vientos con cilindro aspirante

Los diseños actuales de prensas para papel no disponen, salvo excepciones, de pasos de hoja entre los distintos contactos o nips.

■ Entre prensas:

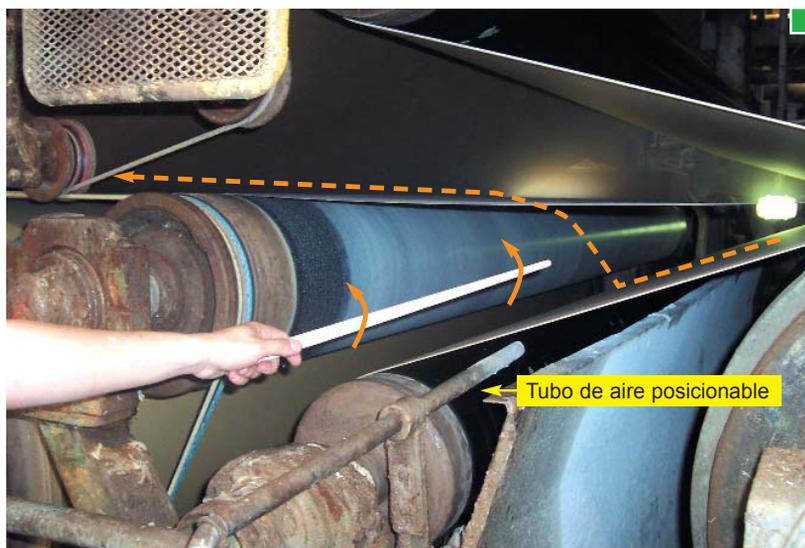
Sin embargo, en las máquinas de papel existentes en el Sector, de embalaje, cartón o secapastas, donde las velocidades son reducidas, todavía existen pasos de hoja entre distintos contactos de la sección de prensas.

■ Paso de hoja manual:

Este paso de hoja debe evitarse en la medida de lo posible. Cuando el paso de la tira sea totalmente manual, se debe recurrir al uso de herramientas o utensilios que alejen lo más posible las manos del trabajador de la zona de riesgo.

La medida anterior debe complementarse con un procedimiento de trabajo que restrinja la intervención en la citada operación, para que intervenga sólo el personal muy experimentado y que haya recibido la formación adecuada, en la que se haya establecido la forma correcta de utilización e indicado los riesgos que implica un uso indebido.

Si por excesiva aproximación a la zona de riesgo se produce un atrapamiento del utensilio, éste será arrastrado por los rodillos sin poner en peligro al trabajador. Materiales como plástico o madera son idóneos para estas herramientas y deben reunir otras condiciones, como por ejemplo no tener en los mangos ningún tipo de anillo o ensanchamiento que pudiera dificultar el rápido desprendimiento del mismo.



▲ La tira, que viene de la derecha, conducida por el fieltro, es separada de este mediante el soplador situado en la parte inferior y ayudada manualmente mediante un útil, a pasar al nip de las cuerdas

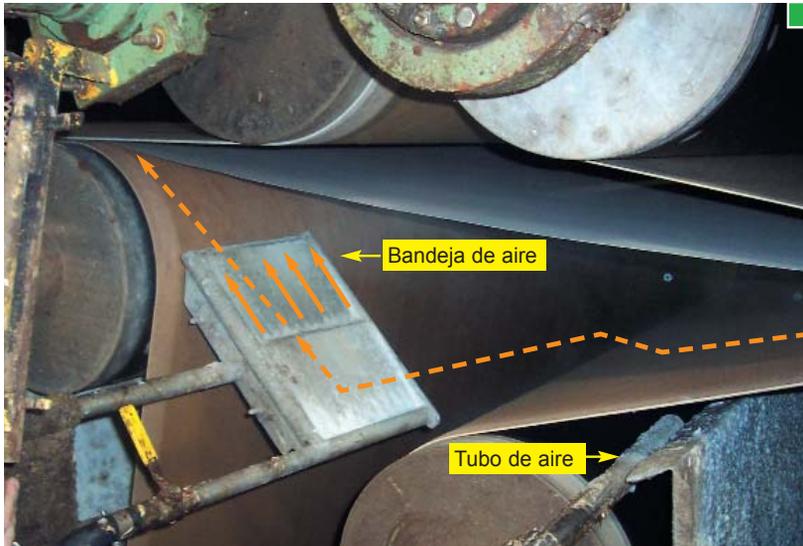
El nip entre las cuerdas de la figura anterior sólo puede estar accesible durante la operación de paso de hoja, por lo que la protección situada encima del citado nip debe poder bajarse una vez terminada.

La citada protección debe cumplir los requisitos de resguardo fijo por lo que las protecciones abatibles no reúnen las condiciones adecuadas.

Una opción válida es que el resguardo sea solidario con un pistón neumático o hidráulico, lo que además facilita su desplazamiento. El mando de accionamiento del pistón debe ubicarse de forma que se tenga control visual de la zona.

■ Paso de hoja semiautomático:

En la imagen siguiente exponemos medios neumáticos sencillos, que reducen considerablemente el riesgo del operario al no necesitar acercarse a la zona de riesgo.



▲ Mediante los chorros de aire incorporados a la bandeja de la izquierda se consigue realizar la misma función que en la imagen anterior realizaba el operario ayudado con el útil

■ Paso de hoja automático:

En algunas ocasiones, en función del espacio disponible y otras circunstancias, es posible instalar para esta función un paso de hoja totalmente automático en el que el operario tan sólo tiene que pulsar un botón de mando situado a distancia de la zona de riesgo.



▲ Vista de dispositivo y detalle del paso de tira automático entre dos prensas ▲

- De prensas a sequería:

La transferencia de la hoja desde la sección de prensas a la batería de secadores es un paso de hoja inevitable que se presenta en todas las máquinas de papel, cualquiera que sea su diseño y/o antigüedad.

Esta transferencia de la tira se realiza a una línea de contacto o nip manta secadora-secador que puede estar situado en posición superior o inferior, a un rodillo embarcador o directamente a un sistema de cuerdas.

La citada transferencia puede realizarse de forma manual, semiautomática o automática, como en la sección de prensas, ver pág. 123.



▲ *Dispositivo automático para paso de hoja de prensas a rodillo embarcador de sequería. El dispositivo corta y despegla la tira, que viene de abajo hacia arriba adherida a la prensa, lanzándola mediante aire hacia el nip manta-rodillo embarcador.*

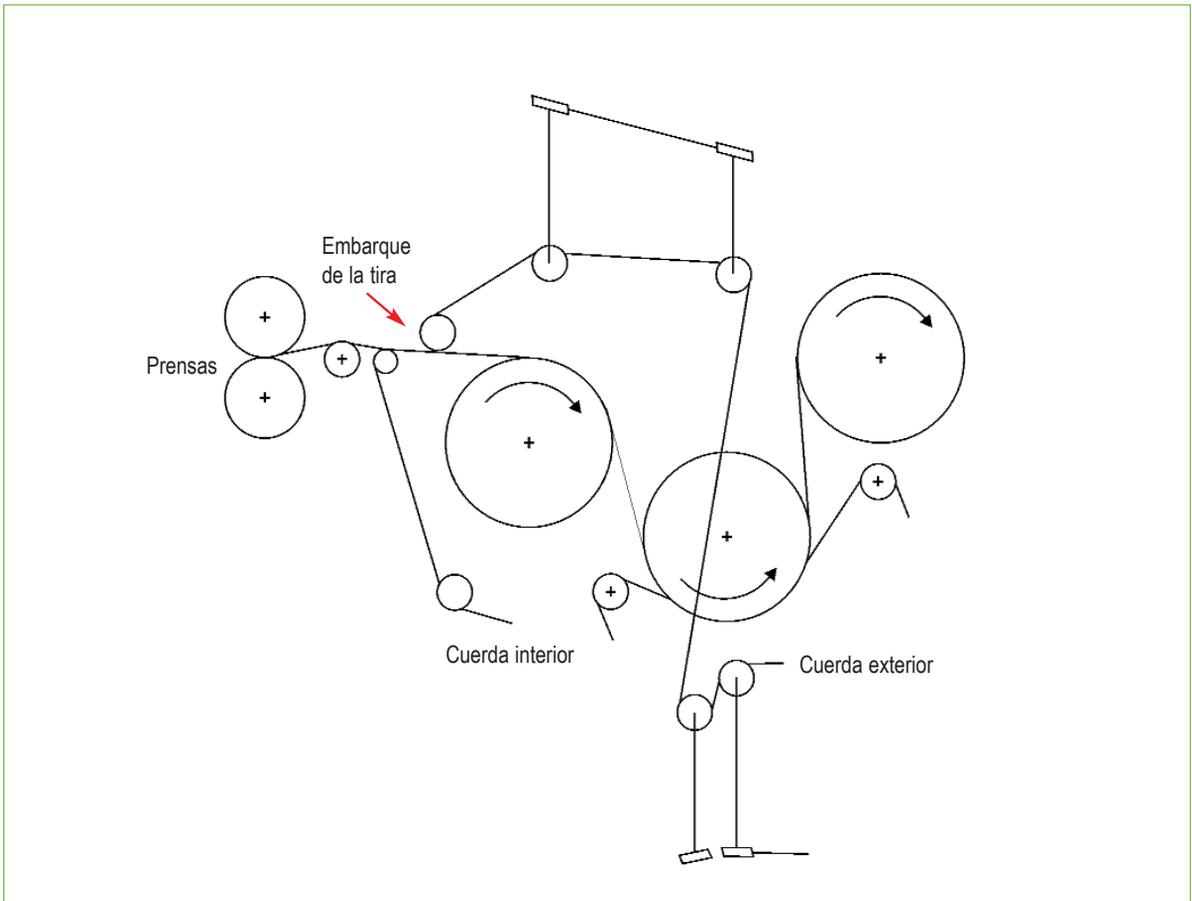
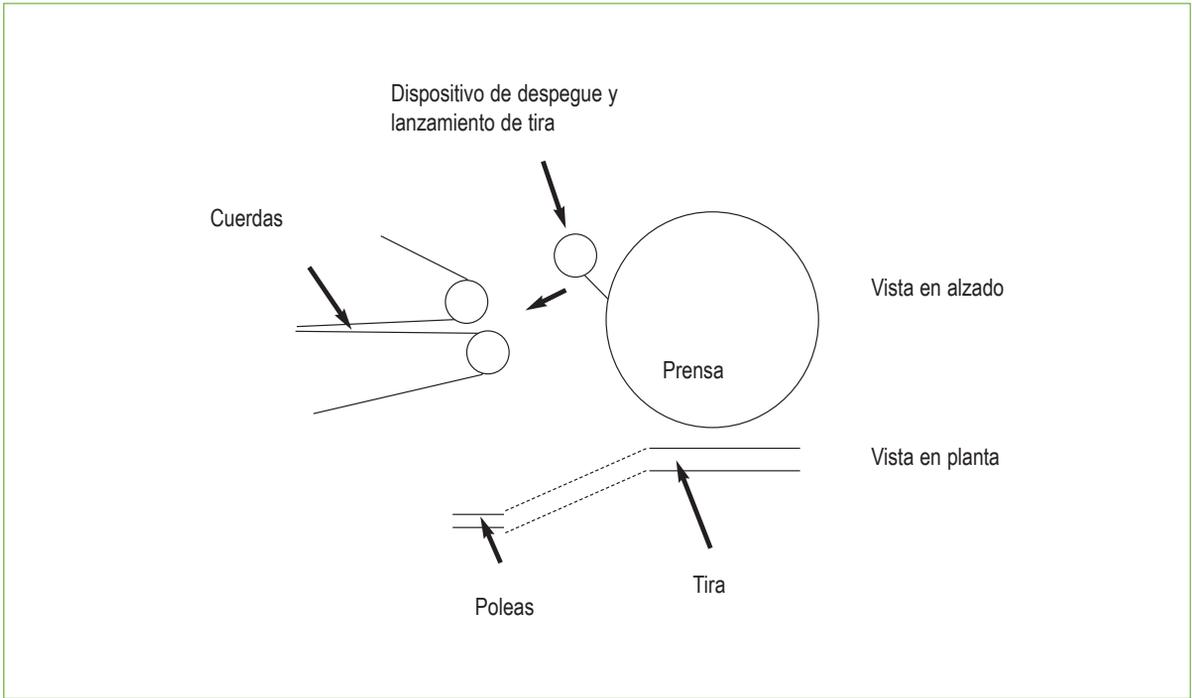
Cuando la transferencia de la tira se realiza a uno de los nips citados arriba y se utilizan cuerdas para el paso posterior por la batería de secadores, hay que tener en cuenta que las cuerdas van situadas fuera de la máquina, en el lado conductor, por lo que una vez embarcada la tira se necesita sacarla transversalmente para poder introducirla en las cuerdas.

En estos casos existe la tendencia de los operarios a sacarla manualmente, mediante desplazamiento de la mano en sentido perpendicular al de marcha, para embarcarla en las cuerdas de forma que vaya hasta el final de la batería o hasta la prensa encoladora.

Esta operación debe realizarse usando un útil que permita minimizar el riesgo al aumentar la distancia respecto a los elementos móviles.

Cuando el paso se realiza directamente a las cuerdas, existen dispositivos similares al de la figura anterior que además de cortar y despegar la tira, la lanzan orientándola también transversalmente para que entre directamente a las cuerdas.

Ver esquemas expuestos a continuación ▶ ▶



El paso de la tira entre grupos de secadores y secadores de un mismo grupo de la sequería (pre o post sequería) puede realizarse también manualmente, con paso de cuerda y automáticamente.

■ Entre grupos de secadores:

■ **Paso manual.**

El paso manual es casi impracticable para las velocidades actuales de trabajo pero en máquinas de cartón o secapastas que operan a bajas velocidades, todavía puede ser factible.

En este caso, es aplicable también todo lo dicho para el paso manual entre prensas (pág.123).

También puede utilizarse el recurso de orientar la tira hacia los nips manta-secador mediante mangueras flexibles con aire a presión lo que aleja las manos del operario de las zonas de riesgo.

■ **Paso con cuerdas.**

Posiblemente sea el paso de tira más practicado, hoy en día, en las máquinas de papel y cartón de nuestro Sector.

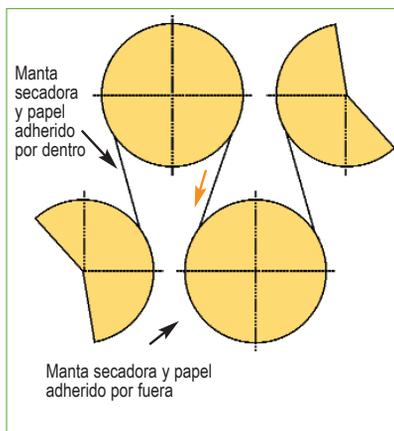
Con este procedimiento, la tira situada a la salida de la sección de prensas se transfiere hasta el final de la batería de secadores o de la presequería.

El embarque de la tira en el sistema de cuerdas se realiza con una de las formas descritas en la pág.125 y a continuación, las cuerdas se encargan de llevar la tira hasta el final.

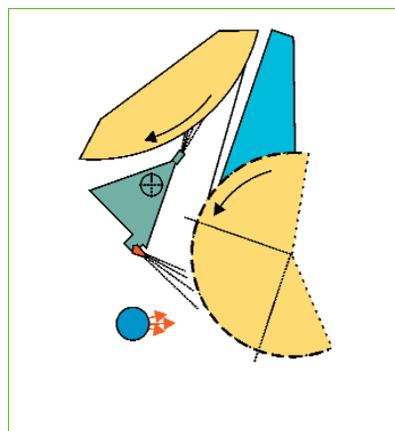
■ **Paso automático o paso con aire.**

El paso automático de la tira a través de la batería de secadores sólo es posible en máquinas que trabajen a velocidades por encima de 600 m/min. y con gramajes inferiores a 140 g/m², aunque en algunos casos se han superado estos límites.

Por otro lado, se necesita que la estructura de los bastidores permita la recolocación de los rodillos conductores de las mantas secadoras.

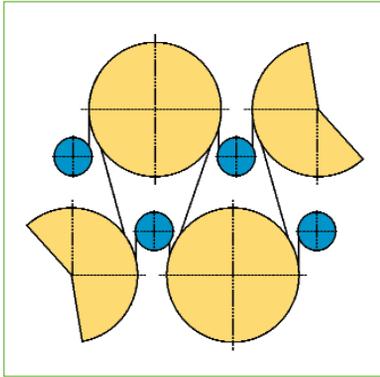


▲ *Batería de secadores en slalom*

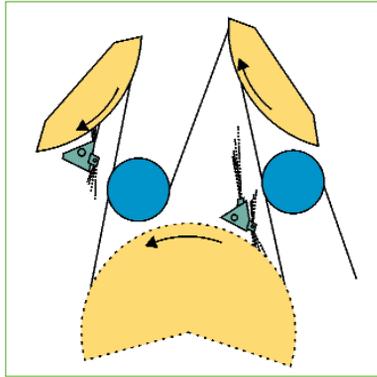


▲ *Sistema automático de paso de hoja, con aire, en batería de secadores en slalom*

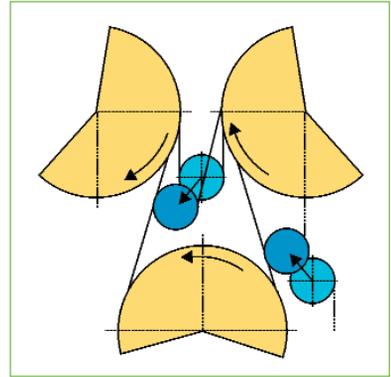
El secador o tambor inferior necesita un perforado y un vacío interior en la zona de paso de la tira para evitar se caiga por su propio peso y mantenerla adherida al mismo.



▲ Batería de secadores en doble fila



▲ Sistema automático de paso de hoja, con aire, en batería de secadores en doble fila



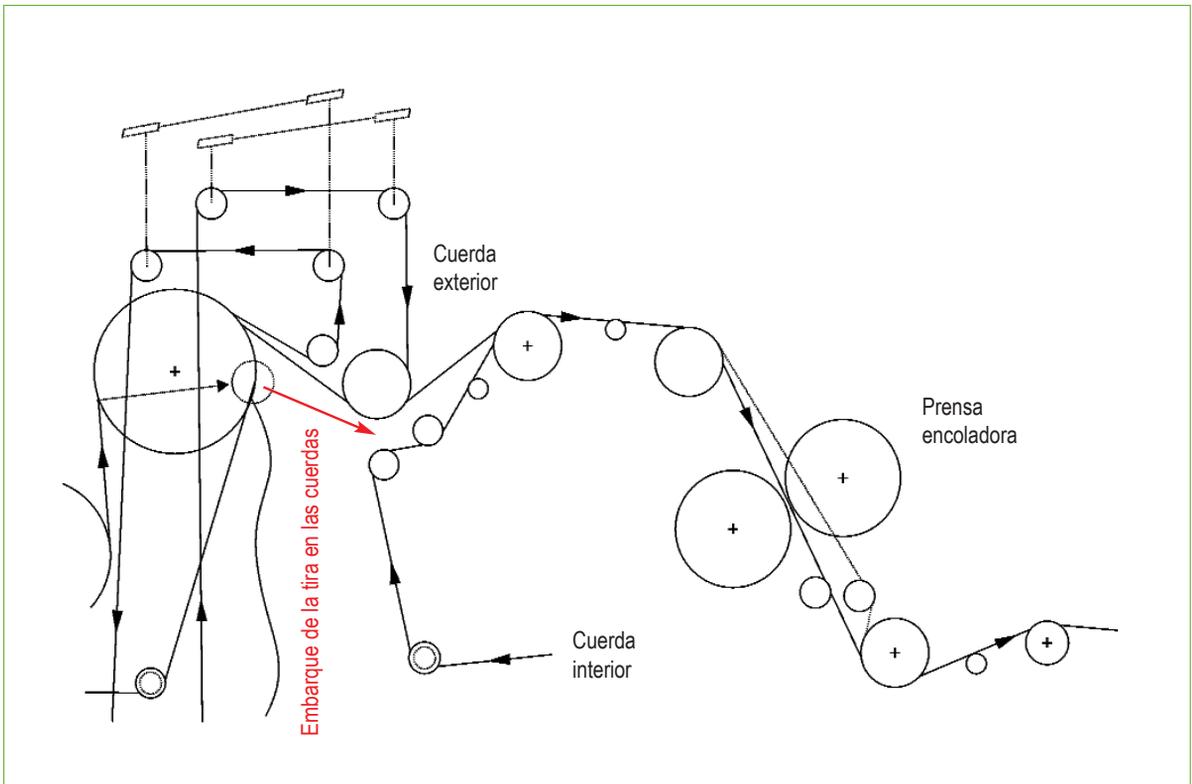
▲ Recolocación de los rodillos de manta secadora para paso de la tira con aire

■ Entre presequería y postsequería a través de la prensa encoladora:

El paso de la tira desde el último secador de la presequería hasta el final de la postsequería, a través de la prensa encoladora, sólo puede realizarse con cuerdas aunque éstas pueden empezar a la salida de la presequería o en las mismas prensas de la sizepress.

■ **Con cuerdas desde salida de presequería:**

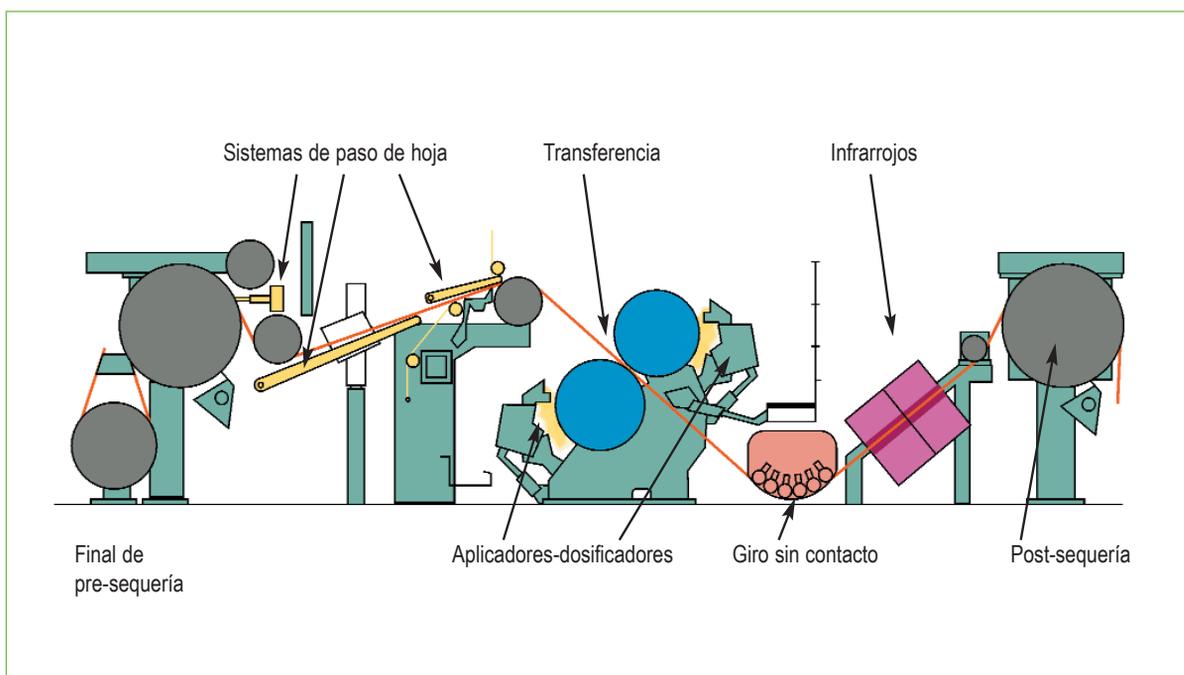
Exponemos a continuación el esquema de las cuerdas para el paso a través de la encoladora.



El embarque de la tira saliente del último secador a las cuerdas (ver flecha roja) se realiza por cualquiera de los medios, manual, semiautomático o automático descritos en las páginas 123 y 125 llevándola después las cuerdas hasta el final de la sequería.

■ **Con cuerdas desde las prensas de la size-press:**

En las máquinas más modernas, el embarque de las cuerdas que comienza desde las prensas de la size-press se realiza de forma totalmente automática, mediante el uso de aire y bandas transportadoras con aspiración mediante la que se fija la tira a la banda.



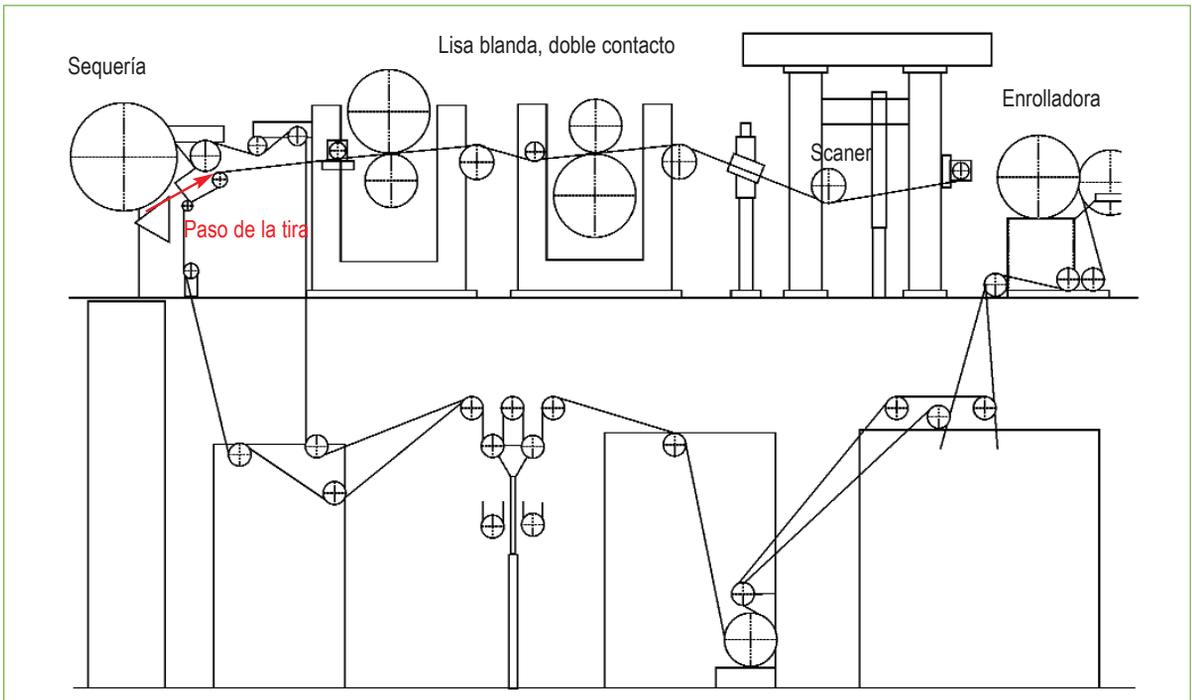
■ De sequería a enrolladora, a través de la lisa:

Este paso ha de realizarse con cuerdas o con medios totalmente automáticos. En general, es un paso muy largo a través de la lisa con uno o varios contactos, detectores de agujeros o defectos y el escáner de control de calidad del papel para llegar finalmente a la enrolladora.

■ **Con cuerdas:**

Exponemos, a continuación, el sistema de cuerdas que facilita el paso de la tira hasta la enrolladora.

La tira se despega del último secador y es lanzada a las cuerdas por medios manuales, semiautomáticos o automáticos (flecha roja) siendo las cuerdas las que pasan la tira hasta el final. Ver páginas 122, 123 y 125.

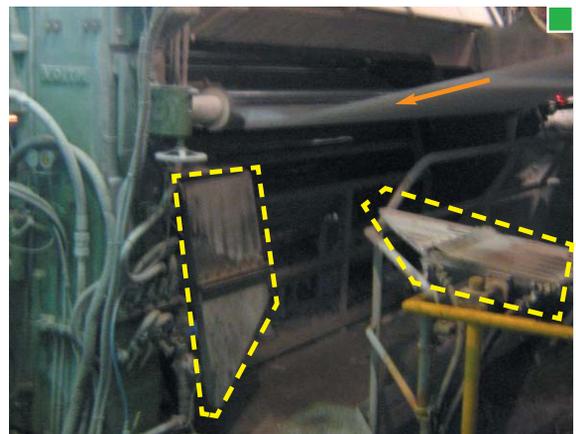


En ocasiones, se realiza primero el paso a través de la lisa para después embarcar la tira en las cuerdas que la llevarán hasta la enrolladora, bien manualmente o con medios semiautomáticos.

Exponemos a continuación, medios semiautomáticos para realizar esta función.



▲ Dispositivo de paso de hoja mediante bandejas de aire entre pos-sequería y lisa. La tira es impulsada por aire hasta el nip de la lisa



▲ La bandeja abatible de la izquierda gira hasta ponerse horizontal y pasar a ser una prolongación de la de la derecha

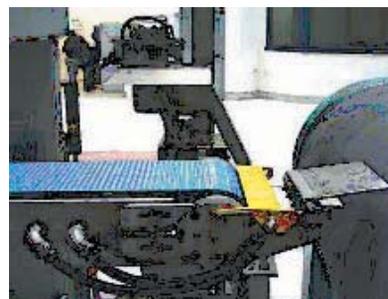
■ **Automáticamente:**

En las máquinas más modernas, este paso se realiza de forma totalmente automática mediante el uso de aire y bandas transportadoras con aspiración interna mediante la que se fija la tira a la banda.

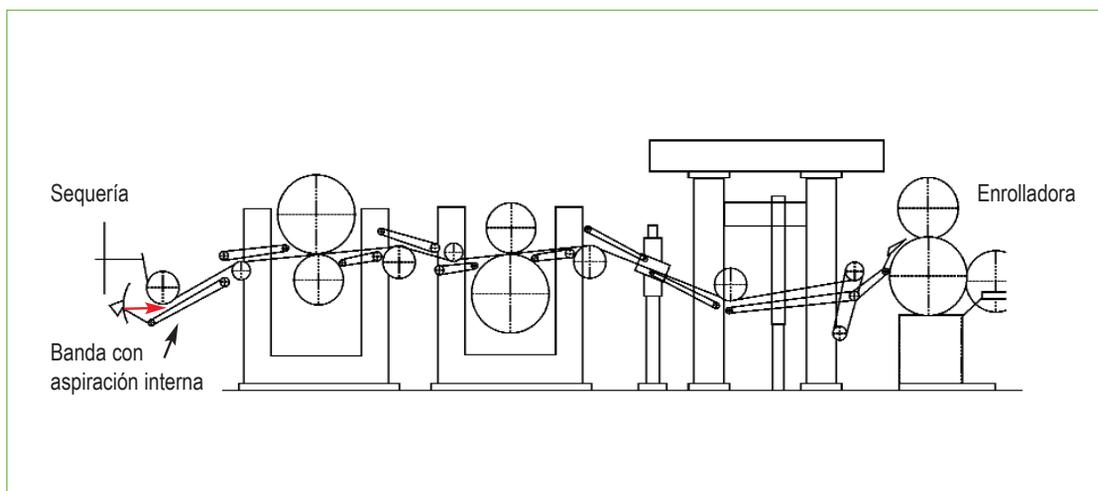
Exponemos, a continuación, una imagen ilustrativa de este sistema mediante el cual se despegue la tira del último secador se orienta, corta y lanza a la primera banda y a continuación el juego de bandas a un lado y a otro del paso de la tira (y después de la hoja completa de papel) la conduce hasta la enrolladora donde finalmente se enrolla en el rollo de papel en producción.



▲ Dispositivo que despegue la tira del secador, la orienta, corta y lanza a las cuerdas o banda con aspiración interna



▲ Banda con aspiración interna que gira a la velocidad de la máquina transportando la tira hasta el nipo o cuerdas





▲ *Dispositivo de despegue, lanzamiento y corte de hoja automático. Banda transportadora con aspiración interna en posición de reposo, durante la producción.*



▲ *Vista de la banda con aspiración interna en posición para paso de hoja. Giro de 90° respecto a posición de reposo.*

► **Medidas preventivas para evitar el riesgo de golpes con las cuerdas**

Las cuerdas tienen una duración que depende de la velocidad de trabajo de la máquina por lo que existe riesgo de que se rompan cuando los operarios están en las proximidades de las mismas realizando operaciones como, por ejemplo, el paso de hoja.

Utilizando medios semiautomáticos o automáticos el riesgo prácticamente se elimina y cuando se utilizan medios manuales, el riesgo se reduce también mucho si se toman las precauciones adecuadas como son:

- Funcionamiento del sistema de cuerdas, donde sea posible, a velocidad lenta durante la marcha de la máquina, poniéndose a velocidad de trabajo sólo durante el tiempo que dura el paso de hoja.
- Mantenimiento preventivo y predictivo adecuado que lleve a la reposición de las cuerdas, en paradas programadas, antes de que se produzca su rotura.
- Uso de utensilios que alejen las manos del trabajador de la zona de riesgo.
- Procedimiento de trabajo que restrinja la exposición del trabajador al citado riesgo al tiempo mínimo imprescindible y establezca el uso de los EPIs que proceda.

► **Medidas preventivas para evitar quemaduras por abrasión con las cuerdas**

Las cuerdas, donde sean accesibles, han de estar protegidas para evitar un posible contacto con ellas, como se ha indicado en capítulos anteriores.

14.1 - Contexto legislativo

1. Introducción

Las medidas preventivas para garantizar la seguridad de la maquinaria tienen como referencia legal originaria, en la Unión Europea, el Tratado Constitutivo de la Comunidad Europea (Tratado de Roma de 1957) modificado por el Tratado de Ámsterdam (1997) y por el de Niza (2001).

El Tratado de Roma, en su artículo 189 exige que los Estados miembros pongan en vigor las disposiciones necesarias para la aplicación de las Directivas Comunitarias.

En el Tratado de Ámsterdam, los Estados miembros se comprometen a respetar los derechos sociales recogidos en la carta comunitaria de derechos sociales, aprobada en 1989, conocida como Carta Social por lo que la Unión Europea puede "actuar apoyando y completando la acción de los Estados miembros (Art. 137, modificado por el tratado de Niza) en los siguientes ámbitos: la mejora, en concreto, del entorno de trabajo para proteger la salud y seguridad de los trabajadores, las condiciones de trabajo, la seguridad social y la protección social de los trabajadores..."

Por otro lado, en el Art. 95 se dice que "El Consejo (con arreglo al procedimiento previsto en el artículo 251 y previa consulta al Comité Económico y Social) adoptará las medidas relativas a la aproximación de las disposiciones legales reglamentarias y administrativas de los Estados miembros que tengan por objeto el establecimiento y el funcionamiento del mercado interior" y también que " La Comisión, en sus propuestas previstas en el apartado referente a la aproximación de las legislaciones en materia de salud, seguridad, protección del medio ambiente y protección de los consumidores, se basará en un nivel de protección elevado,

teniendo en cuenta especialmente cualquier novedad basada en hechos científicos".

De aquí se derivan dos Directivas europeas (véase esquema), relativas a la Seguridad de los Equipos de Trabajo y de las Máquinas, las cuales provienen de ámbitos normativos diferentes como son la Seguridad Laboral (89/655/CE) y la Seguridad Industrial (98/37/CE).

La Directiva 89/655 CE establece "las disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización, por los trabajadores, en el trabajo, de los equipos de trabajo" y es modificada posteriormente por la 95/63/CE sobre maquinaria móvil y de elevación y la 2001/45/CE sobre trabajos en altura.

El R.D. 1215/1997 transpone a la legislación española las Directivas 89/655/CE y la 95/63/CE mientras que el R.D. 2177/2004 modifica a aquel en lo relativo a trabajos en altura.

Por otro lado, la Directiva 98/37/CE que es el resultado de la refundición de las anteriores Directivas 91/368/CEE, 93/44/CEE y 93/68/CEE establece "los requisitos de seguridad e higiene esenciales relacionados con el diseño y la construcción de maquinaria segura así como su correcta instalación y mantenimiento" transponiéndose a la legislación española mediante el RD1435/1992 de 27 de noviembre, modificado posteriormente por el RD 56/1995.

Los dos Reales Decretos R.D. 1215/97 y R.D.1435/92, así como los que los modifican, constituyen las herramientas de trabajo fundamentales para la seguridad de las máquinas del Sector Papel.



2. Obligaciones generales del empresario

Según se establece en el R.D. 1215/97, el empresario adoptará las medidas necesarias para que los equipos de trabajo que se pongan a disposición de los trabajadores sean adecuados al trabajo que deba realizarse y convenientemente adaptados al mismo, de forma que garanticen la seguridad y la salud de los trabajadores al utilizar dichos equipos de trabajo.

Como equipo de trabajo se entiende cualquier máquina, aparato, instrumento o instalación utilizada en el trabajo. En la utilización del equipo de trabajo no sólo se considera la fase productiva sino que también está incluido el mantenimiento e instalación, por lo tanto el equipo de trabajo debe ser seguro cuando se realizan estas tareas.

2.1. Medidas a tomar

Cuando no sea posible garantizar totalmente la seguridad y la salud de los trabajadores durante la utilización de los equipos de trabajo, el empresario tomará las medidas adecuadas para reducir tales riesgos al mínimo.

Según el Artículo 3 del citado R.D. el empresario deberá utilizar únicamente equipos que satisfagan:

- Cualquier disposición legal o reglamentaria que les sea de aplicación. (P.e. Reglamento de Aparatos a Presión, Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, etc.).
- Las condiciones generales de seguridad previstas en el Anexo I, de disposiciones mínimas aplicables a los equipos de trabajo.
En caso de comprobar que en máquinas construidas después del año 1995 y que lleven el Marcado CE (es decir, que el fabricante asegura que cumplen con los requisitos que el R.D. 1435/1992 les exige), no cumplen el anexo I, se puede deducir que tampoco cumpliría el R.D. 1435/92 y por lo tanto, no debería llevar el Marcado CE.
- En estos casos el empresario sigue siendo responsable de poner a disposición de sus trabajadores equipos de trabajo seguros, por lo tanto, tendría las siguientes opciones:
 - Reclamar al fabricante el cumplimiento total del R.D. 1435/92.
Para mayor efectividad de esta reclamación conviene haber establecido previamente en el contrato de compra la obligatoriedad del cumplimiento por parte del fabricante de los requisitos establecidos en el R.D. 1435/92.
 - En caso de realizar alguna modificación en la máquina por parte del empresario para ponerla

en conformidad, el fabricante dejaría de ser responsable de las condiciones de la máquina.

- Tendrá en cuenta los principios ergonómicos, especialmente para el diseño del puesto de trabajo y la posición de los trabajadores durante la utilización del equipo.
- La utilización de los equipos de trabajo deberá cumplir con el Anexo II, de disposiciones relativas a la utilización de los equipos de trabajo.
- Mantenimiento adecuado de modo que durante toda la vida útil del equipo se cumpla con el Anexo I.

2.2. Comprobaciones a realizar

Según el Artículo 4 del R.D. 1215/1997 el empresario deberá comprobar los equipos de trabajo en los siguientes casos:

- Instalación inicial y antes de su puesta en marcha por primera vez.
- Comprobación después de cada montaje en un nuevo lugar o emplazamiento.
- Transformaciones.
- Accidentes.
- Fenómenos naturales o falta prolongada de uso, que puedan tener consecuencias perjudiciales para la seguridad.

14.2 - Señalización

R.D. 1215/1997, Anexo I: Disposiciones mínimas aplicables a los equipos de trabajo.

1. Los órganos de accionamiento de un equipo de trabajo que tengan alguna incidencia en la seguridad deberán ser claramente visibles e identificables y, cuando corresponda, estar indicados con una señalización adecuada.

Los órganos de accionamiento deberán estar situados fuera de las zonas peligrosas, salvo, si fuera necesario, en el caso de determinados órganos de accionamiento, y de forma que su manipulación no pueda ocasionar riesgos adicionales.

No deberán acarrear riesgos como consecuencia de una manipulación involuntaria.

Si fuera necesario, el operador del equipo deberá poder cerciorarse desde el puesto de mando principal de la ausencia de personas en las zonas peligrosas. Si esto no fuera posible, **la puesta en marcha deberá ir siempre precedida automáticamente de un sistema de alerta, tal como una señal de advertencia acústica o visual.**

El trabajador expuesto deberá disponer del tiempo y de los medios suficientes para sustraerse rápidamente de los riesgos provocados por la puesta en marcha o la detención del equipo de trabajo.

Los sistemas de mando deberán ser seguros y elegirse teniendo en cuenta los posibles fallos, perturbaciones y los requerimientos previsibles, en las condiciones de uso previstas.

ANEXO I - 1.01 - ¿La identificación y señalización de los órganos de accionamiento es clara y adecuada?

Según la norma EN 614-1 los órganos deben ser claramente identificables para evitar confusión, así como debe ser distinguible la función (mediante colores o símbolos) de cualquier otro mando adyacente, y si fuera necesario irán marcados de forma adecuada con indicaciones textuales en español.

Para evitar confusiones al operador y, consecuentemente, reducir el número de errores cometidos, se procurará, cuando el operador cambie una máquina por otra de tipo o función similar, y en tanto que sea posible, mantener la misma distribución de mandos.

El número de mandos se mantendrá en un mínimo, de acuerdo con las otras exigencias a considerar. Los mandos se distribuirán de forma que garanticen una operación segura, inequívoca y funcional. Esto se hará teniendo en cuenta aspectos tales como el orden de las operaciones a realizar, su prioridad, significado y frecuencia.

La norma EN 60204-1 especifica los colores y símbolos normalizados de los pulsadores de mando para su identificación funcional.



▲ Mandos con identificación textual de sus funciones y equipo al que corresponden en castellano



▲ Es frecuente encontrar identificaciones en otros idiomas. El texto debe estar en el idioma del país de utilización de la máquina



▲ Las placas de identificación textual deben ser indelebles



▲ Es desaconsejable el uso de pegatinas por no soportar las condiciones del entorno



▲ No se permite la rotulación manual

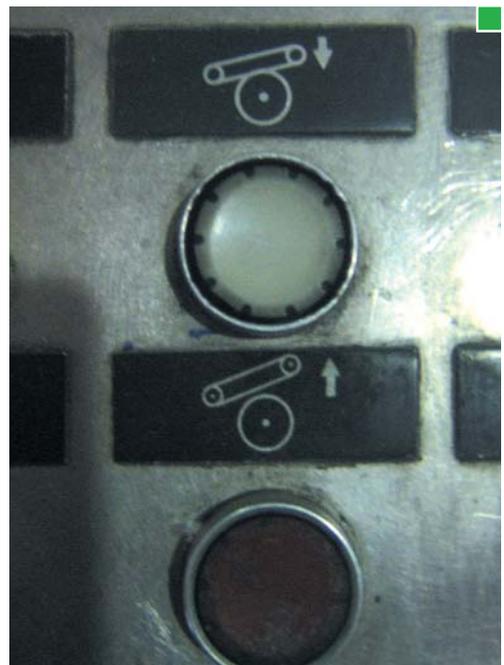
SÍMBOLOS DE LOS PULSADORES:

MARCHA o puesta en tensión (ON)	PARADA o puesta fuera de tensión (OFF)	Pulsadores que actúan alternativamente como botones ON y OFF	Pulsadores que causan movimiento mientras están presionados y parada cuando están liberados (control sensitivo).
	○	⊞	⊞

Según la norma EN 60204-1 debe darse preferencia al uso de los símbolos estándar dados en la norma CEI 417 e ISO 7000.



▲ Identificación de funciones mediante flechas



▲ Identificación de funciones mediante símbolos

COLORES DE LOS PULSADORES:			
COLOR	SIGNIFICADO	EXPLICACIÓN	APLICACIÓN
ROJO	Emergencia	Actúa en caso de condiciones peligrosas o de emergencia	- Parada de Emergencia - Inicio de la función emergencia - Parada o fuera de tensión
AMARILLO	Anomalía	Actúa en caso de condiciones anormales	- Intervención para suprimir condiciones anormales - Intervención para restablecer o interrumpir ciclo automático
VERDE	Seguridad	Actúa en caso de situación de seguridad o para preparar condiciones normales	- Puesta en marcha; no usar en pulsadores ON/OFF
AZUL	Mandato	Actúa en caso de condiciones que requieren una acción ordenada	- Función de Rearme
BLANCO	Sin significación específica atribuida	Para un inicio general de las funciones excepto la parada de emergencia Si hay indicación textual se pueden usar el mismo color para varias funciones	- ON (Preferente) - OFF
GRIS			- ON - OFF
NEGRO			- ON - OFF (Preferente)



◀ Señalización en órganos de accionamiento de las funciones principales de una máquina mediante colores.



◀ Según las normas EN 418 y EN 60204-1 las paradas de emergencia será de color rojo y si es posible sobre fondo amarillo.

▶ En el caso de parada de emergencia tipo cable la visibilidad aumenta utilizando banderolas o placas



ANEXO I - 1.04 - Si no hay una total visión del puesto de trabajo desde el puesto de mando, ¿hay señal de advertencia de puesta en marcha?

Según la norma EN 292-2 siempre que sea posible, los órganos de accionamiento (especialmente los de parada) deben estar situados de manera que el operador, cuando los accione, pueda ver los elementos que manda.

Si no es posible que el operador tenga un control visual de todas las zonas peligrosas de la máquina desde la consola de mando, hay que dotar a la máquina de una señal acústica o visual asociada al dispositivo de puesta en marcha o parada controlada (categoría 1 ó 2) de la máquina.

En la norma EN 457 se especifica que las características de una señal audible de peligro deben ser tales que cualquier persona que se encuentre en la zona de recepción de la señal pueda reconocer y reaccio-

nar a la señal según lo previsto; por lo tanto debe ser suficientemente diferente de otros sonidos ambientales, y además debe ser claramente audible, esto se logra si el nivel de la señal (Lw) sobrepasa el nivel de ruido ambiente en 15 dBA.

Si las personas expuestas utilizan protectores auditivos hay que seleccionar la frecuencia de la señal en la zona de menor atenuación de los protectores, y en su defecto se pueden utilizar balizas luminosas de advertencia.

Según la norma EN 981 las señales de información de peligro deben ser rápidamente reconocibles en todas las condiciones ambientales previstas en su utilización. La siguiente tabla muestra las características que deben tener dichas señales:

SEÑALES DE PELIGRO:			
SONIDO	LUZ	SIGNIFICADO	OBSERVACIONES
MODULADO. Aumento o disminución progresiva de la frecuencia a una cadencia entre 5 Hz/s a 5 Hz/ms (variación autorizada durante el ciclo)	ROJA	Peligro, actuar urgentemente	Preferentemente la velocidad de progresión de la modulación más rápida para las frecuencias elevadas y viceversa. No se debe utilizar la velocidad menos rápida para segmentos de sonido de duración inferior a 5 s, ni para frecuencias sonoras > de 100 Hz
SALVAS, impulsos rápidos. Cuando están agrupados, al menos cinco impulsos en cada grupo. Frecuencia pulsante de 4 Hz a 8 Hz (duración impulso 60 a 100 ms)	ROJA	Peligro, actuar urgentemente	La reverberación puede provocar una dificultad de percepción a frecuencias pulsantes superiores a 5 Hz. Ver la norma EN 457
ALTERNATIVO. Secuencia por escalones de dos o tres tonalidades distintas, cada segmento de 0,15 s a 1,5 s	ROJA	Peligro, actuar urgentemente	La intensidad, así como la duración de la fase CONECTADA de los segmentos de sonido son iguales
Sonido CORTO. Espectro constante, de una duración mínima de 0,3 s	AMARILLO	Prudencia, estar alerta	Cuando se utilizan diferentes longitudes de segmentos de sonido, se recomienda una relación de 1:3
SECUENCIA. Dos o tres sonidos diferentes cada uno con un espectro constante	AZUL	Orden, acción obligatoria	-----
PROLONGADO. Espectro constante	VERDE	Condición Fin de la alarma	Señal dada después de una ALARMA PÚBLICA no debe ser interrumpida durante 30 s

Según la norma EN 60204-1 se deben utilizar luces intermitentes para dar un énfasis adicional a la llamada de atención. Las balizas luminosas deben ser fácilmente visibles y sin esfuerzo desde cualquier punto de la máquina. La norma EN 614-1 indica que las señales de advertencia son más eficaces cuando se combinan las señales acústicas y luminosas.

Según la norma EN 292-2, cuando haya que utilizar una señal de advertencia sonora y/o visual para indicar la inminente puesta en marcha de la máquina,

esta debe estar asociada al dispositivo de mando de puesta en marcha de la máquina, precediendo a su puesta en marcha un intervalo de tiempo tal que permita que las personas expuestas tengan el tiempo y los medios necesarios para eludir u oponerse a dicha puesta en marcha.

El tiempo concedido debe ser acorde al riesgo de la máquina, y siempre evitando que un exceso de demora implique una pérdida de significado y eficacia de la alarma por confianza de los operarios.

R.D. 1215/1997, Anexo I: Disposiciones mínimas aplicables a los equipos de trabajo.

11 - Los dispositivos de alarma del equipo de trabajo deberán ser perceptibles y comprensibles fácilmente y sin ambigüedades.

ANEXO I - 11.01 - ¿La máquina dispone de dispositivos de alarma, si son necesarios?

Según la norma EN 292-2 las señales visuales, tales como lámparas intermitentes, y las señales sonoras tales como sirenas, pueden ser utilizadas para advertir de un acontecimiento peligroso inminente tal como la puesta en marcha o el aumento de velocidad de una máquina.

Es conveniente la existencia de algún método para poder comprobar regularmente el funcionamiento de los dispositivos de advertencia (por ejemplo lámparas fundidas).

ANEXO I - 11.02 - ¿Las señales son fácilmente perceptibles?

Según la norma EN 614-1 en el diseño de las señales de advertencia se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

- Se prestará atención especial a la intensidad, duración de la señal, color, forma, tamaño, contraste y preeminencia respecto al fondo visual o acústico.
- Las señales de advertencia son más eficaces cuando se combinan las señales acústicas y luminosas.

En la norma EN 457 se especifica que las características de una señal audible de peligro deben ser tales que cualquier persona que se encuentre en la zona de recepción de la señal pueda reconocer y reaccionar a la señal según lo previsto; por lo tanto debe ser

suficientemente diferente de otros sonidos ambientales, y además debe ser claramente audible, esto se logra si el nivel de la señal (L_w) sobrepasa el nivel de ruido ambiente en 15 dBA.

Si los operarios a los que está dirigida la advertencia utilizan protectores auditivos hay que seleccionar la frecuencia de la señal en la zona de menor atenuación de los protectores, en su defecto se pueden utilizar balizas luminosas de advertencia.

Según la norma EN 60204-1 se deben utilizar luces intermitentes para dar un énfasis adicional a la llamada de atención. Las balizas luminosas deben ser fácilmente visibles y sin esfuerzo desde cualquier punto de la máquina.

ANEXO I - 11.03 - ¿Las señales son fácilmente comprensibles?

Según la norma EN 981 las señales de información de peligro deben ser rápidamente reconocibles en todas las condiciones ambientales previstas en su utiliza-

ción. Los colores de las señales luminosas deben seleccionarse según la siguiente tabla:

COLORES DE LAS SEÑALES LUMINOSAS:			
COLOR	SIGNIFICADO	OBJETIVO	OBSERVACIONES
ROJO	Peligro Condición anormal	Emergencia, Alarma, Parada, Prohibición, Fallo	Para la evaluación de emergencia se deben utilizar destellos rojos
AMARILLO	Prudencia	Atención necesaria, Cambio de condición, Intervención	-----
AZUL	Indicación de necesidad de una acción obligatoria. (Ver la norma EN 60073)	Acción, Protección, Atención especial, Disposición prioritaria relativa a seguridad	Para objetivos sin ambigüedades no cubiertos por rojo, amarillo o verde
VERDE	Fin de alarma, Condición normal	Retorno a la normalidad, continuidad	Para el control de dispositivos en marcha (normal)

ANEXO I - 11.04 - ¿Las señales son claras y sin ambigüedades?

Según la norma EN 614-1 las pantallas de información y las señales deberán estar diseñadas, seleccionadas y dispuestas de una forma compatible con las características de la percepción humana y de la tarea a realizar.

En particular se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Para evitar una sobrecarga de información, el número, tipo de pantallas y señales se mantendrá en el mínimo necesario para una adecuada realización de la tarea. La saturación sensorial producto de un exceso de señales de advertencia puede conducir a la neutralización fraudulenta de los dispositivos de advertencia.

- El diseño de las pantallas y señales proporcionará al operador la información de forma clara e inequívoca. Se evitará toda información innecesaria.
- Las pantallas y señales estarán dispuestas para una clara, rápida y segura orientación y reconocimiento. Se tendrá en cuenta la prioridad y frecuencia de cada elemento de información y la necesidad de retroalimentación de información durante la ejecución de la tarea. La forma y el contenido de esta retroalimentación serán concretos y bien conocidos por el operador.
- El ritmo y el sentido de las variaciones de la información que aparezca en las pantallas será compatible con el ritmo y el sentido de las variaciones de la información en la fuente que la origina.

R.D. 1215/1997, Anexo I: Disposiciones mínimas aplicables a los equipos de trabajo.

13. El equipo de trabajo deberá llevar las advertencias y señalizaciones indispensables para garantizar la seguridad de los trabajadores.

ANEXO I - 13.01 - ¿Están correctamente indicados y señalizados los parámetros de funcionamiento del equipo que pueden conducir a situaciones peligrosas?

Según la norma EN 292-2 la máquina, si es necesario, deberá tener dispositivos indicadores advirtiendo de las condiciones anómalas de utilización de la

máquina si la alteración de las mismas puede ocasionar un accidente (por ejemplo falta de refrigeración, temperatura o presión excesiva, etc.).

ANEXO I - 13.02 - ¿Están correctamente indicadas y señalizadas las condiciones límite de utilización de la máquina?

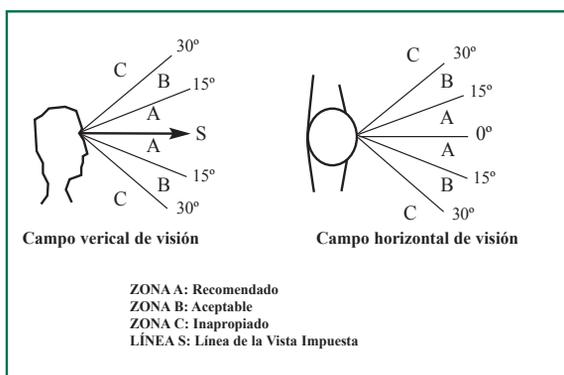
Según la norma EN 292-2 la máquina, si es necesario, deberá tener indicaciones textuales en español advirtiendo de los límites de las condiciones de utili-

zación de la máquina si la alteración de las mismas puede ocasionar un accidente.

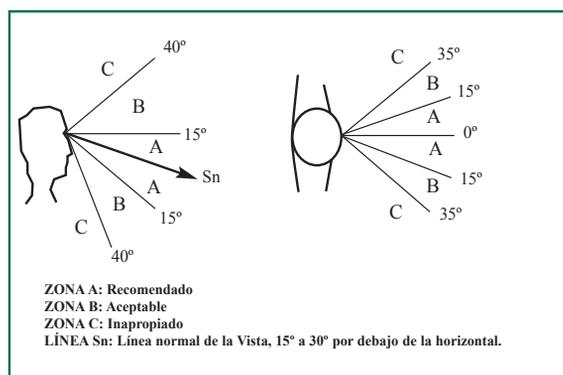
ANEXO I - 13.03 - ¿Se perciben desde el puesto de mando las informaciones de seguridad de los parámetros de funcionamiento?

Según la norma EN 842 las señales visuales de peligro deben estar situadas dentro del campo de visión en el lugar de trabajo considerado, ubicadas de

manera que se facilite la comprensión inmediata y correcta de la naturaleza del peligro y de las medidas inmediatas a adoptar.



▲ Cuando la dirección de la vista está impuesta por las exigencias de la tarea



▲ Cuando la dirección de la línea de la vista no está impuesta por exigencias externas de la tarea

ANEXO I - 13.04 - ¿Están correctamente señalizados los EPIs y las advertencias para reducir riesgos?

Según la norma EN 61310-1 y el R.D. 485/97 los carteles deben estar ubicados de tal manera que estén dentro del campo visual de la persona y presentar una luminosidad y contraste de color suficientes en

relación a su entorno.

El cartel normalizado para indicar dicha advertencia es el siguiente:

PELIGRO			
			
¡ATENCIÓN! RIESGO DE ATRAPAMIENTO	¡ATENCIÓN! RIESGO DE ATRAPAMIENTO	ATENCIÓN A LAS MANOS	ATENCIÓN POSIBLE CAIDA DE OBJETOS
			
¡ATENCIÓN! RIESGO DE TROPEZAR	PELIGRO SUELO RESBALADIZO	ATENCIÓN CAIDAS A DISTINTO NIVEL	PELIGRO OBJETOS A BAJA ALTURA
			
ATENCIÓN RUIDO	ATENCIÓN CARGA SUSPENDIDA	PELIGRO PASO DE CARRETILLAS	SALIDA DE CAMIONES
			
PELIGRO DE RADIACION	RADIACIONES NO IONIZANTES	¡ATENCIÓN! RADIACIONES LASER	RIESGO DE CORROSION
			
PELIGRO MATERIAS INFLAMABLES	¡ATENCIÓN! ALTA TEMPERATURA	¡ATENCIÓN! BAJA TEMPERATURA	<small>Símbolo No Normalizado de Riesgo de Quemadura</small>
			
¡ATENCIÓN! ALTA PRESION	PELIGRO INDETERMINADO	RIESGO ELECTRICO	TOMA DE TIERRA

Según el R.D. 485/97 los riesgos de caídas, choques y golpes deben señalizarse, por el panel que corresponda, o por un color de seguridad, o bien podrán utilizarse ambos complementariamente.

La delimitación de aquellas zonas de los locales de trabajo a las que el trabajador tenga acceso con ocasión de éste, en las que se presenten riesgos de caída

de personas, caída de objetos, choques o golpes, se realizará mediante un color de seguridad.

La señalización por color referida en los dos apartados anteriores se efectuará mediante franjas alternas amarillas y negras. Las franjas deberán tener una inclinación aproximada de 45º y ser de dimensiones similares de acuerdo con el siguiente modelo.

Color de seguridad para indicar riesgo permanente



EPIs Y OBLIGACIONES



ES OBLIGATORIO
USAR CINTURON
DE SEGURIDAD



ES OBLIGATORIO
USAR CALZADO
DE SEGURIDAD



ES OBLIGATORIO
USAR GUANTES



ES OBLIGATORIO
USAR CASCO



EQUIPO DE
SOLDADURA



ES OBLIGATORIO
USAR GAFAS O
PANTALLA PROTECTORA



ES OBLIGATORIO
USAR
PANTALLA PROTECTORA



ES OBLIGATORIO
USAR MASCARA



ES OBLIGATORIO
EL USO DE
MASCARILLA



PROTECCION
OBLIGATORIA
DEL CUERPO



OBLIGATORIO
USAR MANDIL



ES OBLIGATORIO
EL USO DE
PROTECCION ACUSTICA

PROHIBICIÓN



PROHIBIDO MANIPULAR MAQUINARIA EN REPARACION



PROHIBIDO TRABAJAR SIN EL DISPOSITIVO DE SEGURIDAD



NO USAR SIN PROTECCION



PROHIBIDO TOCAR LA VALVULA



PROHIBIDO EL PASO DE PERSONAS



ALTO SOLO PERSONAL AUTORIZADO



PROHIBIDO FUMAR



PROHIBIDO ENCENDER FUEGO

AUXILIO



DUCHA DE EMERGENCIA



LAVAJOS DE EMERGENCIA



BOTIQUIN



PRIMEROS AUXILIOS



ESCALERA DE EMERGENCIA



SALIDA DE EMERGENCIA



SALIDA



SALIDA

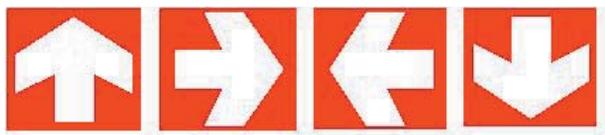


Dirección que debe seguirse





Direcciones a seguir (señales de información complementaria)



TUBERÍAS

Según la ITC-MIE.AP2 todas las tuberías que contengan fluidos deberán señalizarse mediante la siguiente codificación de colores para identificar el fluido que contienen:

-  - Agua potable: Verde.
-  - Agua caliente: Verde con banda blanca.
-  - Agua condensada: Verde con banda amarilla.
-  - Agua de alimentación: Verde con banda Roja.
-  - Agua de purgado: Verde con banda negra.
-  - Aire comprimido: Azul.
-  - Vapor saturado: Rojo.
-  - Vapor sobrecalentado y recalentado: Rojo con banda blanca.
-  - Vapor de escape: Rojo con banda verde.
-  - Combustibles gaseosos: Amarillo.
-  - Combustibles líquidos pesados: Marrón con banda negra.
-  - Combustibles líquidos ligeros: Marrón con banda amarilla.

Bibliografía:

- EN 457 Seguridad de las máquinas. Señales auditivas de peligro. Requisitos generales, diseño y ensayos (ISO 7731:1986 modificada).
- EN 842 Seguridad de las máquinas. Señales visuales de peligro. Requisitos generales, diseño y ensayos.
- EN 981 Seguridad de las máquinas. Tipos de señales de peligro y de ausencia de peligro, audibles y luminosas.
- EN 61310-1 Seguridad de las máquinas. Indicación, marcado y maniobra. Parte 1. Especificaciones para las señales visuales, audibles y táctiles.
- EN 61310-2 Seguridad de las máquinas. Indicación, marcado y maniobra. Parte 2. Especificaciones para el marcado (CEI 1310-2:1995).
- EN 61310-3 Seguridad de las máquinas. Indicación, marcado y maniobra. Parte 3. Requisitos para la posición y maniobra de los órganos de accionamiento.
- UNE-EN 60204-1 Seguridad de las máquinas. Equipo eléctrico de las máquinas. Parte 1: Generalidades.
- EN 614-1 Seguridad de las máquinas. Principios de diseño ergonómico. Parte 1: Terminología y principios generales.
- EN 292-2 Seguridad de las máquinas. Conceptos básicos, principios generales para el diseño. Parte 2: Principios y especificaciones técnicas.
- EN 418 Seguridad de las máquinas. Equipo de parada de emergencia. Aspectos funcionales. Principios para el diseño.
- R.D. 485/97 Disposiciones mínimas en materia de señalización en los lugares de trabajo.
- R.D. 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los Equipos de trabajo. (INSHT).
- NTP 511: Señales visuales de seguridad: aplicación práctica. Nota Técnica de Prevención del (INSHT) Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

14.3 - Resguardos y dispositivos de protección

R.D. 1215/1997, Anexo I: Disposiciones mínimas aplicables a los equipos de trabajo.

8. Cuando los elementos móviles de un equipo de trabajo puedan entrañar riesgos de accidente por contacto mecánico deberán ir equipados con resguardos o dispositivos que impidan el acceso a las zonas peligrosas o que detengan las maniobras peligrosas antes del acceso a dichas zonas.

Los resguardos y los dispositivos de protección:

- Serán de fabricación sólida y resistente.
- No ocasionarán riesgos suplementarios.
- No deberá ser fácil anularlos o ponerlos fuera de servicio.
- Deberán estar situados a suficiente distancia de la zona peligrosa.
- No deberán limitar más de lo imprescindible o necesario la observación del ciclo de trabajo.
- Deberán permitir las intervenciones indispensables para la colocación o la sustitución de las herramientas, y para los trabajos de mantenimiento, limitando el acceso únicamente al sector en el que deba realizarse el trabajo sin desmontar, a ser posible, el resguardo o el dispositivo de protección.

Definiciones:

- **Resguardo:** elemento de una máquina utilizado específicamente para garantizar la protección mediante una barrera material. Dependiendo de su forma, un resguardo puede ser denominado carcasa, cubierta, pantalla, puerta o envoltorio. Dependiendo de su función puede ser fijo, móvil, regulable, con dispositivo de enclavamiento, con dispositivo de enclavamiento y bloqueo o asociado al mando.
- **Dispositivo de protección:** dispositivo, distinto de un resguardo, que elimina o reduce el riesgo, solo o asociado a un resguardo. Los dispositivos pueden ser de enclavamiento, de validación, sensitivo, mando a dos manos, sensible, de retención mecánica, limitador y mando de marcha a impulsos.
- **Dispositivo disuasorio:** cualquier obstáculo material que no impide totalmente el acceso a una zona peligrosa, pero reduce la posibilidad de acceder a ella, por restricción del libre acceso. Como por ejemplo barandillas.



▲ Los peligros generados por partes móviles se protegen únicamente mediante resguardos y dispositivos de protección. Como medida adicional pueden instalarse dispositivos disuasorios (barandillas) pero nunca debe utilizarse una barandilla como medida de seguridad de peligros mecánicos (aplastamiento, cizallamiento, corte, enganche, atrapamiento) generados por elementos móviles de la máquina.

ANEXO I - 8.01- ¿Existen resguardos que impiden el contacto con elementos móviles accesibles?

Los elementos móviles de la máquina se diseñarán, fabricarán y dispondrán a fin de evitar todo riesgo, o cuando subsista el riesgo estarán equipados de resguardos o dispositivos de protección, de forma que se prevenga cualquier riesgo de contacto que pueda provocar accidentes.

Según las normas EN 953 y EN 292-2 los resguardos o los dispositivos de protección que se utilicen para proteger contra los riesgos relacionados con los elementos móviles se elegirán en función del riesgo existente y de la frecuencia de acceso.

■ **Elementos móviles de transmisión:** Los resguardos diseñados para proteger contra los riesgos ocasionados por los elementos móviles de transmisión (por ejemplo poleas, correas, engranajes, cremalleras, árboles de transmisión, etc.) serán:

- **Resguardos fijos**, sólidamente sujetos en su lugar, cuya fijación esté garantizada por sistemas de apertura que necesite utilizar herramientas y deberá ser imposible que permanezcan en su puesto si carece de sus medios de fijación.
- **Resguardos móviles** que habrán de permanecer unidos a la máquina cuando sean abiertos y estarán asociados a un dispositivo de enclavamiento que impida que los elementos móviles empiecen a funcionar mientras que se pueda acceder a dichos elementos, y que provoque la parada cuando dejen de estar en la posición de cierre.

■ **Elementos móviles que intervengan en el trabajo:** Los resguardos o los dispositivos de protección diseñados para proteger a las personas expuestas contra los riesgos ocasionados por los elementos móviles relativos al trabajo (por ejemplo herramientas de corte, órganos móviles de las prensas, cilindros, piezas en proceso de fabricación, etc.) serán:

- Siempre que sea posible, **resguardos fijos**, sólidamente sujetos en su lugar, cuya fijación esté garantizada por sistemas de apertura que necesite utilizar herramientas y deberá ser imposible que permanezcan en su puesto si carece de sus medios de fijación.



▲ Resguardo fijo de transmisión por correas



▲ Resguardo fijo de árbol de transmisión



▲ Protección perimétrica para proteger de varios elementos móviles de transmisión en la misma zona



► La puerta (resguardo móvil) se encuentra asociada a un dispositivo de enclavamiento



▲ Elementos móviles que intervienen en el trabajo protegidos mediante resguardos fijos



▲ La fijación debe estar garantizada por sistemas de apertura que necesiten utilizar herramientas



▲ Diferentes tipos de resguardos fijos en línea de contacto tela-rodillo ▲

- **Resguardos móviles** que habrán de estar diseñados e integrados en el sistema de mando de tal manera que sea imposible que los elementos móviles empiecen a funcionar mientras el operador pueda entrar en contacto con ellos y

que la persona no pueda entrar en contacto con los elementos móviles mientras estén en movimiento. La ausencia o el fallo de uno de órganos impida la puesta en marcha o provoque la parada de los elementos móviles.



▲ Resguardo móvil asociado a dispositivo de enclavamiento



▲ Detalle del dispositivo enclavamiento, del tipo base-clavija

- **Dispositivos de protección sensibles** (por ejemplo barreras fotoeléctricas o alfombras sensibles), dispositivos de protección mediante mantenimiento a distancia (por ejemplo mandos bimanuales), dispositivos de protección destinados a impedir mecánicamente el acceso de todo o parte del cuerpo del operador. Deberán estar diseñados e integrados dentro del sistema de mando de tal manera que sea

imposible que los elementos móviles empiecen a funcionar mientras el operador pueda entrar en contacto con ellos y que la persona no pueda entrar en contacto con los elementos móviles mientras estén en movimiento. La ausencia o el fallo de uno de órganos impida la puesta en marcha o provoque la parada de los elementos móviles.



▲ **Barrera fotoeléctrica** en la zona de salida de bobinas de una bobinadora.



▲ **Barrera y células fotoeléctricas. Sistema muting**



▲ **Borde de dispositivo sensible de detección mecánica.** Para evitar peligros de aplastamiento en el descenso de la puerta



▲ **Células fotoeléctricas.** En el caso de interferir el haz (línea discontinua amarilla) la puerta se detiene.



▲ **Zona inferior de un elevador de palets en una cortadora.** En el caso de entrar una persona en la zona peligrosa el equipo para por estar la zona protegida por un **roto-escáner** (vista del dispositivo, fotografía derecha).



- **Resguardo regulable** únicamente para el caso en el que sea necesario el acceso de un operador a la zona peligrosa durante el funcionamiento normal de la máquina o que dicha zona no pueda ser totalmente cerrada. Deben ser regulados fácilmente sin el empleo de

herramienta, y reducir tanto como sea posible el peligro de proyección. Ver el punto I-8.08 de este anexo, para este caso debe garantizarse la seguridad del operador utilizando un modo de mando manual.

ANEXO I - 8.02 - ¿Los resguardos son de fabricación sólida y resistente?

Según la norma EN 953 los resguardos deben ser fabricados para resistir los previsibles impactos de partes de la máquina, piezas trabajadas, herramientas, proyección de sólidos o líquidos, impactos de los operadores, etc. Cuando el resguardo tiene fijado un panel transparente, hay que prestar una especial consideración a la selección y fijación de dicho material, debe tener unas propiedades adecuadas para resistir la masa y velocidad de un objeto.

Los postes de fijación, bastidores y resto de elementos de los resguardos deben proveer de rigidez y estabilidad estructural para resistir la deformación. Esto es especialmente importante cuando la deformación puede afectar a las distancias de seguridad.

Los resguardos y sus componentes deben estar unidos por puntos de fijación de adecuada resistencia, espaciado y número para mantener la seguridad bajo cualquier previsible carga. La fijación puede ser por medio de remaches, abrazaderas, tornillos, soldadura o cualquier otro medio adecuado a la aplicación.

Los resguardos deberán ser compatibles con el ambiente de trabajo de la máquina. Los materiales del resguardo deben ser resistentes a la previsible corrosión. Esto puede ser conseguido mediante la aplicación de una adecuada capa de protección o empleo de materiales como el acero inoxidable.

ANEXO I - 8.03 - ¿Los resguardos están diseñados para evitar riesgos suplementarios?

Según la norma EN 292-2 se deben evitar los peligros que pueden ser generados por:

- La constitución física del resguardo (aristas cortantes, ángulos agudos, material).
- Los movimientos del resguardo (zonas de cizallamiento o de aplastamiento generadas por res-

guardos movidos por un accionador y por los resguardos pesados susceptibles de caer).

- En el caso de no poder resguardar totalmente el elemento móvil hay que prestar especial atención que no se produzcan atrapamientos peligrosos entre el resguardo y el elemento móvil.

ANEXO I - 8.04 - ¿Los resguardos impiden ser fácilmente anulados?

DEFINICIÓN: Componente o dispositivo de seguridad: componente que se comercializa por separado, con el fin de garantizar una función de seguridad y cuyo fallo o mal funcionamiento pone en peligro la seguridad o la salud de las personas expuestas. Deben estar provistos de Marcado CE y Declaración CE de conformidad, así como manual de instrucciones en la lengua oficial del país de utilización, según la Directiva de Seguridad en Máquinas 98/37/CE.

Según la citada Directiva, los siguientes componentes de seguridad además deben someterse al examen CE de tipo por organismo certificado.

- Dispositivos electrosensibles diseñados para la detección de personas, principalmente barreras

inmateriales, superficies sensibles, detectores electromagnéticos.

- Bloques lógicos que desempeñen funciones de seguridad para mandos bimanuales.
- Pantallas automáticas móviles para la protección de prensas, plegadoras, máquinas para moldear plásticos o caucho por inyección o compresión.
- Estructuras de protección contra el peligro de vuelco (ROPS).
- Estructuras de protección contra el peligro de caída de objetos (FOPS).

En la norma EN 954-1 se especifica el procedimiento para seleccionar los dispositivos de seguridad asociados a un resguardo en función de la gravedad, probabilidad, frecuencia y duración de la estancia en zona peligrosa.

La gravedad se divide en:

- S1** - Ligeras lesiones (normalmente reversible)
- S2** - Grave lesión irreversible de una o varias personas, incluyendo la muerte.

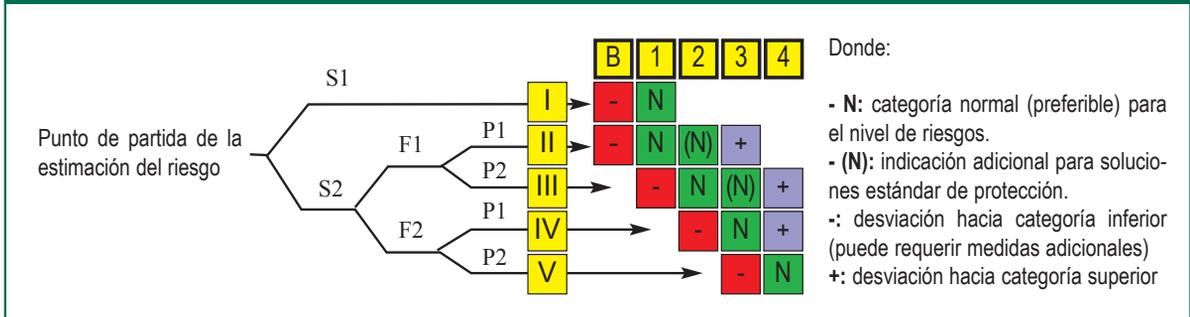
La frecuencia y la duración de la estancia se divide en:

- F1** - Desde raras veces hasta varias veces y/o tiempo de exposición corto.
- F2** - Frecuentemente hasta permanentemente y/o tiempo de exposición largo.

La probabilidad de evitar las situaciones de riesgo se divide en:

- P1** - Posible evitarlo en determinadas condiciones.
- P2** - Apenas posible evitarlo.

GRÁFICO DE RIESGOS:



- **B,1-4**: Categorías para las partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad.

Los componentes de seguridad de una categoría de protección deben reunir las siguientes características:

COMPONENTES DE SEGURIDAD :

CATEGORÍA	REQUISITOS DE SEGURIDAD	RESPUESTA DEL SISTEMA	PRINCIPIO FUNDAMENTO
B	Los componentes de seguridad de las máquinas y dispositivos de protección deben seleccionarse para que soporten los ataques que cabe esperar.	Si se produce un fallo, éste puede provocar la pérdida de la función de seguridad. Algunos fallos siguen ocultos.	Mediante la elección de componentes de seguridad.
1	Deben cumplirse los requisitos de B; utilizando componentes y principios de eficacia comprobada.	Como se ha descrito para la categoría B pero con una mayor fiabilidad.	Los componentes de seguridad están probados para un número de ciclos.
2	Deben cumplirse los requisitos de 1; y además las funciones de seguridad deben comprobarse con periodicidad mediante la maniobra de la máquina.	La aparición de un fallo puede provocar la pérdida de la función de seguridad entre intervalos de comprobación.	Un dispositivo verifica que los sistemas de seguridad funcionan e impide la puesta en marcha si detecta un fallo.
3	Deben cumplirse los requisitos de 1. Pero deben estar diseñadas para que un único fallo no provoque la pérdida de seguridad.	Si hay un único fallo la función de seguridad se conserva. No siempre se detectan los fallos.	Utilización de componentes redundantes con diferentes principios de funcionamiento.
4	Deben cumplirse los requisitos de 2 y 3.	Si hay un fallo la función de seguridad se mantiene. Los fallos se detectan para impedir una pérdida de seguridad.	Mediante la combinación de las características de los sistemas para las categorías 2 y 3.

Definiciones:

- **Categoría:** Clasificación de las partes de un sistema de mando relativas a la seguridad, dependiendo de su resistencia a los fallos y de su comportamiento después de los fallos.

Categoría B: No aplicable al sector industrial. Un fallo puede conducir a la pérdida de seguridad.

Categoría 1: Elementos de eficacia probada.

Categoría 2: Elementos + módulo de control con control cíclico.

Categoría 3: Elementos + módulo de control con redundancia.

Categoría 4: Elementos + módulo de control con redundancia + autocontrol.

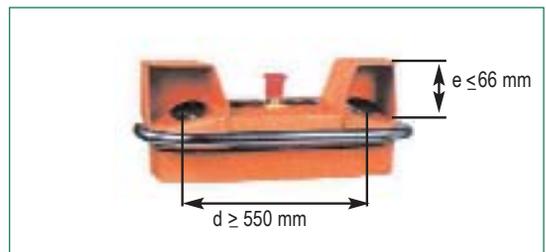
- **Redundancia:** Duplicidad de componentes o dispositivos, para garantizar que en el caso de fallar uno de ellos en el cumplimiento de su función, haya otro disponible que cumpla dicha función.
- **Autocontrol:** Función de seguridad indirecta, que desencadena una acción de seguridad si disminuye la aptitud de un componente o dispositivo de seguridad, para desempeñar su función, o si se modifican las condiciones del proceso de manera que se generan peligros.

Dispositivo de mando bimanual: Según la norma EN 60204-1 hay tres clases de mandos a dos manos, su selección depende de la evaluación del riesgo. Estos deben tener las siguientes características:

- **Tipo I:** requiere una acción concomitante de las dos manos sobre los dos órganos de accionamiento; los mandos necesitan una acción mantenida mientras existe la situación peligrosa y el funcionamiento de la máquina debe interrumpirse cuando uno de estos órganos de accionamiento es liberado mientras las condiciones son peligrosas. Es un dispositivo de categoría 1 según la clasificación de la norma EN 954-1.
- **Tipo II:** mando de tipo 1 que además necesita la liberación de los dos órganos de accionamiento antes de poder iniciar un nuevo ciclo. Es un dispositivo de categoría 3 según la norma EN 954-1.
- **Tipo III:** mando de tipo 2 que además requiere una acción síncrona de los órganos de accionamiento con una demora máxima de 0,5 s y si se excede ese tiempo hay que liberar ambos mandos antes de poder iniciar un nuevo ciclo. Se divide a su vez en tipo A, B ó C en función de si sus componentes satisfacen la categoría 1, 3 ó 4 respectivamente según la norma EN 954-1.

Según la norma EN 574 para prevenir la neutralización con una mano y el codo del mismo brazo la distancia mínima entre los dos pulsadores debe ser superior a 550 mm, si únicamente se desea impedir que se accionen con los dedos de la misma mano dicha distancia debe ser superior a 260 mm.

Para disminuir la distancia y también para obligar al operador a pulsar los mandos mirando en una determinada dirección, se pueden utilizar pantallas diseñadas para limitar el acceso por el lado del operador y por detrás de manera que los órganos de accionamiento no puedan ser maniobrados sin mirar los elementos peligrosos de la máquina:

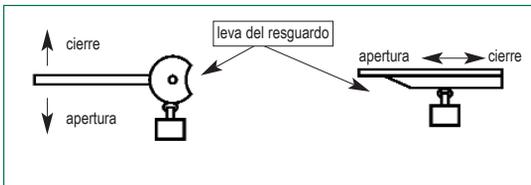


Para evitar que puedan accionarse los pulsadores con el codo por ejemplo, la abertura debe ser inferior a 6 mm, y dependiendo de la distancia del borde al pulsador. La altura respecto al suelo a la cual deben situarse los pulsadores debe ser superior a 1100 mm.

Dispositivos de enclavamiento: Según la norma EN 1088 son aquellos dispositivos de protección mecánicos, eléctricos o de cualquier otra tecnología destinados a impedir el funcionamiento de ciertos elementos de una máquina bajo determinadas condiciones (mientras un resguardo no esté cerrado). Hay dos clases de estos dispositivos:

- **Enclavamiento asociado al sistema de mando:** la orden de parada que proviene del dispositivo de enclavamiento se introduce en el sistema de mando de manera que este desencadena la interrupción de la alimentación de la energía de los accionadores o la desconexión mecánica entre los elementos móviles y los accionadores.
- **Enclavamiento asociado al circuito de potencia:** la orden de parada que proviene del dispositivo de enclavamiento interrumpe directamente la alimentación de energía de los accionadores o desconecta los elementos móviles de los accionadores.

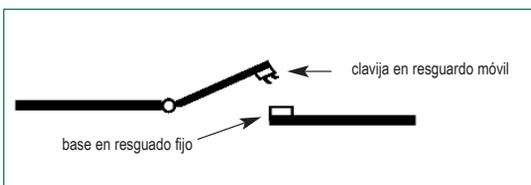
Dispositivo de enclavamiento accionado por leva del resguardo: Según la norma EN 1088 el principio de funcionamiento de estos dispositivos consiste en un solo detector, accionado según el modo positivo (que controla la posición del resguardo):



- **Ventajas:** Acción mecánica positiva de la leva sobre el órgano de accionamiento del detector de posición y la imposibilidad de neutralizar el dispositivo actuando manualmente sobre el órgano de accionamiento sin desplazar la leva o el detector.
- **Desventajas:** Fallo peligroso por rotura, o desgaste o desajuste del detector con respecto a la leva. Como la ausencia del resguardo no se detecta, es esencial que el resguardo no pueda desmontarse sin herramientas.

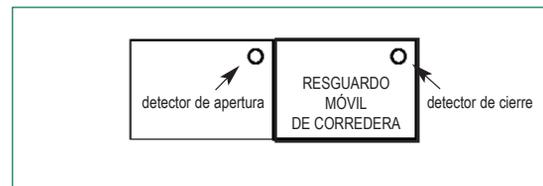
Utilizando dos detectores de posición accionados mediante dos levas, uno de accionamiento positivo y el otro de accionamiento no-positivo, se duplica la fiabilidad para evitar un fallo peligroso y el detector de accionamiento no-positivo detecta la ausencia del resguardo.

Dispositivo de enclavamiento por combinación de clavija y base: Según la norma EN 1088 el principio de funcionamiento es la interrupción del circuito al desenchufar; como dispositivo de enclavamiento se utiliza una clavija y una base, una de ellas montada en la máquina y la otra en el resguardo.



- **Ventajas:** La fiabilidad que resulta de la simplicidad de funcionamiento.
- **Desventajas:** No es adecuado para una frecuencia de acceso muy elevada si la conexión de la clavija no se realiza simplemente cerrando el resguardo, sino que hay que enchufarla manualmente tras el cierre del resguardo.

Dispositivo de enclavamiento con dos detectores de proximidad: Según la norma EN 1088 el principio de funcionamiento consiste en dos detectores de proximidad capaces de detectar partes metálicas (el resguardo de corredera). Deben estar colocado de tal manera que la mínima apertura del resguardo es detectado por el detector de apertura.



- **Ventajas:** Es compacto y sin partes externas móviles, es estanco a los polvos y a los líquidos, y por tanto es fácil de limpiar.
- **Desventajas:** Es sensible a las perturbaciones eléctricas. No tiene apertura positiva de los contactos y con posibilidad de los contactos en el caso de sobreintensidad.

Dispositivo de enclavamiento por interruptores magnéticos: Según la norma EN 1088 el principio de funcionamiento consiste en un imán codificado, montado en el resguardo que acciona dos interruptores Reed, uno normalmente abierto y el otro normalmente cerrado.

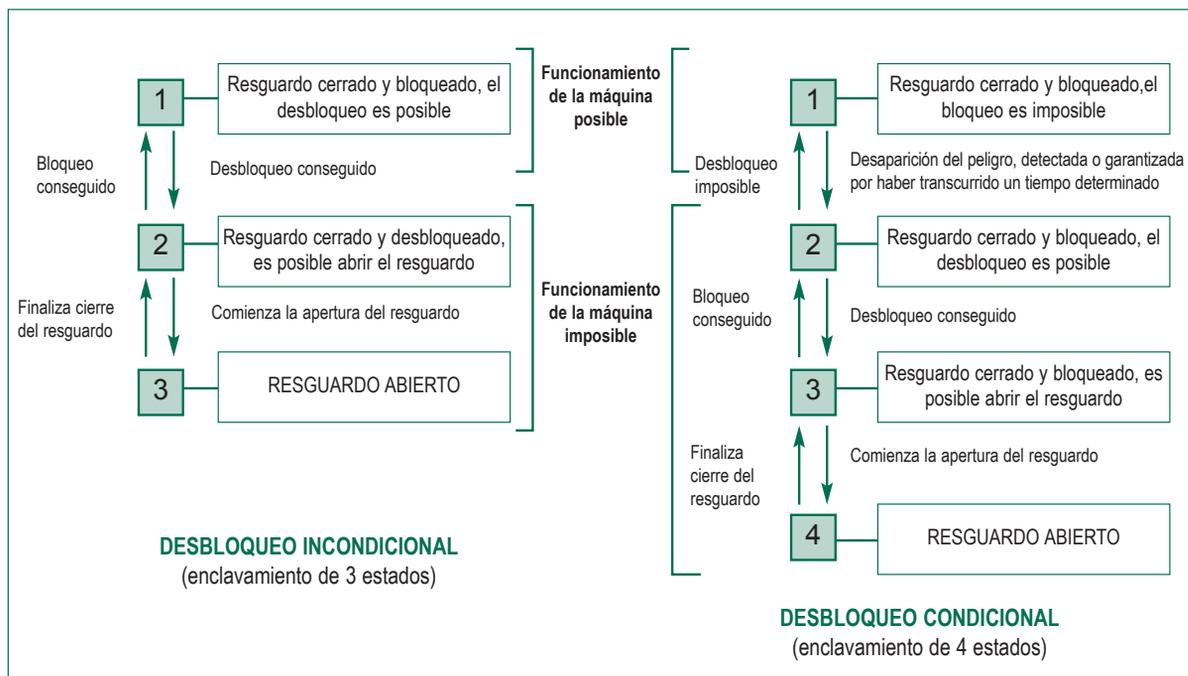
- **Ventajas:** Es compacto y sin partes externas móviles, es estanco a los polvos y a los líquidos, y por tanto es fácil de limpiar.
- **Desventajas:** Es sensible a las perturbaciones electromagnéticas. No tiene apertura positiva de los contactos y hay posibilidad de que se produzcan "falsos" contactos permanentes por soldadura por una sobreintensidad.

Sería conveniente la verificación automática de los interruptores magnéticos a cada ciclo de conmutación, así como una protección contra las sobreintensidades.

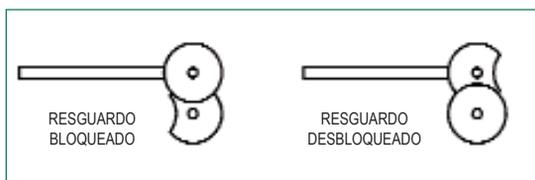
Dispositivo de enclavamiento y bloqueo: Según la norma EN 1088 estos dispositivos mantienen inmóvil el resguardo en posición de cerrado y asociado al sistema de mando de manera que:

- La máquina no pueda funcionar hasta que el resguardo esté cerrado y bloqueado.
- El resguardo permanezca bloqueado hasta que haya desaparecido el riesgo.

Hay dos clases de estos dispositivos:



Dispositivo de bloqueo accionado por doble leva del resguardo: Según la norma EN 1088 el principio de funcionamiento de estos dispositivos consiste en una leva que bloquea o desbloquea otra leva fija al resguardo móvil.



Dispositivo de enclavamiento por transferencia de llave: Según la norma EN 1088 el principio de funcionamiento consiste en la transferencia de llaves entre un elemento de mando y una cerradura montada en el resguardo (dispositivo de bloqueo del resguardo).

La característica esencial del sistema es que la llave transferible queda atrapada en el dispositivo de bloqueo del resguardo o bien en la cerradura asociada al interruptor. El dispositivo de bloqueo del resguardo está diseñado de manera que la llave sólo puede sacarse cuando el resguardo ha sido cerrado y bloqueado. Esto permite transferir la llave desde el resguardo al interruptor. Al cerrar el interruptor queda atrapada la llave, de manera que no se pueda retirar mientras el interruptor está en la posición MARCHA.

- **Ventajas:** Ninguna reducción de la eficacia debido a la distancia entre el resguardo y el sistema de mando; no se necesita cableado eléctrico para cada resguardo; adecuado cuando el resguardo se

encuentra en un ambiente hostil y se puede utilizar cuando el resguardo se puede retirar completamente. Es especialmente adecuado cuando existen varios tipos diferentes de fuentes de alimentación en la máquina y para el enclavamiento asociado al circuito de potencia.

- **Desventajas:** No es adecuado cuando se requiere un tiempo de acceso muy corto y es posible disponer de duplicados de llaves que permiten su neutralización.

Enclavamiento directo entre resguardo y órgano de puesta en marcha: Según la norma EN 1088 el principio de funcionamiento consiste en que mientras el órgano de accionamiento manual "marcha/parada" esté levantado (marcha) impide físicamente la apertura del resguardo, es necesario bajarlo (parada) para que permita la apertura del resguardo.



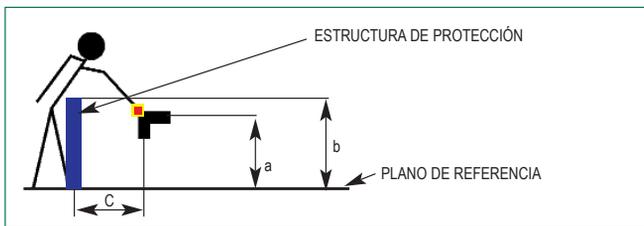
- **Ventajas:** La fiabilidad que resulta de la simplicidad, principalmente cuando se utiliza como dispositivo de enclavamiento asociado al circuito de potencia.

Observaciones: La palanca debe resistir los esfuerzos previstos y debe ser imposible desmontarla fácilmente. Un tope mecánico debe evitar el sobrecorrido del resguardo.

ANEXO I - 8.05 - ¿Los resguardos están situados a una distancia prudencial de la zona peligrosa?

La norma EN 294 indica la altura de un resguardo de protección para impedir que se alcancen **zonas muy peligrosas** con los miembros superiores en función de su distancia a la zona peligrosa según la siguiente tabla (datos en mm):

Altura de la zona Peligrosa a	Altura de la protección b ¹⁾									
	1000	1200	1400 ³⁾	1600	1800	2000	2200	2400	2500	2700
	Distancia horizontal a la zona peligrosa c									
2700 ²⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2600	900	800	700	600	600	500	400	300	100	-
2400	1100	1000	900	800	700	600	400	300	100	-
2200	1300	1200	1000	900	800	600	400	300	-	-
1800	1400	1300	1100	900	800	600	400	-	-	-
1600	1500	1400	1100	900	800	600	-	-	-	-
1400	1500	1400	1100	900	800	500	-	-	-	-
1200	1500	1400	1100	900	800	-	-	-	-	-
1000	1500	1400	1000	800	700	-	-	-	-	-
800	1500	1300	900	600	-	-	-	-	-	-
600	1400	1300	800	-	-	-	-	-	-	-
400	1400	1200	400	-	-	-	-	-	-	-
200	1200	900	-	-	-	-	-	-	-	-
0	1100	500	-	-	-	-	-	-	-	-



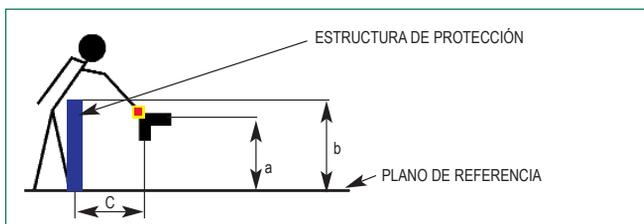
¹⁾ Las estructuras de protección de altura inferior a 1000 mm, no están incluidas, porque no restringen suficientemente los movimientos del cuerpo.

²⁾ Para zonas peligrosas por encima de 2700 mm, debe ser superior a 2700 mm o bien se deben aplicar otras medidas.

³⁾ No es conveniente utilizar estructuras de protección más bajas de 1400 mm, sin medidas de seguridad adicionales.

La norma EN 294 indica la altura de un resguardo de protección para impedir que se alcancen **zonas poco peligrosas** con los miembros superiores en función de su distancia a la zona peligrosa según la siguiente tabla (datos en mm):

Altura de la zona Peligrosa a	Altura de la protección b ¹⁾									
	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2500	
	Distancia horizontal a la zona peligrosa c									
2500 ¹⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2400	100	100	100	100	100	100	100	100	-	
2200	600	600	500	500	400	350	250	-	-	
2000	1100	900	700	600	500	350	-	-	-	
1800	1100	1000	900	900	600	-	-	-	-	
1600	1300	1000	900	900	500	-	-	-	-	
1400	1300	1000	900	800	100	-	-	-	-	
1200	1400	1000	900	500	-	-	-	-	-	
1000	1400	1000	900	300	-	-	-	-	-	
800	1300	900	600	-	-	-	-	-	-	
600	1200	500	-	-	-	-	-	-	-	
400	1200	300	-	-	-	-	-	-	-	
200	1100	200	-	-	-	-	-	-	-	
0	1100	200	-	-	-	-	-	-	-	



¹⁾ Las estructuras de protección de altura inferior a 1000 mm, no están incluidas, porque no restringen suficientemente los movimientos del cuerpo.

²⁾ Para zonas peligrosas por encima de 2500 mm, debe ser superior a 2500 mm o bien se deben aplicar otras medidas.

También la norma EN 294 define el tamaño de las aberturas de forma regular para impedir que una persona de 14 años de edad en adelante pueda alcanzar zonas peligrosas a través de ellas con los miembros superiores.

PARTE DEL CUERPO	ABERTURA Resguardo	DISTANCIA DE SEGURIDAD		
		Ranura	Cuadrado	Círculo
Punta del dedo	$e \leq 4$	> 2 mm	> 2 mm	> 2 mm
	$4 < e \leq 6$	> 10 mm	> 5 mm	> 5 mm
Dedos hasta los nudillos o hasta la mano	$6 < e \leq 8$	> 20 mm	> 15 mm	> 5 mm
	$8 < e \leq 10$	> 80 mm	> 25 mm	> 20 mm
	$10 < e \leq 12$	> 100 mm	> 80 mm	> 80 mm
	$12 < e \leq 20$	> 120 mm	> 120 mm	> 120 mm
	$20 < e \leq 30$	> 850 mm	> 120 mm	> 120 mm
Brazo hasta el hombro	$30 < e \leq 40$	> 850 mm	> 200 mm	> 120 mm
	$40 < e \leq 120$	> 850 mm	> 850 mm	> 850 mm

Si la anchura de la ranura es inferior o igual a 65 mm, el pulgar actúa como tope y la distancia de seguridad puede ser reducida a 200 mm.



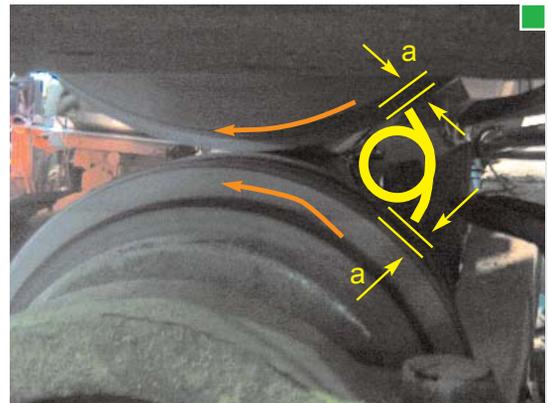
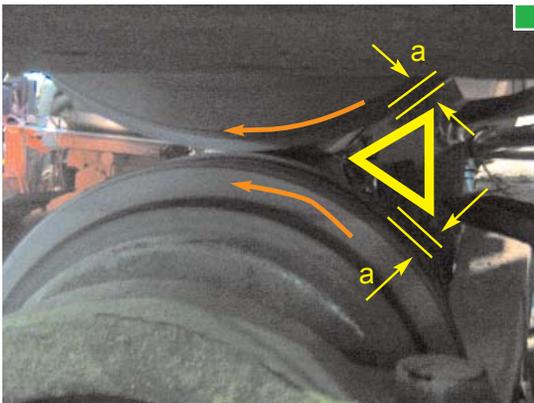
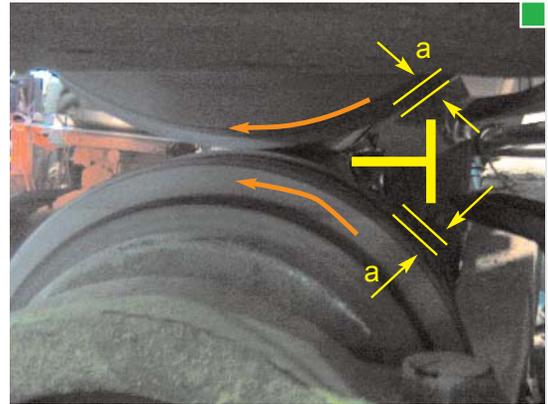
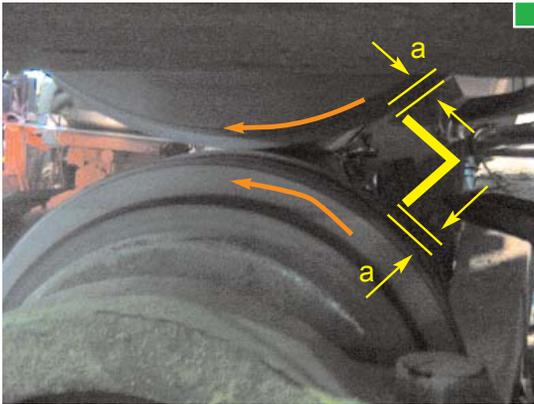
▲ Resguardo tipo rejilla 50 x 50 mm a una distancia de 80 mm del elemento móvil. Para dicha distancia la rejilla debería ser como máximo de 12 x 12 mm.



▲ La luz de malla de la rejilla impide alcanzar zonas peligrosas con los miembros superiores. En este caso, para la misma distancia de 80 mm, se ha optado por una rejilla de 6 x 6 mm.

Medidas de protección en zonas de convergencia:
(Consultar norma EN 1034-1, apartado 5.4)

a) Barras de protección fijas provistas de enclavamiento con bloqueo.



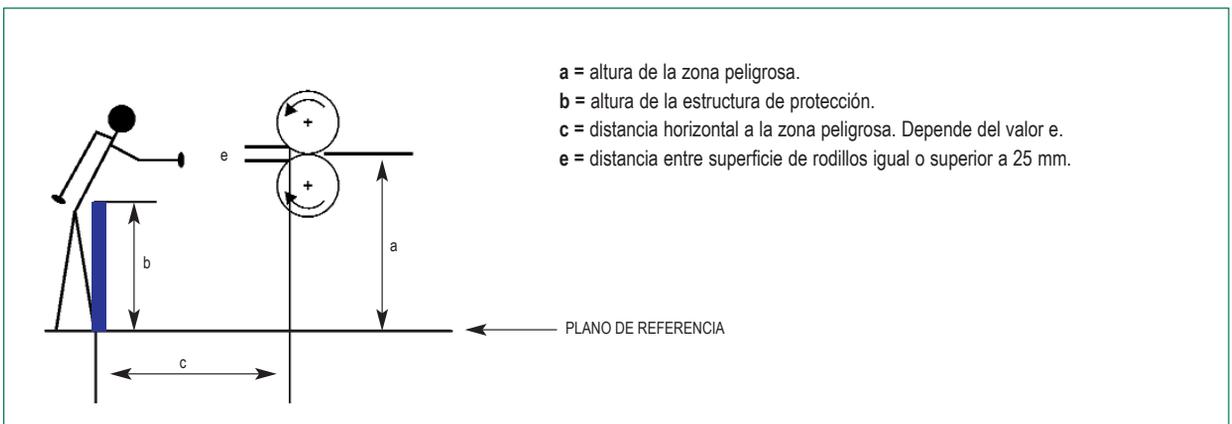
▲ Ejemplos de barras de protección en zona de convergencia ($a \leq 8 \text{ mm}$).

Las secciones redondas no son adecuadas como barras protectoras al crear nuevas zonas de convergencia.

La separación entre la barra y la parte móvil rotativa debe ser lo más pequeña posible y no superior a 8 mm (a).

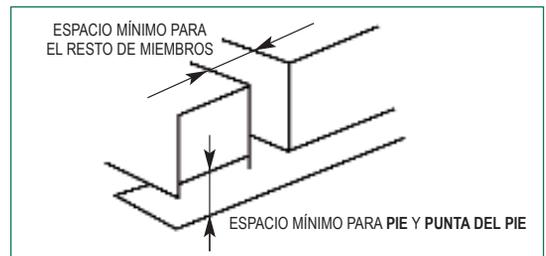
b) Protectores de distancia fijos (vallas) provistos de enclavamiento con bloqueo (puerta de acceso).

No es conveniente utilizar estructuras de protección más bajas de 1400 mm, sin medidas de seguridad adicionales. (Consultar norma EN 294).



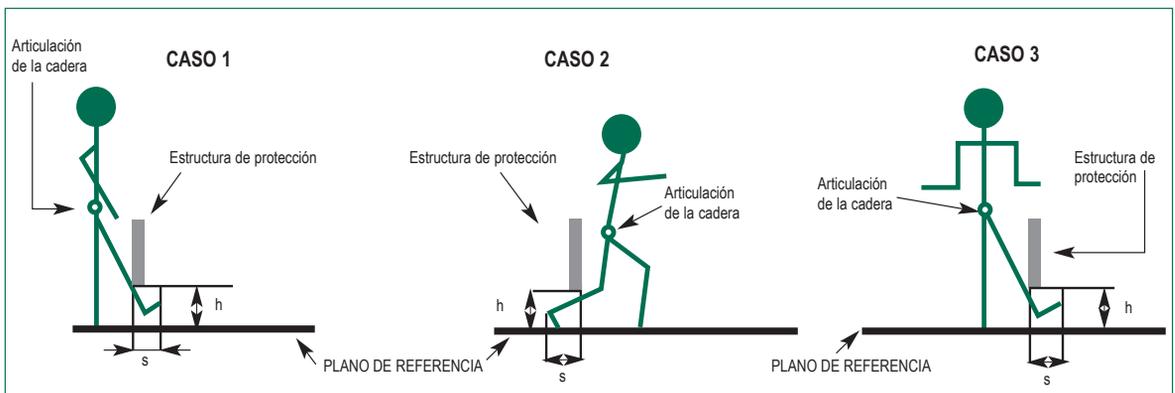
Según la norma EN 349 las distancias mínimas para evitar el aplastamiento de diferentes partes del cuerpo entre órganos móviles y partes fijas son:

PARTE DEL CUERPO HUMANO	ESPACIO MÍNIMO
Cuerpo	500 mm
Cabeza (posición menos favorable)	300 mm
Pierna	180 mm
Pie	120 mm
Punta del pie	50 mm
Brazo	120 mm
Mano, Muñeca, Puño	100 mm
Dedo de la mano	25 mm



La norma EN 811 define las distancias de seguridad a la cual debe estar colocada la estructura de protección para limitar que se alcancen zonas peligrosas con miembros inferiores.

ALTURA HASTA LA ESTRUCTURA DE PROTECCIÓN (h)	DISTANCIAS (s)		
	Caso 1 (mm)	Caso 2 (mm)	Caso 3 (mm)
$h \leq 200$	≥ 340	≥ 665	≥ 290
$200 < h \leq 400$	≥ 550	≥ 765	≥ 6115
$400 < h \leq 600$	≥ 850	≥ 950	≥ 800
$600 < h \leq 800$	≥ 950	≥ 950	≥ 900
$800 < h \leq 1000$	≥ 1125	≥ 1195	≥ 1015



También la norma EN 811 define las dimensiones de las aberturas de forma regular para impedir que se alcancen zonas peligrosas con los miembros inferiores a través de ellas.

PARTE DEL CUERPO	ABERTURA Resguardo	DISTANCIA DE SEGURIDAD		
		Ranura	Cuadrado	Círculo
Punta del pie	$e \leq 5$	0	0	0
Dedo	$5 < e \leq 15$	$\geq 10 \text{ mm}$	0	0
	$15 < e \leq 35$	$\geq 80 \text{ mm}^{1)}$	$\geq 25 \text{ mm}$	$\geq 25 \text{ mm}$
Pie	$35 < e \leq 60$	$\geq 180 \text{ mm}$	$\geq 80 \text{ mm}$	$\geq 80 \text{ mm}$
	$60 < e \leq 80$	$\geq 650 \text{ mm}^{2)}$	$\geq 180 \text{ mm}$	$\geq 180 \text{ mm}$
Pierna hasta la rodilla	$80 < e \leq 95$	$\geq 1100 \text{ mm}^{3)}$	$\geq 650 \text{ mm}$	$\geq 650 \text{ mm}^{2)}$
Pierna hasta la Entepierna	$95 < e \leq 180$	$\geq 1100 \text{ mm}^{3)}$	$\geq 1100 \text{ mm}^{3)}$	$\geq 1100 \text{ mm}^{3)}$
	$180 < e \leq 240$	Inadmisibles	$\geq 1100 \text{ mm}^{3)}$	$\geq 1100 \text{ mm}^{3)}$

¹⁾ Si la longitud de la abertura en forma de ranura es inferior o igual a 75 mm la distancia de seguridad puede ser reducida a un valor igual o superior a 50 mm.

²⁾ El valor corresponde a "Pierna hasta la rodilla".

³⁾ El valor corresponde a "Pierna hasta la entepierna".

Pulsador mando bimanual: Según la norma EN 999 los mandos de control bimanuales deben estar ubicados a una distancia mínima desde el actuador a la zona peligrosa que se debe calcular mediante la siguiente ecuación:

$$S = 1600 \cdot T + 250$$

Donde,

- **S:** es la mínima distancia horizontal de seguridad en milímetros desde el actuador bimanual a la zona peligrosa más próxima.
- **T:** es el tiempo total de respuesta, de la parada en condiciones de seguridad de los elementos móviles peligrosos.

Si el riesgo de invasión de la zona peligrosa por el cuerpo o parte del cuerpo está eliminado mientras el dispositivo está siendo actuado, por ejemplo mediante un adecuado encapsulamiento de la zona peligrosa, la ecuación anterior se puede simplificar en:

$$S = 1600 \cdot T$$

La distancia mínima "S" siempre deberá ser superior de 100 mm.

Alfombra sensible: Según la norma EN 999 las alfombras y suelos sensibles a la presión deben tener una anchura mínima de 750 mm (para evitar que se pueda saltar sin pisarla) y la distancia mínima desde el borde frontal de la alfombra a la zona peligrosa se debe calcular mediante la siguiente ecuación:

$$S = 1600 \cdot T + 1200$$

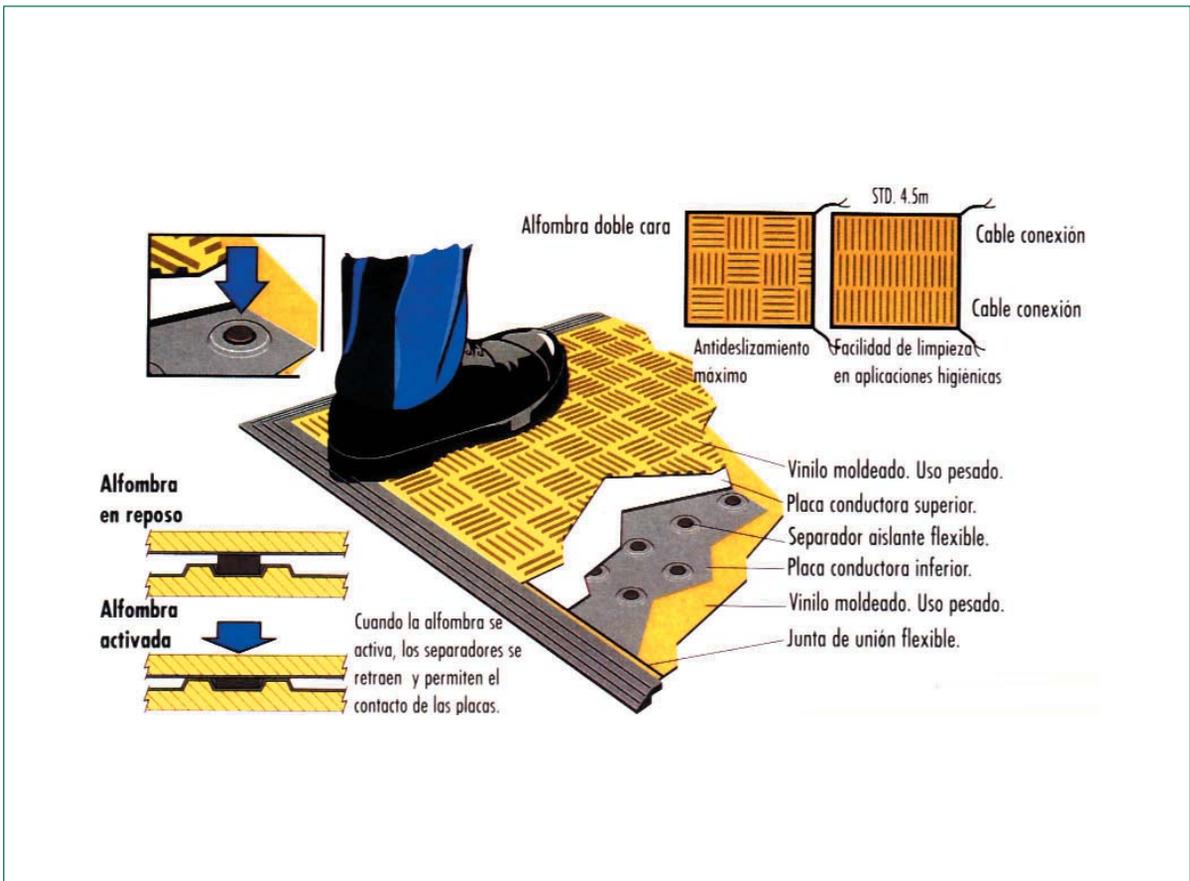
Donde,

- **S:** es la mínima distancia horizontal de seguridad en milímetros desde el borde de detección de la alfombra a la zona peligrosa más próxima.
- **T:** es el tiempo total de respuesta, compuesto por el tiempo de detección de la alfombra más el tiempo de parada en condiciones de seguridad de los elementos móviles.

Si la alfombra está montada sobre una tarima la distancia de seguridad puede ser disminuida utilizando la siguiente ecuación:

$$S = 1600 \cdot T + (1200 - 0,4 \cdot H)$$

- Donde H es la altura de la tarima.





CONEXIÓN SERIE O PARALELO

CONEXIÓN STANDAR

CONEXIÓN SERIE
Es la conexión normal



CONEXIÓN ALTERNATIVA



CONEXIÓN EN PARALELO
El máximo de bordes que pueden ser conectados es de dos.

Goma conductora
Cables de cobre conductores flexibles
Goma no conductora

Se necesita una presión de 10 Newtons cuando se actúa en esta dirección

Cables de cobre flexible envían la señal al equipo de control

Fotocélulas para detección del cuerpo: Según la norma EN 999 las cortinas de células fotoeléctricas con una capacidad de detección de objetos entre 40 mm y 70 mm, utilizadas verticalmente para detectar la aproximación del cuerpo de una persona a la zona peligrosa, deben estar situadas a una distancia a la zona peligrosa calculada mediante la siguiente ecuación:

$$S = 1600 \cdot T + (1200 - 0,4 \cdot H)$$

Donde,

- **S:** es la mínima distancia horizontal de seguridad en milímetros desde la cortina fotoeléctrica a la zona peligrosa más próxima.
- **T:** es el tiempo total de respuesta, compuesto por el tiempo de detección de la fotocélula más el tiempo de parada en condiciones de seguridad de los elementos móviles.
- **H:** es la altura de la fotocélula superior de la cortina de células fotoeléctricas.

Para evitar el riesgo de un acceso inadvertido la altura de la fotocélula superior de la cortina debe estar a una altura ≥ 900 mm y la fotocélula inferior de la cortina debe estar a una altura ≤ 300 mm.

Si en vez de una cortina se utilizan fotocélulas independientes (como mínimo 2 fotocélulas), las alturas a las cuales hay que ubicarlas son las siguientes:

Numero de fotocélulas	Alturas sobre el plano de referencia (suelo)
4	300, 600, 900, 1200 mm
3	300, 700, 1100 mm
2	400, 900 mm

Fotocélulas para detección de la mano: Según la norma EN 999 las cortinas de células fotoeléctricas con una capacidad de detección de objetos inferior a 40 mm, utilizadas para detectar la aproximación de la mano de una persona a la zona peligrosa, deben estar situadas a una distancia a la zona peligrosa calculada mediante la siguiente ecuación:

$$S = 2000 \cdot T + 8 \cdot (d - 14)$$

Donde,

- **S:** es la mínima distancia de seguridad en milímetros desde la cortina fotoeléctrica a la zona peligrosa más próxima.
- **T:** es el tiempo total de respuesta, compuesto por el tiempo de detección de la fotocélula más el tiempo de parada en condiciones de seguridad de los elementos móviles.
- **d:** es el tamaño del objeto más pequeño que es capaz de detectarla cortina de células fotoeléctricas (característica indicada por el fabricante).

Esto es aplicable para todas las distancias comprendidas entre 100 mm y 500 mm, para distancias mayores de 500 mm utilizar la siguiente ecuación:

$$S = 1600 \cdot T + 8 \cdot (d - 14)$$

Donde un indeseado acceso a la zona peligrosa puede ser logrado por encima de la cortina fotoeléctrica, la fotocélula superior de la cortina debe estar situada a una altura de 1800 mm o colocar un resguardo fijo por encima de la cortina.

Si se utiliza la cortina fotoeléctrica como sistema de mando para parar o iniciar el ciclo (sin rearme), la capacidad de detección de objetos de la cortina no debe ser mayor de 14 mm y la distancia de seguridad se calcula con la siguiente ecuación:

$$S = 2000 \cdot T$$

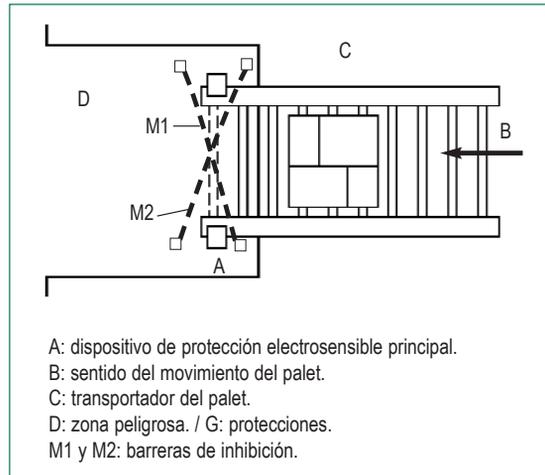
En este caso la distancia mínima a la cual puede estar colocada la cortina debe ser superior a 150 mm.

Sistema muting: Ciertas configuraciones de dispositivos de protección electrosensibles situados a la entrada y salida de las cargas paletizadas, cargas unitarias y paletas vacías pueden ser inhibidas, en tanto las cargas entran y salen de la máquina. Un ejemplo de configuración de inhibición se muestra en la figura. Las funciones de inhibición deben cumplir con el proyecto norma prEN 954-1:1992. El sistema de control y el dispositivo empleado para inhibir deberán ser de la misma categoría y tipo respectivamente a los especificados por el dispositivo de protección electrosensible asociado. La inhibición manual o la exclusión de las funciones de seguridad para este propósito no están permitidos. Además los requisitos dados por el proyecto prEN 954-1:1992, serán respetadas. Estas condiciones de inhibición para los dispositivos de protección electrosensibles son los siguientes:

- La inhibición sólo se debe producir en el momento en que un ciclo de funcionamiento obtenga la seguridad por otros medios, por ejemplo, cuando una carga paletizada está obstruyendo el acceso a una zona de peligro.
- La inhibición debería ser totalmente automática, por ejemplo, independiente de la intervención del operador.
- La actuación de la inhibición no debe depender de señal eléctrica alguna.
- La actuación de la inhibición no debe depender completamente de mandatos de software.
- Las señales de inhibición que aparezcan en una

secuencia incorrecta, deberán no permitir una condición inhibida o bien parar la máquina.

- La función de seguridad de los dispositivos de protección electrosensibles debe ser repuesta inmediatamente después del paso de un componente reconocido, a través del campo de detección.
- En el caso de un bloqueo de un transportador alimentador o de salida, por ejemplo, un palet parada en el campo de detección del dispositivo de protección electrosensible, la inhibición será anulada y la máquina deberá parar. Un control manual, accionará únicamente el transportador afectado para permitir la supresión del enclavamiento. La nueva puesta en marcha de la máquina sólo debe ser posible por una acción voluntaria, una vez que se hayan alcanzado las condiciones de seguridad.

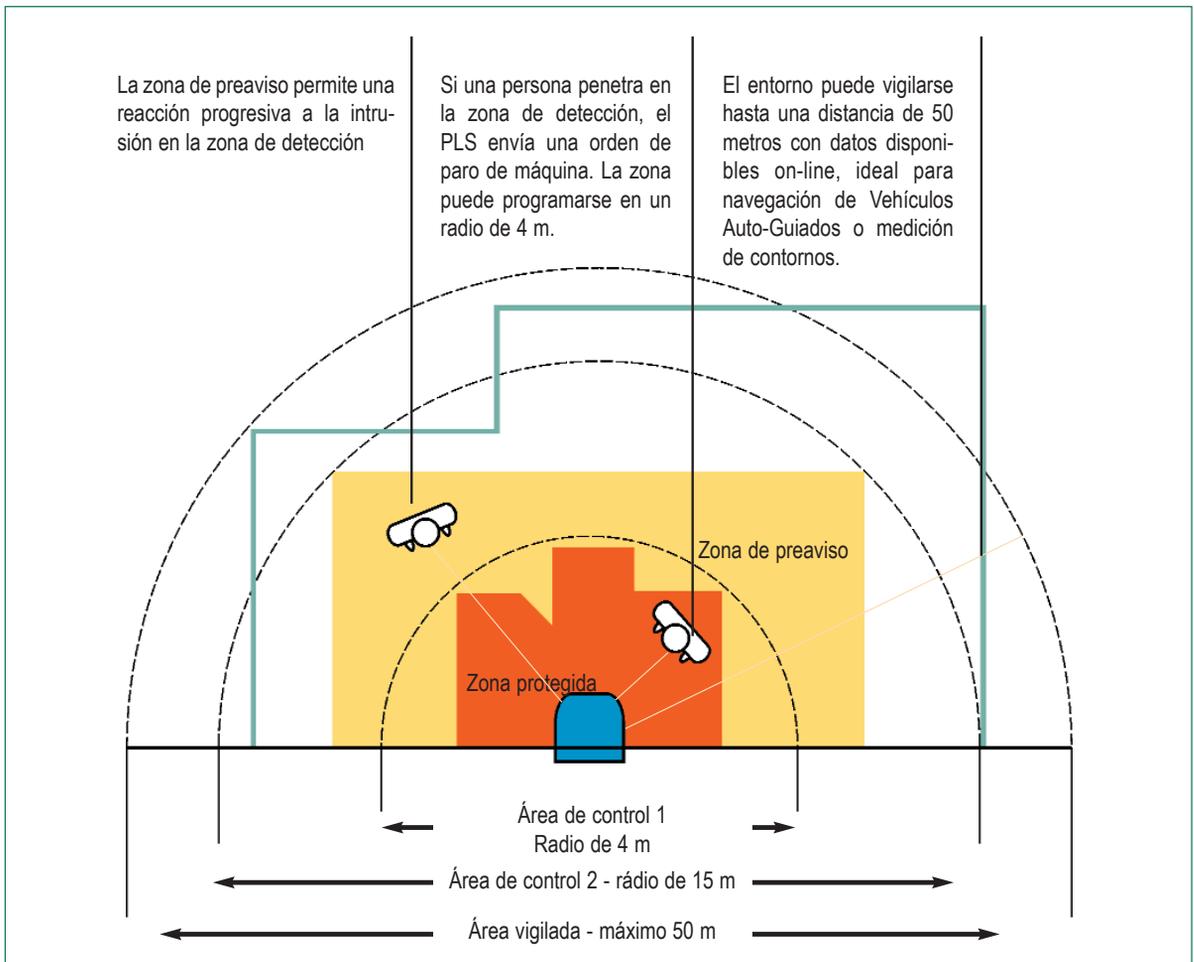


▲ Posicionamiento de las barreras de inhibición en un despaletizador



▲ Combinación de fotocélulas y barrera fotoeléctrica formando el sistema muting.

Roto escáner: Descripción del funcionamiento de este dispositivo:



▲ Dispositivo



▲ Instalación debajo de un apilador de cargas paletizadas

ANEXO I - 8.06 - ¿Los resguardos permiten la necesaria observación del ciclo de trabajo?

Según la norma EN 292-2 en equipos de trabajo en los cuales se pueda realizar una gran variedad de trabajos, es conveniente adoptar los medios adecuados para facilitar la adaptación a la máquina de los diferentes tipos de resguardos y dispositivos de protección en función del trabajo a desempeñar.

Según la norma EN 953 donde sea necesaria una observación de las operaciones realizadas por la máquina a través del resguardo, sus materiales deben ser seleccionados con las adecuadas propiedades, por ejemplo si se utiliza material perforado (enrejillado) debe tener unas aberturas y color adecuadas para permitir la observación. La visibilidad estará mejorada

si el color del enrejillado del resguardo es más oscuro que el fondo a observar.

Los materiales utilizados para garantizar la observación de las operaciones de la máquina deben mantener su transparencia con el tiempo y el uso, se debe prever una sustitución periódica de los materiales degradados. Ciertas operaciones pueden requerir la selección de materiales o combinación de materiales que sean resistentes a la abrasión, ataques químicos, degradación por radiación ultravioleta, atracción del polvo por electricidad estática o superficie mojada por fluidos que afecten a la transparencia.

ANEXO I - 8.07 - ¿Los resguardos permiten las intervenciones indispensables de colocación o sustitución de las herramientas?

Según la norma EN 292-2 los resguardos deberán permitir las intervenciones indispensables para la colocación y/o sustitución de las herramientas, así como para los trabajos de mantenimiento, limitando

el acceso al sector donde deba realizarse el trabajo y, ello a ser posible, sin desmontar el resguardo o dispositivo de protección.

ANEXO I - 8.08 - ¿Los resguardos permiten, a ser posible sin ser desmontados, los trabajos de mantenimiento?

Según la norma EN 292-2 los resguardos deberán permitir las intervenciones indispensables para los trabajos de mantenimiento, limitando el acceso al sector donde deba realizarse el trabajo y, ello a ser posible, sin desmontar el resguardo o dispositivo de protección.

Si es necesario el acceso a la zona peligrosa para operaciones de reglaje, aprendizaje (programación), corrección de proceso, localización de averías, limpieza o mantenimiento; siempre que sea posible, las máquinas deben estar diseñadas de manera que los medios previstos para la protección de los operarios de producción, puedan también garantizar la protección del personal encargado del reglaje, limpieza, mantenimiento, etc., sin entorpecer la ejecución de su tarea.

Cuando esto no es posible (por ejemplo cuando es necesario retirar los resguardos fijos o neutralizar los

dispositivos de protección, siendo aún posible el funcionamiento de la máquina), se debe de dotar a la máquina de medios que permitan reducir lo más posible el riesgo y utilizar un mando manual, que simultáneamente:

- Excluya el modo de funcionamiento automático.
- Solo se autorice el funcionamiento de los elementos peligrosos, si se actúa sobre un dispositivo de validación, un mando sensitivo o un mando a dos manos.
- Solo se autorice el funcionamiento de los elementos peligrosos en condiciones de menor riesgo (velocidad lenta, fuerza reducida, etc.) y evitando cualquier peligro derivado de una sucesión de secuencias.

Bibliografía:

- UNE-EN 1034-1 Seguridad de las máquinas. Requisitos de seguridad para el diseño y la construcción de máquinas de fabricación y acabado del papel. Parte 1. requisitos comunes.
- UNE-EN 953 Seguridad de las máquinas. Resguardos. Requisitos generales para el diseño y construcción de resguardos fijos y móviles.
- UNE-EN 954-1 Seguridad de las máquinas. Partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad. Parte 1: Principios generales para el diseño.
- UNE-EN 1088 Seguridad de las máquinas. Dispositivos de enclavamiento asociados a resguardos. Principios para el diseño y la selección.
- UNE-EN 999 Seguridad de las máquinas. Posicionamiento de los dispositivos de protección en función de la velocidad de aproximación de partes del cuerpo humano.
- UNE-EN 574 Seguridad de las máquinas. Dispositivos de mando a 2 manos. Aspectos funcionales. Principios para el diseño.
- UNE-EN 294 Seguridad de las máquinas. Distancias de seguridad para impedir que se alcancen zonas peligrosas con los miembros superiores.
- UNE-EN 349 Seguridad de las máquinas. Distancias mínimas para impedir el aplastamiento de partes del cuerpo humano.
- UNE-EN 811 Seguridad de las máquinas. Distancias de seguridad para impedir que se alcancen zonas peligrosas con los miembros inferiores.
- UNE-EN 60204-1 Seguridad de las máquinas. Equipo eléctrico de las máquinas. Parte 1: Generalidades.
- UNE-EN 292-1 Seguridad de las máquinas. Conceptos básicos, principios generales para el diseño. Parte 1: Terminología básica, metodología.
- UNE-EN 292-2 Seguridad de las máquinas. Conceptos básicos, principios generales para el diseño. Parte 2: Principios y especificaciones técnicas.
- R.D. 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los Equipos de trabajo. (INSHT).
- R.D.1435/1992 Transposición de la Directiva del Consejo 89/392/CE relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas.
- Notas Técnicas de prevención del INSHT:
 - Nº 552: Protección de máquinas frente a peligros mecánicos: resguardos.
 - Nº 235: Medidas de seguridad en máquinas. Criterios de selección.
 - Nº 13: Enclavamiento de seguridad mediante cerraduras.
 - Nº 12: Enclavamientos de movimientos peligrosos con inercia.
 - Nº 11: Detectores de posición eléctricos en resguardos de enclavamientos.



14.4 - Medios de acceso y permanencia

R.D. 1215/1997, Anexo I: Disposiciones mínimas aplicables a los equipos de trabajo.

6. Si fuera necesario para la seguridad o la salud de los trabajadores, los equipos de trabajo y sus elementos deberán estabilizarse por fijación o por otros medios. Los equipos de trabajo cuya utilización prevista requiera que los trabajadores se sitúen sobre los mismos deberán disponer de los medios adecuados para garantizar que el acceso y permanencia en esos equipos no suponga un riesgo para su seguridad y salud. En particular, cuando exista riesgo de caída de altura de más de 2 metros, deberán disponer de barandillas rígidas de una altura mínima de 90 centímetros, o de cualquier otro sistema que proporcione una protección equivalente.

Anexo I- 6.01 - ¿Está garantizada la estabilidad, estática y dinámica, de la máquina, ante la posibilidad de vuelco, caída y/o desplazamiento intempestivo?

Según la norma EN 292-2 las máquinas y sus componentes deben estar diseñados de manera que no basculen y que no puedan desplazarse intempestivamente por vibraciones, presión del viento, golpes u otras fuerzas externas previsibles o por fuerzas dinámicas internas (fuerzas de inercia, fuerzas electrodinámicas...).

Si no se puede cumplir esta exigencia mediante una disposición de prevención intrínseca (por ejemplo una distribución óptima de masas) se debe conseguir la estabilidad con medidas especiales de seguridad. Por ejemplo, se pueden limitar los movimientos de determinadas partes de la máquina, se puede prevenir el vuelco mediante indicadores o alarmas que adviertan de que la estabilidad está amenazada, se pueden disponer enclavamientos o se puede anclar sólidamente la máquina a una fundación teniendo en cuenta la estabilidad estática y dinámica.

Si se requieren medidas especiales de seguridad se indicarán en la máquina.

Seguridad estructural según R.D. 486/97.

1. Los edificios y locales de los lugares de trabajo deberán poseer la estructura y solidez apropiadas a su tipo de utilización. Para las condiciones de uso previstas, todos sus elementos, estructurales o de servicio, incluidas las plataformas de trabajo, escaleras y escalas, deberán:

- a. Tener la solidez y la resistencia necesarias para soportar las cargas o esfuerzos a que sean sometidos.
- b. Disponer de un sistema armado, sujeción o apoyo que asegure su estabilidad.

2. Se prohíbe sobrecargar los elementos citados en el apartado anterior. El acceso a techos o cubiertas que no ofrezcan suficientes garantías de resistencia solo podrá autorizarse cuando se proporcionen los equipos necesarios para que el trabajo pueda realizarse de forma segura.

Anexo I- 6.02 - ¿Están los elementos de la máquina correctamente fijados?

Todos los elementos de la máquina deben estar firmemente fijados y aquellos que cuya caída o proyección puedan causar un grave accidente deberán disponer

de medios adecuados que impidan que se suelten (por ejemplo contratueras, tuercas autoblocantes, pasadores, etc.).

Anexo I- 6.03 - ¿Hay medios adecuados de acceso y permanencia a zonas elevadas de la máquina?

Según la norma EN 292-2 la máquina dispondrá de medios de acceso que permitan llegar con toda seguridad a todos los puestos adecuados para efectuar operaciones de producción, reglaje y mantenimiento. Las partes de la máquina sobre las que puedan desplazarse o estacionarse personas deberán diseñarse y fabricarse para evitar que las personas resbalen, tropiecen o caigan sobre esas partes o fuera de las mismas.

de cumplirse el R.D. 486/97, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. Las disposiciones mínimas pueden aumentarse, hacia máximos, mediante los requisitos detallados en normas de medios de acceso.

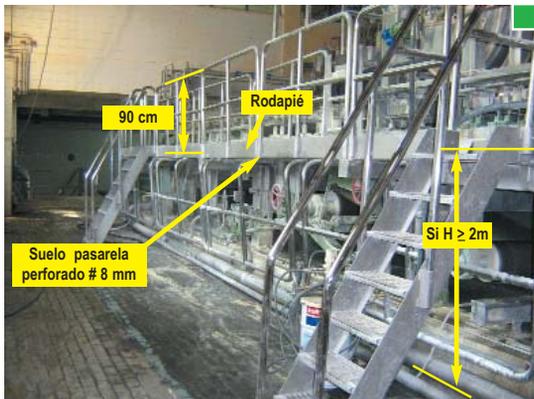
El R.D. 486/1997 define que los elementos de acceso a zonas elevadas de una máquina o instalaciones industriales deben de disponer de las siguientes características y medios de protección:

Nota: Legalmente exigible son los Reales Decretos, por lo tanto ha

Medios de acceso según R.D. 486/97.:

Plataformas de trabajo

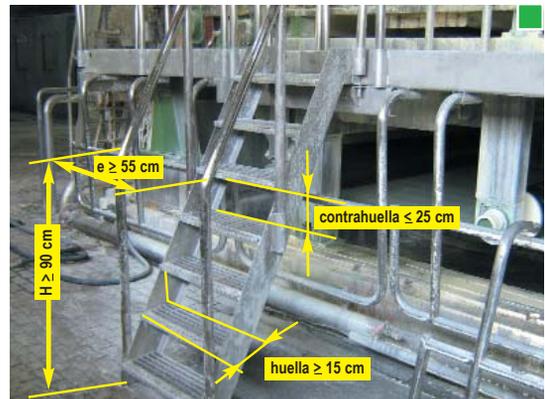
- Si están a una altura superior a 2 m deberán disponer de una barandilla o medio de retención con una altura mínima de 90 cm y con una barra intermedia.
- Si es de pavimento perforado la abertura máxima de intersticio es de 8 mm.



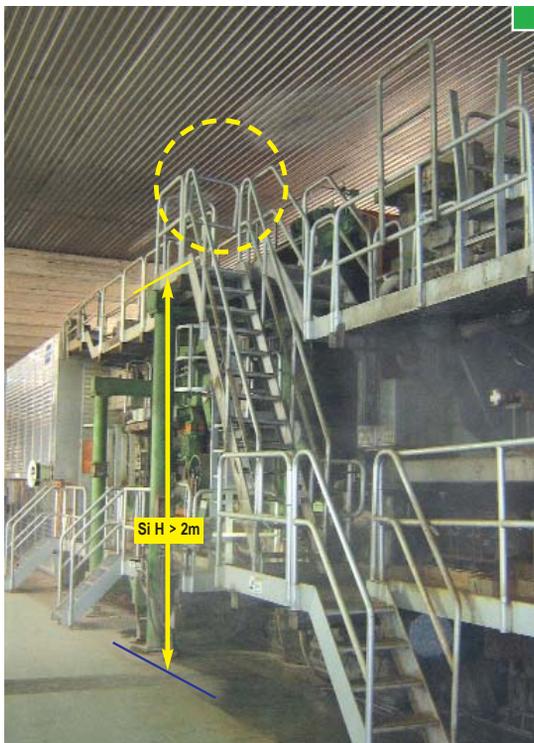
▲ Plataformas de trabajo, pasarelas según R.D. 486/97.

Escaleras de servicio

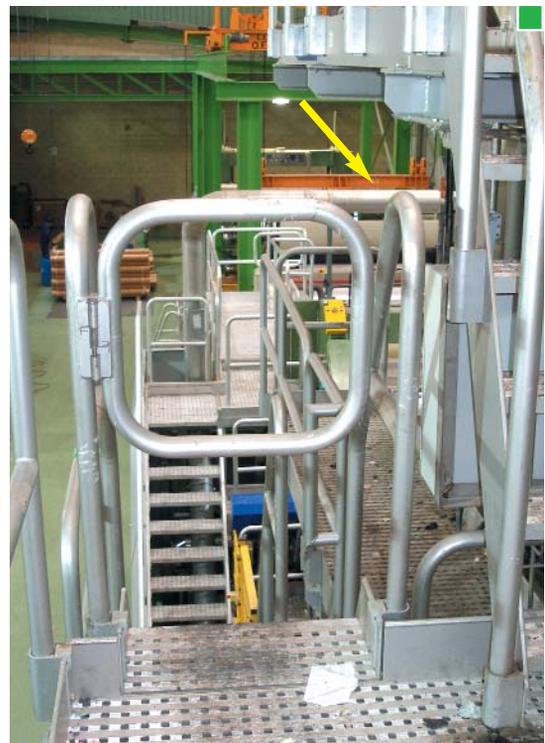
- Anchura mínima de 55 cm.
- Igual distancia entre peldaños.
- Tener una huella mínima de 15 cm.
- Tener una contrahuella máxima de 25 cm.
- Tener una barandilla con una altura mínima de 90 cm
- Altura libre de peldaño al techo superior a 2,2 m
- Puerta en la abertura entre escalera y plataforma o pasarela. La protección no será obligatoria, sin embargo, si la altura de caída es inferior a 2 metros.



▲ Escaleras de servicio según R.D. 486/97



▲ Proteger lado abierto si la altura es superior a 2 m.



▲ Ejemplo de puerta

Barandillas

- Instalar barandilla si la altura de caída es superior a 2 metros.
- Altura mínima de la barandilla debe ser 90 cm.
- Barra intermedia.
- Protección (rodapié) que impida el paso o deslizamiento por debajo de la barandilla o la caída de objetos sobre personas.
- Serán de materiales resistentes.

Escaleras fijas

- Anchura mínima de 40 cm.
- Distancia máxima entre peldaños de 30 cm.
- Igual distancia entre peldaños.
- La distancia entre los peldaños y el objeto posterior es superior a 16 cm.
- Las paredes próximas alrededor de la escala estarán a una distancia mayor a 75 cm.
- En la parte superior de la escala, la barandilla se alarga más de 1 m.
- Si tiene más de 4 m de altura debe disponer de una jaula a partir de esa altura.
- Habrá un espacio libre de 40 centímetros a ambos lados del eje de la escala si no está provista de jaulas u otros dispositivos equivalentes.
- Si tiene más de 9 m de altura debe disponer de pla-

taforma de descanso cada 9 m.

- Puerta en la abertura entre escala vertical y plataforma o pasarela. La protección no será obligatoria, sin embargo, si la altura de caída es inferior a 2 metros.

Las aberturas o desniveles que supongan un riesgo de caída de personas se protegerán mediante barandillas u otros sistemas de protección de seguridad equivalente, que podrán tener partes móviles cuando sea necesario disponer de acceso a la abertura.

El R.D. 486/97 no especifica las dimensiones que debe tener la jaula de protección. Para su diseño debe consultarse la norma UNE EN ISO 14122. Seguridad de las máquinas. Medios de acceso permanente a máquinas e instalaciones industriales: Parte 4: Escaleras fijas.

Para sus diseños también se puede consultar la norma UNE EN ISO 14122. Seguridad de las máquinas. Medios de acceso permanente a máquinas e instalaciones industriales:

- Parte 1: Selección de medios de acceso fijos entre dos niveles.
- Parte 2: Plataformas de trabajo y pasarelas.
- Parte 3: Escaleras, escalas de peldaños y guardacuerpos.
- Parte 4: Escaleras fijas.



▲ Proteger lado abierto si la altura es superior a 2 m.



▲ Ejemplo de puerta

Medios de acceso Norma UNE en ISO 14122:

Plataformas de trabajo / pasarelas

- Anchura:
 - Mínimo 600 mm.
 - Preferible 800 mm.
 - 1000 mm si es de uso frecuente o paso simultáneo de varias personas.
 - 500 mm si es de uso ocasional o la reducción se hace sólo para distancias cortas.
- Altura libre al techo:
 - Mínimo 2100 mm.
 - 1900 mm si es de uso ocasional o la reducción se hace sólo para distancias cortas.
- Si están a una altura superior a 500 mm deberán disponer de una barandilla o medio de retención con una altura mínima de 110 cm y con una barra intermedia y rodapié.
- Si es de pavimento perforado la abertura máxima de intersticio debe ser tal que no pase una esfera de 35 mm de diámetro en lugares de paso ocasional y de 20 mm de diámetro si se encuentra por encima de un lugar en el que se encuentran personas trabajando. (R.D. 486/97 es más restrictivo, 8 mm de intersticio).
- El suelo no debe tener ninguna abertura si la evaluación de riesgos concluye que los peligros generados por caída de objetos u otros materiales, son más significativos que los de patinazo, caída, etc.



- ▲ Zonas de paso con altura inferior a 2100 mm y que sea imposible modificar deben acolcharse e identificar el peligro.

Lados abiertos frente a escaleras de servicio

- Si se requiere el acceso a través del guardacuerpos, se debe utilizar una puerta de cierre automático. La puerta debe tener el pasamanos y el listón intermedio situados al mismo nivel que el del guardacuerpos que prolonga.
- Cualquier puerta debe ser de cierre automático y se debe diseñar para que la apertura sea hacia la plataforma o el suelo, y el cierre sea sobre un tope rígido, para evitar que los usuarios la empujen y caigan por la abertura. Las puertas deben someterse a los mismos criterios de carga que los guardacuerpos.

Lados abiertos frente a escaleras de servicio

- Si se requiere el acceso a través del guardacuerpos, se debe utilizar una puerta de cierre automático. La puerta debe tener el pasamanos y el listón intermedio situados al mismo nivel que el del guardacuerpos que prolonga.
- Cualquier puerta debe ser de cierre automático y se debe diseñar para que la apertura sea hacia la plataforma o el suelo, y el cierre sea sobre un tope rígido, para evitar que los usuarios la empujen y caigan por la abertura. Las puertas deben someterse a los mismos criterios de carga que los guardacuerpos.



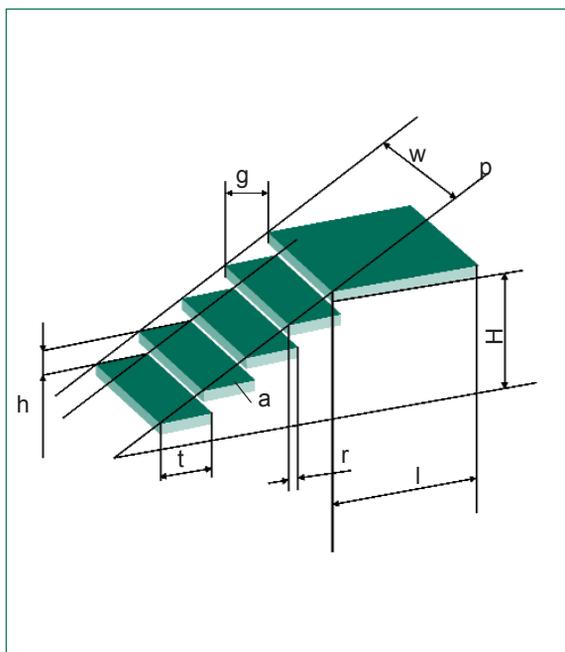
▲ Ejemplo de puerta de cierre automático



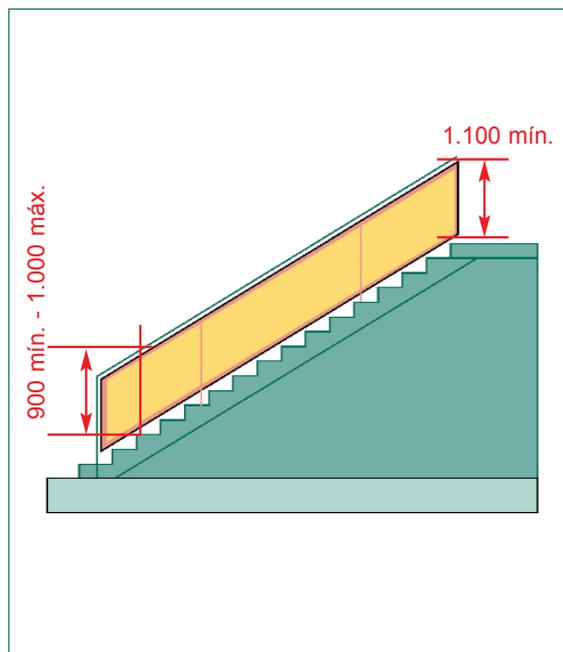
▲ Las cadenas no son medios de protección adecuados contra los riesgos de caída de personas.

Escaleras y escalas de peldaños

- Altura de escalera (H) ≤ 3000 mm.
- Huella(g) < 160 mm. (600 ≤ g + 2h ≤ 660.)
- Contrahuella (h) < 250 mm.
- Longitud descansillo (l) ≥ 800 mm.
- Condición $l \geq w$
- Proyección (r) ≥ 10 mm.
- Inclinación (a):
- Anchura (w): 600-800 mm.
- Varias personas; w = 1000 mm.
- Línea pendiente (p).
- Profundidad escalón (t) = 80 mm.



▲ Diseño según norma UNE-EN ISO 14122-3

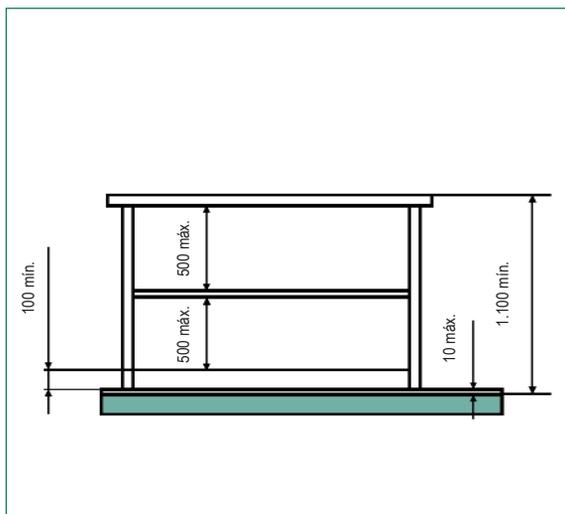


▲ Barandilla según norma UNE-EN ISO 14122-3

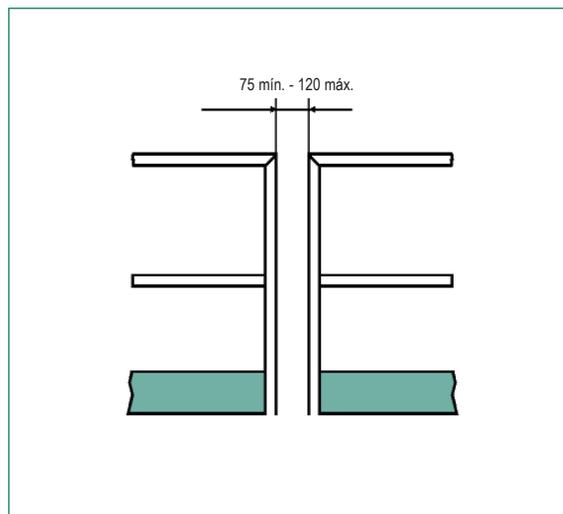
Barandillas

- Instalar barandilla si la altura de caída es superior a 500 mm.
- Instalar barandilla si la separación entre plataforma y máquina es superior a 200 mm.
- Instalar rodapié si la separación entre plataforma y estructura adyacente es superior a 30 mm.
- Altura mínima de la barandilla debe ser 1100 mm.

- Listón intermedio. El espacio libre entre el pasamanos y el listón intermedio debe ser máximo de 500 mm. El espacio libre entre el listón intermedio y el rodapié debe ser máximo de 500 mm.
- Protección (rodapié) que impida el paso o deslizamiento por debajo de la barandilla o la caída de objetos sobre personas. Altura mínima de 100 mm, a 10 mm como máximo del suelo.



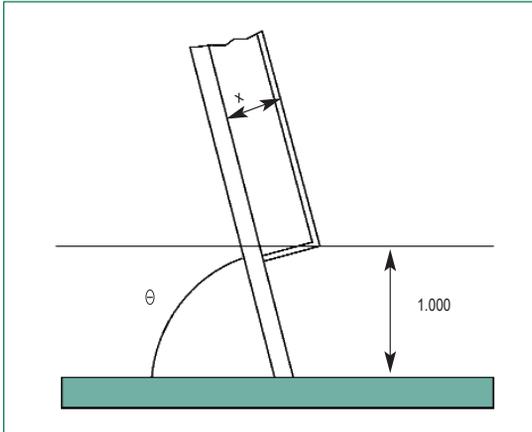
▲ Barandilla según UNE-EN ISO 14122-3. Dimensiones en milímetros.



▲ Espacio mínimo libre entre dos barandillas. Dimensiones en milímetros.

Barandillas en escalas de peldaños

- Comienzo del pasamanos a una altura mínima de 1000 mm, desde la base de la escala.



▲ Posicionamiento de un pasamanos en una escalera de peldaños

X : distancia desde la línea de pendiente de una escalera de peldaños al eje del pasamanos

θ : pendiente de la escalera.

θ	Grados	x (mm)
	60	250
	65	200
	70	150
	75	100

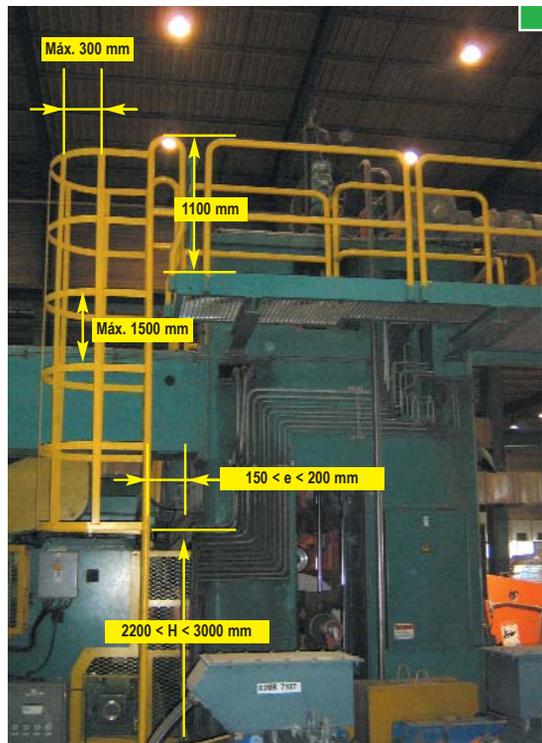
▲ Tabla de dimensiones de las barandillas en una escalera en función de su pendiente

Escalas fijas

- Anchura mín. de 400 mm y máxima de 600 mm.
- Distancia entre peldaños comprendida entre 225 y 300 mm.
- Igual distancia entre peldaños.
- Distancia máxima entre el suelo y el primer peldaño de 400 mm.
- Peldaño superior al mismo nivel que la plataforma de llegada.
- Si la separación entre la plataforma y la escala es superior a 75 mm, debe realizarse una extensión en la zona de llegada.
- La distancia entre los peldaños y el objeto posterior comprendida entre 200 y 150 mm.
- Las paredes próximas alrededor de la escala estarán a una distancia mayor a 650 mm. En caso de obstáculos discontinuos la distancia puede ser de 600 mm.
- En la parte superior de la escala, la barandilla será de 1100 mm.

Jaula de seguridad

- El aro inferior debe estar a una altura comprendida entre 2200 y 3000 mm.
- Huevo dentro de la jaula comprendido entre 650 y 800 mm.
- Distancia máxima entre dos aros de 1500 mm.
- Distancia máx. entre pletinas verticales de 300 mm.
- Los aros deben ser perpendiculares a las pletinas verticales.
- Habrá un espacio libre de 40 centímetros a ambos lados del eje de la escala si no está provista de jaulas u otros dispositivos equivalentes.
- Si tiene más de 6000 mm de altura deben estar provistas de una o más plataformas (descansillos).
- Puerta en la abertura (zona de llegada) entre escala vertical y plataforma o pasarela.
 - La dirección de apertura no debe ser hacia el exterior de la plataforma.
 - Debe abrirse fácilmente.
 - Debe cerrarse automáticamente.



▲ Jaula de protección según UNE EN ISO 14122-4



▲ Escala vertical según UNE EN ISO 14122-4

Medios de acceso Norma UNE en ISO 1034-1:

UNE EN 1034-1 Seguridad de las máquinas. Requisitos de seguridad para el diseño y la construcción de máquinas de fabricación de papel. Parte 1: requisitos comunes. Apartado 5.5 "Puestos de trabajo, escaleras de acceso, pasarelas, pasillos".

Plataformas de trabajo

- Si están a una altura superior a 1 m deberán disponer de una barandilla o medio de retención con una altura mínima de 110 cm.
- Plataformas a una altura comprendida entre 0,6 y 1 m deben disponer de pasamanos en el lado abierto.
- Altura libre de paso de 2 m como mínimo.
- Los lados abiertos entre escaleras de acceso y plataformas/pasarelas, si la altura de caída es superior a 2 m, deben protegerse mediante puertas que se cierran automáticamente.

Escaleras de servicio

Según la norma UNE-EN 1034-1, apartado 5.5.2, el acceso a las plataformas de trabajo fijas debe seleccionarse y diseñarse según los requisitos indicados en la tabla adjunta. El tipo normal de acceso que debe utilizarse son las escaleras de acceso del tipo 1, cuyo ángulo de inclinación se sitúa entre 30° y 45°.

TABLA ESPECIFICACIONES PARA EL ACCESO A LAS PLATAFORMAS DE TRABAJO ESTACIONARIAS:

	Acceso		
	Tipo 1 (caso normal)	Tipo 2 (excepción)	Tipo 3 (excepción)
Designaciones	Escaleras	Escalera para la máquina	Escaleras
Ángulo de inclinación	30 a 45°	> 45 ≤ 70°	70 a 90°
Anchura ¹⁾	≥ 0,6 m	0,5m - 0,8m	³⁾
Altura	≤ 4 m	≤ 4 m	³⁾
Altura de las barandillas ²⁾	0,9 - 1,1 m	0,9 m	³⁾
Elementos de acceso	peldaños	peldaños	Peldaños, pisadas planas.
Otros requisitos	EN 12437-3	EN 12437-3	EN 12457-4

- ¹⁾ La anchura se mide entre los pasamanos.
²⁾ La altura media en el borde delantero del peldaño.
³⁾ Para los requisitos correspondientes, véase la Norma EN 12437-4.

Si por razones técnicas de funcionamiento no es posible utilizar un acceso del tipo 1, se puede utilizar un acceso del tipo 2 y si éste no es posible, debe seleccionarse un acceso del tipo 3. Las razones técnicas pueden ser, por ejemplo:

- El estrechamiento de la zona de circulación a causa de la escalera.
- La conexión necesaria de dos puestos de trabajo adyacentes de diferente altura.
- La dificultad de acceso por las escaleras a la máquina en caso de arreglo de una avería.

Para utilizar con total seguridad cualquier tipo de

medio de acceso, todos los peldaños deben tener una altura y profundidad uniformes, incluyendo el primero y el último.

La altura máxima de una escalera de acceso de tipo 1 o del tipo 2, debe ser de 4 m, para las escaleras de acceso más altas es necesario colocar una plataforma intermedia.

Es conveniente evitar en lo posible los ángulos de inclinación superiores a 60°. Las escaleras del tipo 2 de más de 1 m deben estar provistas de dos barandillas para evitar caídas.

Bibliografía:

- EN 292-2 Seguridad de las máquinas. Conceptos básicos, principios generales para el diseño. Parte 2: Principios y especificaciones técnicas.
- UNE EN 1034-1 Seguridad de las máquinas. Requisitos de seguridad para el diseño y la construcción de máquinas de fabricación de papel. Parte 1: requisitos comunes.
- UNE EN ISO 14122 Seguridad de las máquinas. Medios de acceso permanente a máquinas e instalaciones industriales:
 - Parte 1: Selección de medios de acceso fijos entre dos niveles.
 - Parte 2: plataformas de trabajo y pasarelas.
 - Parte 3: Escaleras, escalas de peldaños y guardacuerpos.
 - Parte 4: Escaleras fijas.
- EN 131-2 Escaleras. Requisitos, ensayo, marcado.
- EN 353-1 Equipos de protección individual contra caídas de altura. Parte 1: Dispositivos antiácidas deslizantes sobre la línea de anclaje rígida.
- EN 363 Equipos de protección individual contra caídas de altura. Sistemas anticaídas.
- REAL DECRETO 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- R.D. 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el R.D. 1214/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
- R.D. 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los Equipos de trabajo. (INSHT).
- R.D.1435/1992 Transposición de la Directiva del Consejo 89/392/CE relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas.
- Notas Técnicas de prevención del INSHT:
 - N° 408. Escaleras fijas de servicio.
 - N° 404. Escaleras fijas.
 - N° 239. Escaleras manuales.

14.5 - Parada en condiciones de seguridad

R.D. 1215/1997, Anexo I: Disposiciones mínimas aplicables a los equipos de trabajo.

3. Cada equipo de trabajo deberá estar provisto de un órgano de accionamiento que permita su parada total en condiciones de seguridad.

Cada puesto de trabajo estará provisto de un órgano de accionamiento que permita parar en función de los riesgos existentes, o bien todo el equipo de trabajo o bien una parte del mismo solamente, de forma que dicho equipo quede en situación de seguridad. La orden de parada del equipo de trabajo tendrá prioridad sobre las órdenes de puesta en marcha. Una vez obtenida la parada del equipo de trabajo o de sus elementos peligrosos, se interrumpirá el suministro de energía de los órganos de accionamiento de que se trate.

Si fuera necesario en función de los riesgos que presente un equipo de trabajo y del tiempo de parada normal, dicho equipo deberá estar provisto de un dispositivo de parada de emergencia.

PARADA GENERAL

ANEXO I - 3.01 - ¿Dispone el equipo de un órgano de accionamiento que permite su parada total en condiciones de seguridad a disposición del operador?

Según la norma EN 292-2 toda máquina debe disponer de un órgano de accionamiento que permita su parada total en condiciones seguras; en la norma EN 60204-1 se especifica que además de otras posibles paradas, dicha parada será de categoría 0 (parada por supresión inmediata de la energía de los accionadores, por ejemplo una parada incontrolada).

Según la norma EN 60204-1 los pulsadores y otros órganos de accionamiento que alternativamente arrancan y paran el movimiento, sólo deben usarse para funciones secundarias donde no se pueda producir ninguna condición peligrosa durante su funcionamiento.



▲ Diferentes tipos de pulsadores de paro



▲ Selectores marcha - parada combinados. Sólo para funciones secundarias.

ANEXO I - 3.02 - Cada puesto de trabajo, ¿dispone de un órgano de accionamiento que permite la parada de, por lo menos, las partes peligrosas controladas desde él?

Según la norma EN 292-2 cada puesto de trabajo de la máquina estará provisto de un órgano de accionamiento que permita parar, en función de los riesgos existentes, de todos los elementos móviles de la máquina, una parte de ellos solamente, de manera

que la máquina quede en situación de seguridad. La orden de parada tendrá prioridad sobre las órdenes de puesta en marcha. Una vez obtenida la parada de la máquina o de sus elementos peligrosos, se interrumpirá la alimentación de energía de los accionadores.

ANEXO I - 3.03 - ¿La parada se realiza en condiciones adecuadas de seguridad, según una secuencia de parada (sí es precisa)?

Según la norma EN 60204-1 además de una parada de categoría 0 y en función de especificaciones funcionales de la máquina esta puede disponer de parada de categoría 1 ó 2.

- Parada de categoría 0: parada por supresión inmediata de la energía de los accionadores de la máquina.
- Parada de categoría 1: parada controlada manteniendo la energía en los accionadores de la máquina para obtener la parada de la máquina y después el corte de la energía cuando se obtenga la parada.

- Parada de categoría 2: parada controlada con la energía disponible en los accionadores de la máquina.

Las paradas de la categoría 0 y categoría 1 deben ser operativas cualquiera que sea el modo de funcionamiento.

Donde sea aplicable, la función de parada debe indicar a la lógica del sistema de mando, que tal condición existe. El rearme de la función de parada no debe dar lugar a condiciones peligrosas.

ANEXO I-3.04 - ¿El mando de parada tiene prioridad sobre las órdenes de puesta en marcha?

Según la norma EN 60204-1 la función PARADA debe actuar por corte de corriente del circuito correspon-

diente y debe ser prioritaria sobre las funciones MARCHA correspondientes.

ANEXO I - 3.05 - Tras la parada, ¿se interrumpe el suministro de energía de los órganos de accionamiento?

Según la norma EN 60204-1 toda máquina debe disponer de una parada de categoría 0 (parada por supresión inmediata de la energía de los accionadores); para evitar un arranque intempestivo deberá dis-

poner de unos dispositivos de corte adecuados y convenientes para el uso previsto, y siempre que sea posible de corte multipolar.

PARADA DE EMERGENCIA

ANEXO I - 3.06 - ¿Existe dispositivo de parada de emergencia en situaciones de exposición a peligro y/o, por fallo de la máquina, peligro adicional?

Según las normas EN 418 y EN 60204-1 las paradas de emergencia deben reunir los siguientes requisitos:

- Debe ser operativa permanentemente y prioritaria sobre todas las funciones y modos de funcionamiento.
- El auxiliar de mando y su órgano de accionamiento deben funcionar según el principio de acción mecánica positiva.

- El auxiliar de mando deberá quedar enclavado mecánicamente en la posición de parada, debe ser imposible el bloqueo si antes no se ha provocado la orden de parada.
- Su rearme no debe provocar un nuevo arranque, y se realizará por la acción manual y voluntaria sobre el propio auxiliar de mando pulsado.
- El órgano de accionamiento debe ser fácilmente accesible y accionable.

- El órgano de accionamiento puede ser un pulsador en forma de seta, alambres, barras, manillas o pedales sin protección mecánica.
- El órgano de accionamiento será de color rojo y si es posible sobre fondo amarillo.
- El equipo de parada de emergencia no debe ser utilizado como alternativa a un resguardo o de un dispositivo de protección automático.
- La energía en los accionadores que pueda ocasionar condiciones peligrosas debe suprimirse tan rápido como sea posible sin crear otros peligros.
- La parada de emergencia debe funcionar como categoría 0 ó 1.
- Si se utiliza la categoría 0 debe haber sólo componentes electromecánicos cableados y no depender de una lógica electrónica o de una transmisión de órdenes a través de una red o una unión de comunicaciones.
- Si se utiliza la categoría 1 debe asegurarse la supresión de energía a los accionadores y realizarse por medio de componentes electromecánicos.



▲ Diferentes tipos de pulsadores de parada de emergencia



▲ Identificación de funciones mediante colores. Los órganos de accionamiento de la parada de emergencia deben ser de color rojo.



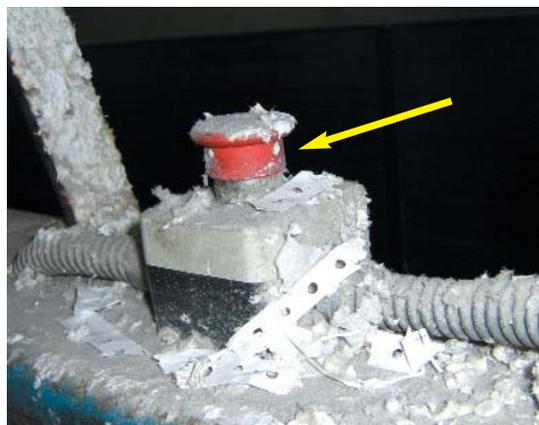
▲ La superficie situada detrás del órgano de accionamiento, cuando exista y sea practicable, debe ser de color amarillo.

Según la norma EN 418 los órganos de accionamiento de la parada de emergencia deben estar dispuestos de manera que sean fácilmente accesibles y accionados sin peligro por el operador y por otras personas que puedan verse en la necesidad de accionarlos.

Las medidas adoptadas para evitar que el órgano de accionamiento sea accionado inadvertidamente no

deberían restringir la accesibilidad del mismo.

Los pulsadores tipo seta, tienen el inconveniente de que dependiendo de donde se encuentren ubicados, puede acumularse pasta en los mismos dejándolos inutilizados, por lo que es conveniente protegerlos con envolventes que deben permitir la accesibilidad. Véanse las siguientes fotografías.



▲ La acumulación de pasta puede bloquear el dispositivo y al pulsar no accionar el paro.



▲ Envoltorio en torno a dispositivo de paro de emergencia. Es una posible solución para evitar la acumulación de suciedad en estos dispositivos y permite acceso al mismo.

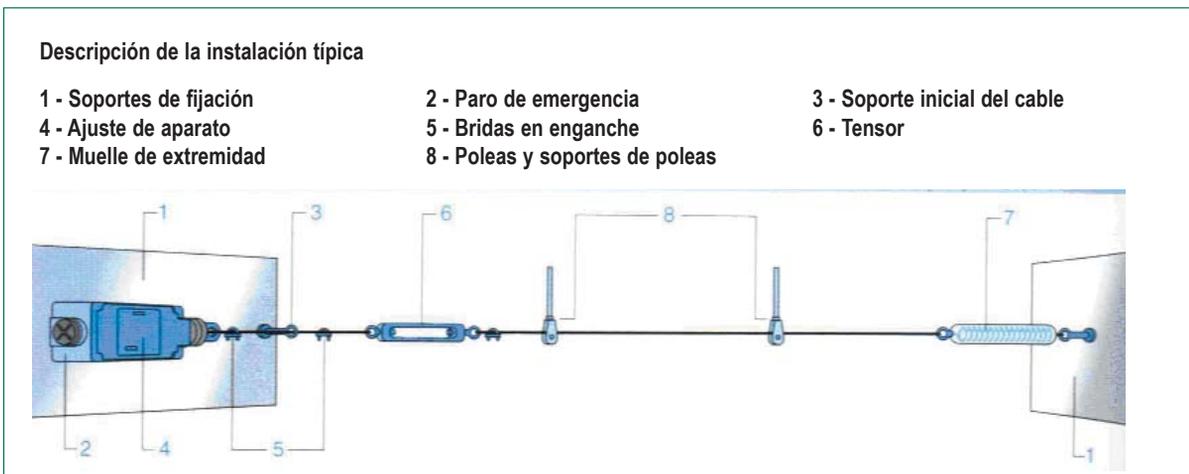
Parada de emergencia tipo cable o alambre

Según la norma EN 418 existen unos requisitos suplementarios para los alambres y cables utilizados como órganos de accionamiento, los cuales se detallan a continuación:

- Se debe tener en cuenta la flecha necesaria para desencadenar la señal de parada de emergencia, la flecha máxima posible, la separación libre mínima entre el cable o el alambre y el objeto más próximo, la fuerza que es necesario aplicar al cable para accionar el auxiliar de mando.
- Se debe tener en cuenta la visibilidad del cable o

del alambre para los operadores. Puede ser útil facilitar su identificación colgándoles banderines.

- En caso de que el cable o el alambre se rompa o se desenganche, la orden de parada de emergencia se debe provocar automáticamente.
- Es conveniente que todos los medios de rearme estén situados de manera que toda la longitud del cable o del alambre sea visible para una persona situada junto a ellos. Si esto no es practicable, es conveniente que las instrucciones para la utilización indiquen que después de una parada de emergencia y antes del rearme, conviene inspeccionar la máquina en toda la longitud del cable para averiguar la causa de la orden de parada.



▲ Esquema de funcionamiento de parada de emergencia tipo cable.



▲ Ejemplos de dispositivos de parada de emergencia tipo cable

ANEXO I - 3.07 - Si la velocidad de parada normal es lenta, ¿existe un dispositivo de emergencia con tiempo de parada más corto?

Según la guía del INSHT, la aplicación de un dispositivo de parada de emergencia no tiene sentido excepto si con su uso se reduce netamente el tiempo de parada, siendo más corto que el obtenido mediante la parada normal.

Según la norma EN 60204-1 cuando se necesita un tiempo de parada más corto en una parada de emergencia, esta debe ser de categoría 1, actuando sobre

dispositivos como por ejemplo el frenado por contracorriente que invierte la polaridad sobre el motor; se deben tomar medidas efectivas para evitar el cortocircuito en la inversión y el cambio del sentido de marcha del motor al final del frenado, siempre que pueda causar una condición peligrosa o un daño a la máquina. Con este fin, no será permitido el uso de un dispositivo que controle la frenada exclusivamente en función del tiempo.

Bibliografía:

- UNE-EN 60204-1 Seguridad de las máquinas. Equipo eléctrico de las máquinas. Parte 1: Generalidades.
- EN 292-2 Seguridad de las máquinas. Conceptos básicos, principios generales para el diseño. Parte 2: Principios y especificaciones técnicas.
- EN 418 Seguridad de las máquinas. Equipo de parada de emergencia. Aspectos funcionales. Principios para el diseño.
- R.D. 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- NTP 86: Dispositivos de parada de emergencia. Nota Técnica de Prevención del (INSHT) Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los Equipos de trabajo. (INSHT)

Acción Promovida por ASPAPEL, FCT-CC.OO. y FIA-UGT.



Ejecutada por el Instituto Papelero Español, IPE.



Con la colaboración de ATISAE (Asistencia Técnica Industrial, S.A.E).



Con la financiación de la Fundación para la Prevención de Riesgos Laborales.

