

Introducción a la normativa europea para la seguridad en máquinas:

La mejora de las condiciones de trabajo, más humanas, y los enormes aumentos de costos sociales, muy en particular los referidos al cuidado de la salud, han sido la causa del desarrollo de la nueva normativa. Actualmente el mercado único Europeo, abierto y sin barreras comerciales, ha sido un argumento adicional.

En este contexto, el Consejo de las Comunidades Europeas ha publicado una directiva, que entró en vigor el 31 de Diciembre 1992, con objeto de armonizar las reglamentaciones de los estados miembros, en lo referente a máquinas ("Directiva máquinas").

Esta directiva fija el cuadro legal relativo a las exigencias de seguridad fundamentales que deben ser respetadas por los fabricantes, y se centra en la auto-responsabilidad de las Empresas. El fabricante, o bien, su representante en la CEE deberá certificar la conformidad de sus máquinas a estas exigencias de seguridad. A tal fin, una declaración de conformidad CEE deberá ser establecida para cada máquina, y la sigla CE deberá figurar en la misma. Se están preparando a nivel Europeo, normas debidamente armonizadas que permitan establecer y controlar la conformidad de sus máquinas. Las comisiones Europeas de normalización CEN y CENELEC deberán concretar, dentro del marco de normas armonizadas, las exigencias en materia de equipos de seguridad en las máquinas.

Situación actual:

La Directiva Europea para la armonización sobre prescripciones legales de los Estados Miembros, en lo referente a máquinas (89/392/CEE), llamada *Directiva de Máquinas*, entró en vigor 1 de enero de 1993, con un periodo de transición de dos años. Hasta su definitiva entrada en vigor el 1 de enero de 1995, ha sido modificada por las siguientes Directivas:

- Directiva 91/368/ CEE de 20 de junio de 1991.
- Directiva 93/44/ CEE de 14 de junio de 1993.
- Directiva 93/68/ CEE de 22 de julio de 1993.



Esta Directiva de Máquinas va dirigida a los Estados Miembros y no directamente a los constructores. Es decir, que son los Estados Miembros quienes tienen la obligación de reflejar estas Directivas en sus respectivas legislaciones.

En consecuencia, el derecho español las reflejó en sucesivos decretos:

- Real decreto 1435 / 1992 (BOE 297/92 del 11 de diciembre).
- Real decreto 56/1.995 (BOE 33/95 del 8 de febrero).

La diversidad de máquinas e instalaciones susceptibles de aplicar estas normativas es variado y complejo, de forma que generalmente no resulta posible dar medidas de protección universales.

El cambio cualitativo que se ha producido a partir del 1 de enero de 1997 es que, actualmente, no sólo deben contemplarse medidas de seguridad en máquinas e instalaciones nuevas fabricadas a partir de enero de 1.995, sino que debido a la entrada en vigor de la Directiva Social 89/665/CEE, el usuario tiene la obligación de adaptar su parque de máquinas e instalaciones productivas a los requisitos y exigencias mínimas de seguridad contemplados en esta Directiva.

Esta nueva situación, que afecta tanto a fabricantes como a usuarios de máquinas e instalaciones, se está reflejando claramente en el mercado (ver cuadro de oferta que acompaña a este informe) con la aparición de una gran diversidad de componentes de seguridad que se ajustan a la Directiva de Máquinas y que buscan dar una respuesta segura y fiable a las situaciones de riesgo que supone la utilización de máquinas e instalaciones productivas, cada día más automatizadas.

Para abordar correctamente esta problemática y dar una respuesta específica para cada máquina o instalación automatizada, previamente es necesario:

- Conocer la normativa europea que le puede afectar.
- Analizar el riesgo de la máquina o instalación.
- Aplicar la categoría de seguridad adecuada.

Normas europeas

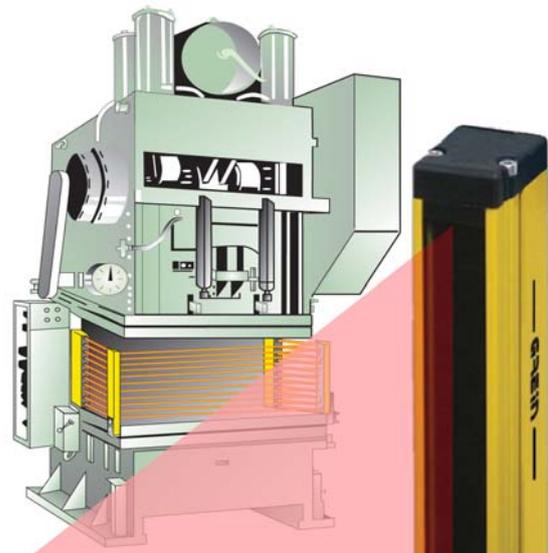
Las normas europeas son el soporte técnico de las Directivas.

Para la realización de una norma europea son necesarias varias etapas:

- Establecimiento de un grupo de trabajo WG; (*Working Group*).
- Elaboración de un proyecto de norma (prEN, que se distribuye para su relectura y comentarios y para su posterior votación y aprobación por los comités nacionales.

Por consiguiente, una norma con el prefijo prEN se encuentra en fase de aprobación, generalmente durante un periodo de 6 meses.

- Redacción del texto definitivo, norma EN.



Normas europeas armonizadas

Su elaboración sigue el mismo procedimiento que una norma europea no armonizada, pero su armonización requiere dos pasos adicionales:

- Su publicación en el Boletín Oficial de cada país de la Unión Europea.
- Su publicación en el Boletín Oficial de las Comunidades Europeas. El hecho de armonizar una norma implica que sea cada Estado Miembro de la Unión Europea el que exija su cumplimiento, y ello presupone la conformidad a la Directiva correspondiente.

Hasta este momento, son pocas las normas europeas armonizadas, pero está prevista la armonización de varios centenares en los próximos años. Las normas europeas relacionadas con la seguridad de las máquinas están divididas en tres tipos:

Tipo A

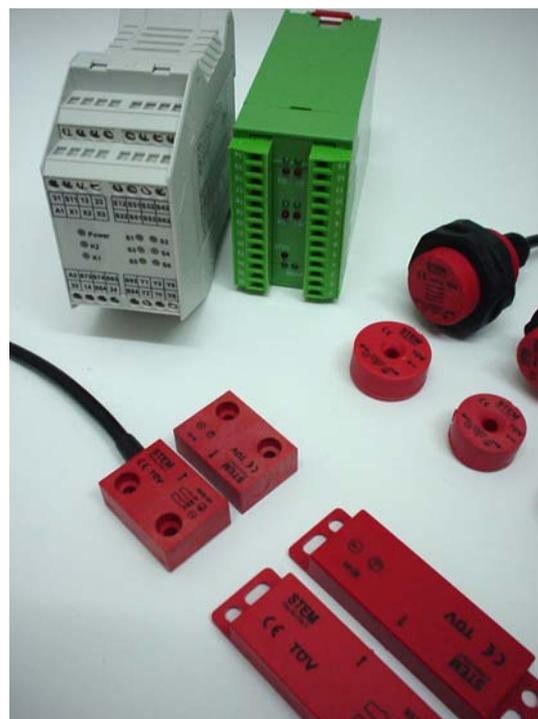
Se trata de Normas básicas; aspectos generales y principios de diseño. Fijan los conceptos fundamentales relativos a la concepción y a la utilización de las máquinas.

Tipo B

Normas de grupo. Se distinguen dos tipos: B1. Aspectos particulares de la seguridad de las máquinas. B2. Dispositivos de seguridad utilizables sobre diversos tipos de máquinas.

Tipo C

Se trata de prescripciones de seguridad, con una descripción específica, para una familia de máquinas. Engloban exigencias más generales (tipo A y B). Se prevé que este tipo de normas describan más de 600 tipos de máquinas.





Normas de tipo A

EN 292: Conceptos básicos, principios generales de diseño.
 EN1050: Evaluación del riesgo.

Normas de tipo B

Normas de tipo B1

EN60204: Equipos eléctricos de máquinas
 EN954: Componentes de seguridad de los sistemas de control.
 EN294: Distancias de seguridad para impedir que los miembros superiores alcancen zonas peligrosas.
 EN 811: Distancias de seguridad para impedir que los miembros inferiores alcancen zonas peligrosas.
 EN 999: Posicionamiento de equipos protectores en relación con la velocidad de aproximación de partes del cuerpo humano

Normas de tipo B2

EN50 100-1: Equipo de protección electrosensitivo - parte 1: Requisitos generales para pruebas.
 EN50 100-2: Equipo de protección electrosensitivo - parte 2: Dispositivos opto-electrónicos activos de protección.
 EN1760: Dispositivos de protección sensibles a la presión.
 EN1088: Protección de enclavamiento con y sin bloqueo de protección.
 EN418: Equipos de parada de emergencia.
 EN574: Dispositivos de control a dos manos.



Ejemplos de Normas de tipo C

· Máquinas para trabajo de metales en frío.

EN692: Prensas mecánicas.
 EN693: Prensas hidráulicas, plegadoras, prensas neumáticas, punzonadoras de metal, máquinas para dar formas a metales,

· Máquinas para plásticos y caucho.

EN201: Máquinas de moldeo por inyección de caucho y plástico.
 EN289: Máquinas de moldeo por compresión y transferencia.
 EN1114: Extrusoras y líneas de extrusión.
 EN1417: Mezcladoras de doble cilindro.
 EN422: Máquinas de moldeo por soplado.

· Máquinas de envasado.

EN415-1: Necesidades generales.
 EN415-2: Maquinaria de embalaje de contenedores rígidos preformados.
 EN415-3: Máquinas de conformar, llenar y sellar.
 EN415-4: Paletizadores y despaletizadores.

· Maquinaria para trabajar la madera

EN691: Necesidades generales.
 EN859: Máquinas cepilladoras de avance manual.
 EN860: Regruesadoras para una cara.
 EN861: Máquinas combinadas - regruesadoras y cepilladoras.
 EN1807 - Sierras de cinta.
 EN848: Tupíes de un eje vertical.
 EN940: Máquinas combinadas.
 EN1218: Espigadoras simples con mesa móvil.

· Industria del papel y de artes gráficas.

EN1010: Máquinas de imprimir y transformación de papel.
 EN1034: Máquinas de elaboración y terminado de papel.

· Máquinas para el curtido de pieles.

EN972: Máquinas curtidoras, máquinas de rodillos alternativos.
 EN1035: Máquinas curtidoras, máquinas de mesa móvil.
 EN930: Máquinas para fabricación de artículos de piel, imitación a piel y de calzado.
 EN931: Máquinas de fabricación de calzado. Máquinas de ahormado.

· Otras máquinas

EN11553: Láser para proceso de materiales.
 EN775: Robots manipuladores industriales.
 EN1525: Carretillas industriales sin conductor y sus sistemas.
 Etc...



Análisis del riesgo

Las máquinas y las instalaciones automatizadas en general presentan diferentes grados de peligrosidad según sus características de funcionamiento.

Así, una prensa que fabrica elementos de carrocería de automoción se analiza de forma distinta a una cinta transportadora de avance lento, donde no se pueden producir aplastamientos. Sin embargo, la misma máquina presenta riesgos potenciales distintos según la parte considerada. Consecuentemente, distintas exigencias en materia de seguridad llevarán a adoptar medidas de protección diferentes dentro de una misma máquina.

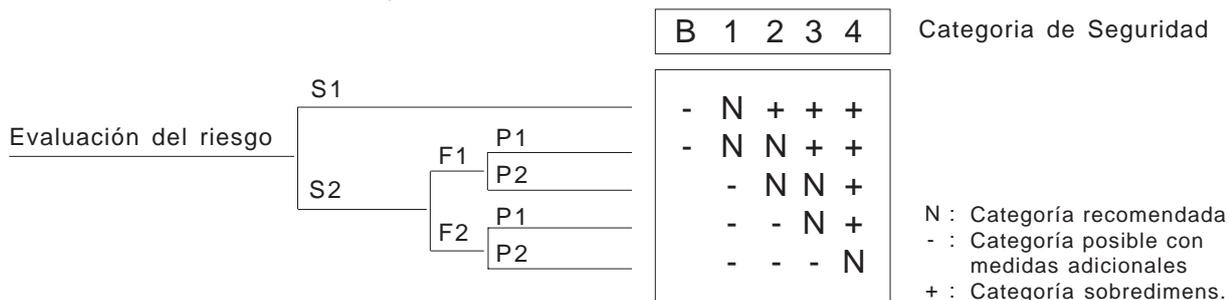
Una medida de protección considerada correcta en una determinada aplicación puede ser insuficiente en otra parte, situación que también puede producirse a la inversa: una medida que resulta imprescindible en un caso puede ser considerada sobredimensionada o excesivamente costosa en otra aplicación.

De todo ello se deduce que no son posibles las medidas de protección universales. Por el contrario, éstas dependen de cada situación concreta contemplada. Para un mismo grado de seguridad pueden existir diferentes soluciones técnicas, que pueden ser desde simples medidas de organización y de instrucciones, en el caso más simple, hasta los más sofisticados sistemas de seguridad. En consecuencia, el usuario frecuentemente debe escoger entre las diferentes categorías de seguridad exigibles.

En la práctica, el proceso de evaluación del riesgo puede ser complicado, pues depende del tipo de máquina o instalación. Pueden presentarse dos casos:

1. La máquina se menciona en el Apéndice IV de la Directiva de Máquinas (máquinas para trabajar la madera, prensas, aparatos de elevación, etc...). Entonces es el organismo designado por el Ministerio de Trabajo de cada Estado Miembro quien realiza un examen tipo CE del modelo de máquina o instalación. Este examen se aprueba mediante la emisión de un certificado de examen CE, conforme se ajusta a la Directiva y que autoriza al constructor de la máquina a hacer uso de la marca CE y a rellenar una declaración de conformidad CE. Este procedimiento de certificación también se aplica a los componentes de seguridad que se lanzan al mercado por separado. Por otra parte, para evitar confusiones, la marca CE sólo se aplica a las máquinas.

2. Si la máquina no se menciona en el Apéndice IV, el constructor puede tomar la iniciativa de fijar la marca CE en la máquina y rellenar la declaración de conformidad CE confirmando que la máquina se ajusta a las necesidades esenciales de seguridad e higiene exigidas. Previamente el constructor deberá redactar el dossier técnico de la máquina, en el que se hará constar un buen número de puntualizaciones.



dónde:

S Gravedad de las lesiones

S1: Daño leve.

S2: Daño grave, irreversible, de una o más personas o muerte.

F Frecuencia y tiempo de exposición al peligro

F1: Rara vez, a menudo y/o corta exposición.

F2: Frecuente a continuamente y/o larga exposición.

P Posibilidad de evitar el riesgo

P1: en determinadas circunstancias.

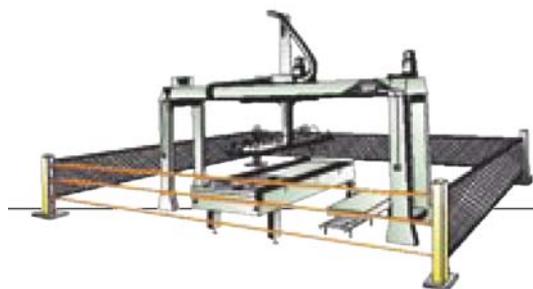
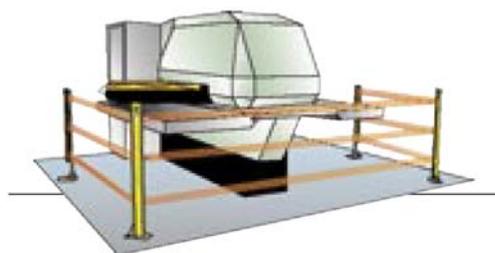
P2: Prácticamente imposible.



Categorías de seguridad

Los grados o categorías de seguridad de una máquina o instalación van desde el riesgo más débil (categoría B), en el cual la gravedad de las lesiones es escaso y/o la probabilidad de las lesiones es relativamente pequeña, hasta el riesgo más alto (categoría 4), en el que la probabilidad de lesión es relativamente grande. Desde el punto de vista de la seguridad, el objetivo clave del diseñador es garantizar que los fallos de los componentes de un sistema de control relacionados con la seguridad, o las perturbaciones exteriores no puedan conducir a una situación peligrosa en la máquina. Se describen a continuación todas ellas:

mediante la selección de los componentes y su tecnología	<p>Categoría de seguridad B</p> <p>Equipos diseñados y fabricados según principios básicos que tratan de garantizar su fiabilidad en condiciones normales de uso para, aplicaciones en las que es esencial la disponibilidad de la máquina. No se aplican medidas de seguridad y un fallo puede suponer la pérdida de la función de seguridad. En esta categoría, no aplicable a nivel industrial, están englobadas las máquinas de muy poca potencia, utilizadas en aplicaciones domésticas, incapaces de producir lesiones graves.</p> <p>Categoría de seguridad 1</p> <p>Equipos diseñados y fabricados con ayuda de componentes y principios ya probados para permitir su uso en una aplicación de seguridad. La probabilidad de fallo es menor que para los equipos de categoría B y la pérdida de la función de seguridad es menos probable. En caso de fallo no es detectado por el sistema de seguridad.</p>
además de por estructura: redundancia y autocontrol	<p>Categoría de seguridad 2</p> <p>Equipos en los que se integra en el circuito de mando una prueba de control de los elementos de seguridad instalados. Un fallo puede suponer la pérdida momentánea de la función de seguridad y se detecta en la siguiente aplicación de la prueba, generalmente al inicio de un nuevo ciclo de la máquina o instalación.</p> <p>Categoría de seguridad 3</p> <p>Equipos diseñados y fabricados de forma que un único fallo no supone la pérdida de la función de seguridad, cuando surge una situación peligrosa. Una acumulación de fallos puede suponer la pérdida de la función de seguridad.</p> <p>Categoría de seguridad 4</p> <p>Equipos diseñados y fabricados de forma que una única avería o la acumulación de fallos no suponga la pérdida de la función de seguridad, cuando surge una situación peligrosa. La función de seguridad se mantiene de forma permanente.</p>



Procedimiento de elaboración de un circuito de control

Los conceptos básicos a tener en cuenta en el proceso de elaboración de un circuito de control son los siguientes:

Redundancia: Consiste en paliar el fallo de un componente mediante el funcionamiento correcto de otro, en el supuesto de que ambos no fallarán simultáneamente.

Función redundancia:

Esta función se logra mediante la integración, durante el diseño, de un doble de los circuitos, en combinación con una función de control que sólo permite realizar una señal de mando cuando al menos dos señales de salida son idénticas.

Autocontrol:

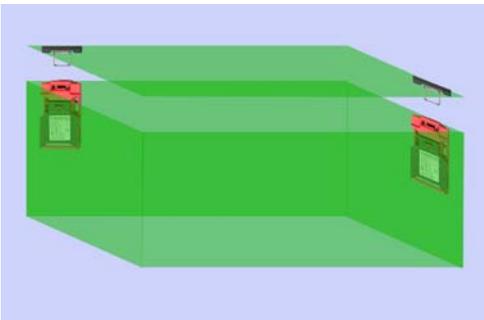
Consiste en verificar automáticamente el funcionamiento de todos los componentes que cambian de estado en cada ciclo de funcionamiento.

Función de autocontrol:

La función de autocontrol se garantiza comprobando que los relés de contactos unidos mecánicamente, que se utilicen en el ciclo en curso, funcionan correctamente.



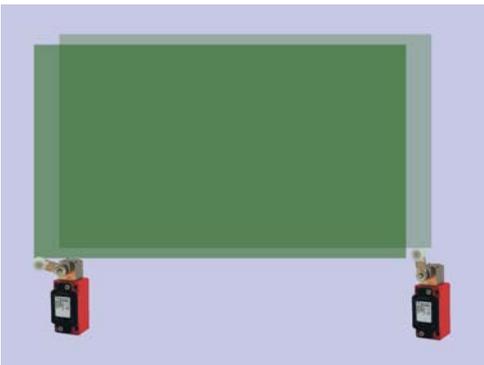
ejemplo de supervisión de resguardo extraíble con interruptores magnéticos de seguridad (codificados): dependiendo del módulo de seguridad el sistema cumple con la categoría de seguridad 1,3 o 4 según EN 954-1.



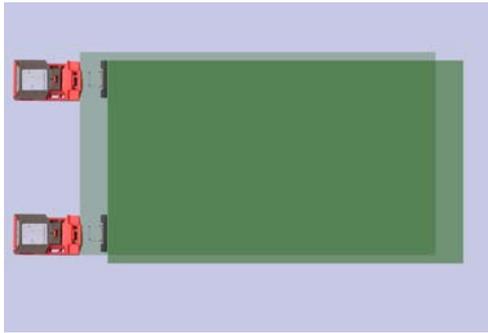
ejemplo de supervisión de resguardo extraíble con interruptores de seguridad del tipo 2: dependiendo del módulo de seguridad el sistema cumple con la categoría de seguridad 1 (sin módulo), 3 o 4 según EN 954-1.



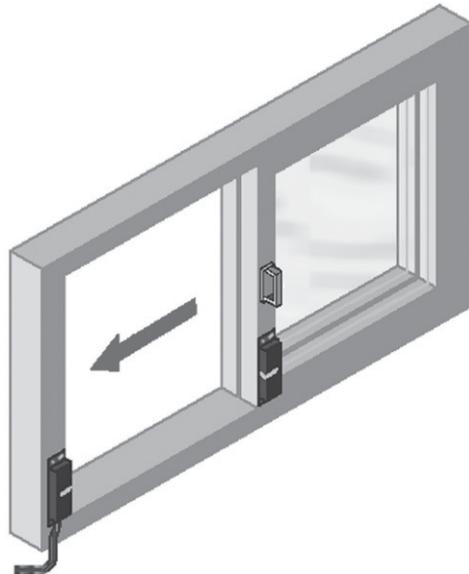
ejemplo de supervisión de resguardo extraíble con enclavamiento de seguridad y control de rotación: dependiendo del módulo de seguridad el sistema cumple con la categoría de seguridad 3 o 4 según EN 954-1 y se protege frente a inercias mecánicas.



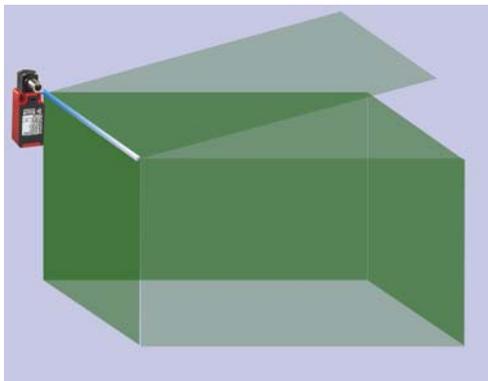
ejemplo de supervisión de resguardo deslizante con interruptores de seguridad (tipo 2): dependiendo del módulo de seguridad el sistema cumple con la categoría de seguridad 1 (sin módulo), 3 o 4 según EN 954-1.



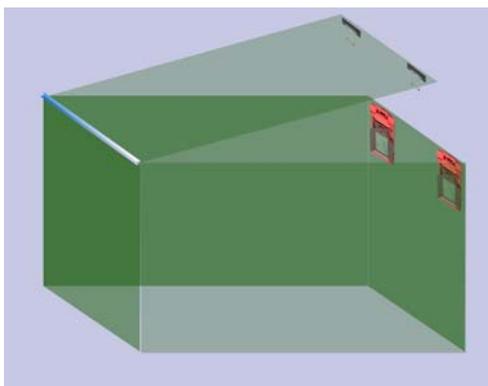
ejemplo de supervisión de resguardo deslizante con interruptores de posición con función seguridad (apertura forzada):
dependiendo del módulo de seguridad el sistema cumple con la categoría de seguridad 1 (sin módulo), 3 o 4 según EN 954-1 .



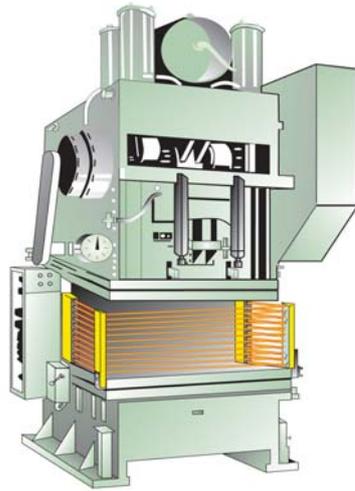
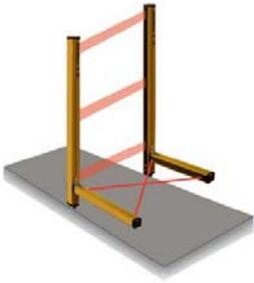
ejemplo de supervisión de resguardo deslizante con interruptores magnéticos de seguridad (codificados):
dependiendo del módulo de seguridad el sistema cumple con la categoría de seguridad 1, 3 o 4 según EN 954-1 .



ejemplo de supervisión de resguardo de bisagra con interruptor de seguridad:
dependiendo del módulo de seguridad el sistema cumple con la categoría de seguridad 1 (sin módulo) o 3 según EN 954-1 .



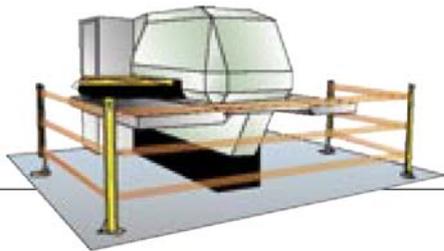
ejemplo de supervisión de resguardo de bisagra con interruptores de seguridad (tipo 2):
dependiendo del módulo de seguridad el sistema cumple con la categoría de seguridad 1 (sin módulo), 3 o 4 según EN 954-1 .



protección de superficies verticales mediante sistemas fotoeléctricos: definen 3 niveles de protección: protección de dedos, manos o cuerpo. el sistema cumple con la categoría de seguridad 2 o 4 según EN 954-1.



protección de superficies horizontales mediante distintos sistemas: una superficie horizontal puede protegerse con cortinas de seguridad en posición horizontal, o alfombras de seguridad. el sistema cumple con la categoría de seguridad 3 o 4 según la EN 954-1.



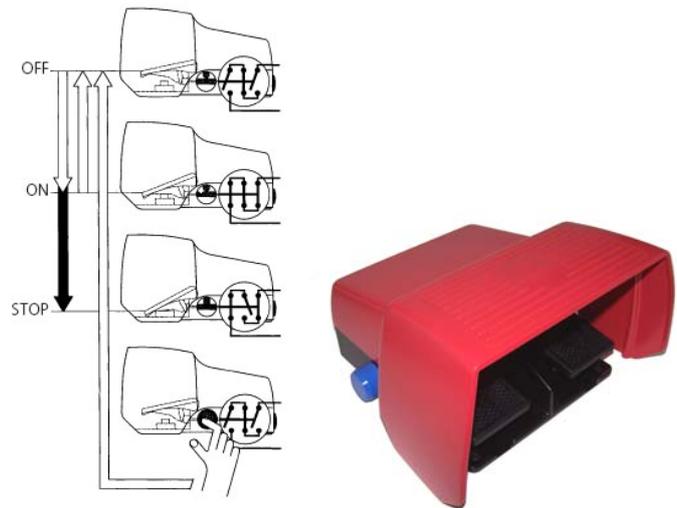
protección de perímetros mediante distintos sistemas: un perímetro puede protegerse con cortinas de seguridad o mediante elementos físicos (rejillas) de protección. el sistema cumple con la categoría de seguridad 3 o 4 según la EN 954-1.



sistemas de paro de emergencia: además de los pulsadores tipo «seta», también es posible cubrir zonas longitudinales mediante los interruptores de paro de emergencia por cable.

el sistema puede cumplir con la categoría de seguridad 1 (sin módulo), 3 o 4 según EN 954-1 (según el módulo de seguridad) y las categorías de paro de emergencia 0 (sin temporización) y 1 (con temporización) según la EN 418.

interruptores con función seguridad:
estos interruptores disponen de
contactos de 3 posiciones, paro-
marcha-paro enclavado.
son utilizados en plegadoras y para
rearmarse debe pulsarse el rearme
manual.



dispositivos de mando 2 manos:
estos dispositivos obligan al operario a
utilizar ambas manos durante el proceso
peligroso. un módulo de seguridad
supervisa un intervalo entre ambos
pulsadores no superior a los 0,5s.



bordes sensibles y bumpers de
seguridad:
dentro del apartado de dispositivos
táctiles, además de las alfombras,
también destacan los bordes sensibles y
los bumpers de seguridad para proteger
elementos móviles



señalización mediante columnas
luminosas:
para la señalización del estado de la
máquina y con el fin de reducir el riesgo
dentro de la zona peligrosa.

