

*MÁSTER UNIVERSITARIO EN PREVENCIÓN DE
RIEGOS LABORALES*

**ADAPTACIÓN DE MAQUINARIA
A RD 1215/97: GRANALLADORA
INDUSTRIAL**

Tutor: Vicente Sempere López

Alumno: Pedro Antonio Muñoz Marín

Fecha: Septiembre 2017

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ



**INFORME DEL DIRECTOR DEL TRABAJO FIN MASTER DEL MASTER
UNIVERSITARIO EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES**

D Vicente Sempere López, Tutor del Trabajo Fin de Máster, titulado "ADAPTACIÓN DE MAQUINARIA AL RD 1215/97 EN EMPRESA DE FORJA: GRANALLADORA INDUSTRIAL" y realizado por el estudiante D. Pedro Antonio Muñoz Marín,

hace constar que el TFM ha sido realizado bajo mi supervisión y reúne los requisitos para ser evaluado.

Fecha de la autorización: 21/8/2017

Fdo.: Vicente Sempere López
Tutor TFM

**ADAPTACIÓN DE MAQUINARIA A RD 1215/97 EN EMPRESA DE FORJA: GRANALLADORA
INDUSTRIAL
MÁSTER EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES**

1.	RESUMEN.....	3
2.	INTRODUCCIÓN.....	4
2.1.	Evolución temporal de FORJANOR S.L.	4
2.2.	Actividad y productos fabricados.....	5
2.3.	Organización de la actividad preventiva	6
3.	JUSTIFICACIÓN.....	7
4.	OBJETIVOS.....	8
5.	MEMORIA DESCRIPTIVA.....	8
5.1.	Normativa aplicable	8
5.2.	RD 1215/1997.....	9
5.3.	Descripción del equipo.....	10
5.4.	Condiciones aplicables de verificación.....	12
5.5.	Ítems no conformes encontrados y soluciones normalizadas propuestas.....	14
5.5.1.	Anexo I. Disposiciones mínimas aplicables a los equipos de trabajo	14
	a) Órganos de accionamiento	14
	b) Caída de objetos y proyecciones	18
	c) Estabilidad del equipo de trabajo.....	19
	d) Riesgo de estallido y rotura de elementos	24
	e) Riesgo de accidente por contacto con elementos móviles	26
	f) Dispositivos de separación de energías	43
	g) Riesgos eléctricos	46
5.5.2.	Anexo II. Disposiciones relativas a la utilización de los equipos de trabajo.....	57
6.	CONCLUSIONES.....	60
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	61
	ANEXO I.....	63

1. RESUMEN

El presente proyecto, titulado “**Adaptación de maquinaria a RD 1215/97 en empresa de forja: GRANALLADORA INDUSTRIAL**”, se enmarca dentro del Trabajo Fin de Máster de Prevención de Riesgos Laborales impartido por la Universidad Miguel Hernández de Elche. El desarrollo del mismo se ha realizado en colaboración con la empresa Forjanor S.L. y su departamento de Prevención, Seguridad y Salud.

Se ha estructurado este proyecto de la siguiente manera:

- Introducción: marco en el que se desarrolla el proyecto y líneas generales.
- Justificación: necesidad real de llevar a cabo este proyecto.
- Objetivos: qué se pretende conseguir con este proyecto.
- Memoria descriptiva: desarrollo del proyecto según diferentes apartados.
 - Normativa aplicable
 - Descripción de equipos
 - Condiciones aplicables de validación
 - No conformidades encontradas
 - Propuesta de soluciones normalizadas
- Conclusiones: resultados obtenidos y discusión final.
- Bibliografía: documentos consultados durante la elaboración de este proyecto.

2. INTRODUCCIÓN

2.1. Evolución temporal de FORJANOR S.L.

Es necesario, antes de entrar en el proyecto propiamente dicho, establecer en contexto en el que se ha desarrollado este trabajo.

La empresa FORJANOR S.L. ha sufrido diferentes cambios desde su fundación:

- En 1940 se funda MADE. Fábrica de herrajes para las vías del tren.
- En los 50 MADE evoluciona hacia el sector automoción.
- En los 80 la plantilla alcanza los 1.500 empleados y 5 sedes: Villalba, Ponferrada, Orense, Medina y Vicálvaro.
- En 1984 se instala la primera prensa Hatebur y se crea FOVISA - Forjas de Villalba SA.
- En 1991 se traslada la actividad a la ubicación actual: cuenta con 2 Hatebur, prensas verticales y prensas horizontales.

ADAPTACIÓN DE MAQUINARIA A RD 1215/97 EN EMPRESA DE FORJA: GRANALLADORA INDUSTRIAL
MÁSTER EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

- En el año 1995 el grupo SIDENOR centraliza en Villalba toda la producción de forja por estampación en caliente. Cierran las plantas de Amorebieta y Basauri.
- En el año 2000 se crea FORJANOR (FORMEX METALS, FORJAS DE GARACIAGA y FORJAS DE VILLALBA) con sede social en Durango y tres Plantas de producción (Durango, Elgeta y Collado Villalba).
- En el año 2005, el grupo GERDAU, compra el grupo Sidenor y FORJANOR. Entra a formar parte uno de los mayores grupos de acero del mundo.
- En el año 2014 Gerdau vende FORJANOR a la multinacional HAY (grupo alemán dedicado a la forja por estampación).
- En abril de 2016 el grupo HAY, pasa a manos del grupo MUSASHI, actual propietario

En la actualidad, FORJANOR S.L. cuenta con más de 200 trabajadores y una facturación anual de 70 M€.

La dimensión y magnitud descritas para la empresa dan una idea de la necesidad de llevar a cabo la actividad preventiva de forma rigurosa.

2.2. Actividad y productos fabricados

La principal actividad de FORJANOR S.L es la fabricación de piezas de forja para el sector automovilístico. Para ello, cuenta con unas instalaciones industriales sitas en Collado Villalba (Madrid) en las que se lleva a cabo toda la actividad productiva.



Imagen 1. Vista general fábrica FORJANOR S.L.

Mediante los procesos de forja en frío y forja en calientes (con prensas verticales y horizontales) se desarrollan: ejes primarios y secundarios, piñones, coronas, cubos de rueda, barrones, manguetas, etc.



Imagen 2. Piezas de forja desarrolladas en FORJANOR S.L

Para llegar al producto final, se necesitan una serie de pasos desde que se receptiona el acero bruto hasta la salida de piezas forjadas: corte, forjado, tratamiento térmico, **granallado**, torneado, etc.

En todos estos procesos intervienen un sinfín de maquinaria industrial que debe cumplir todos los estándares de prevención, seguridad, higiene, ergonomía y salud con el objetivo de asegurar en todo momento que los trabajadores están protegidos en el desarrollo de sus tareas.

Para ello, FORJANOR S.L. cuenta con un departamento propio de prevención de riesgos laborales y delegados de prevención para llevar a cabo la actividad preventiva.

2.3. Organización de la actividad preventiva

Dado el número de trabajadores de la empresa (220 aproximadamente en la actualizad) y aunque la actividad desarrollada (industria siderúrgica, incluida en el ANEXO I del Reglamento de servicios de Prevención) se considera peligrosas, la empresa no tiene obligación de constituir un servicio de prevención propio y delega la organización de la actividad preventiva en dos servicios de prevención ajenos.

Hace unos años, cuando el número de empleados superaba los 250, la empresa sí contaba con servicio propio de prevención.

No obstante, se cuenta con los siguientes recursos humanos en materia de prevención:

- Jefe de prevención, seguridad y salud
- Médico
- Delegados de prevención (4)
- Comité de seguridad y salud

3. JUSTIFICACIÓN

Tal y como se ha descrito en líneas anteriores, dadas las características de la empresa, es necesario planificar la actividad preventiva de modo que se asegure el trabajo en condiciones de seguridad, higiene y ergonomía.

Partiendo de la Ley 31/1995 [1] de Prevención de Riesgos Laborales el empresario, como responsable de prevención, deberá aplicar las medidas que integran el deber general de prevención, evitando riesgos, evaluando los mismos y aplicando medidas para combatirlos.

En el caso que nos ocupa, este estudio se centrará en las condiciones de **seguridad** en máquinas y su adaptación al RD 1215/1997.

Este RD obliga a adoptar 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 (artículo 3 del RD 1215/1997).

Si bien es cierto que, comúnmente, se piensa que para la maquinaria con marcado CE no es necesaria la aplicación del RD 1215, esto no es así.

En la Guía Técnica del Real Decreto 1217/1997 [2], en el desarrollo del artículo 3.1 menciona: *“No obstante, el que una máquina esté provista del marcado CE, acompañada de la declaración CE de conformidad y del manual de instrucciones, aunque son requisitos formales exigibles por la Directiva de Máquinas, no siempre supone una garantía absoluta de que sea totalmente conforme con los requisitos esenciales de seguridad y salud aplicables de dicha disposición (...)”*.

Este RD, por tanto, es de aplicación para **todas las máquinas utilizadas en el trabajo**, tanto si fueron comercializadas o puestas en servicio antes del 1 de enero de 1995 (sin marcado CE) como después de esta fecha (con marcado CE).

4. OBJETIVOS

Al inicio del proyecto se establecieron una serie de objetivos a alcanzar durante el desarrollo del mismo:

- I. Identificar maquinaria susceptible de no cumplir con el RD 1215/1997
- II. Describir las características de la maquinaria
- III. Auditar la maquinaria siguiendo los ANEXOS I y II del RD 1215/1997
- IV. Identificar las no conformidades encontradas
- V. Buscar soluciones normalizadas a las no conformidades
- VI. Establecer unas conclusiones finales

La planificación temporal del proyecto ha sido la siguiente:

	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
Análisis general de maquinaria								
Búsqueda de maquinaria susceptible de estudio								
Análisis de documentación y características								
Estudio de la normativa vigente								
Estudio pormenorizado de no conformidades								
Redacción de memoria								
Presentación y defensa final								

Imagen 3. Planificación temporal

5. MEMORIA DESCRIPTIVA

5.1. Normativa aplicable

La normativa general aplicable durante el desarrollo del presente proyecto ha sido:

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (en adelante LPRL).
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención (en adelante RSP).
- Real Decreto 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 (en adelante R.D. 1215/1997).
- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas (en adelante R.D. 1644/2008).

Como se comprobará a lo largo de la memoria descriptiva, la normativa sobre la que se desarrolla el estudio es el RD 1215/1997.

5.2.RD 1215/1997

En el marco de la Unión Europea se han ido fijando diferentes criterios en relación a la seguridad y salud en los centros de trabajo. Asimismo, se han fijado criterios de protección específicos para evitar accidentes y situaciones potenciales de riesgo. Entre otras, se encuentra la Directiva 89/655/CEE que establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud en equipos de trabajo, siendo el RD 1215 el encargado de trasponer esta directiva.

El RD 1215/1997 [3] “Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo” entró en vigor el 27/08/97 dando un plazo de un año para la puesta en conformidad de todos los equipos de trabajo puestos a disposición de los trabajadores antes de dicha fecha, excepto los autopropulsados y de elevación de cargas que tienen de plazo hasta el 05/12/02.

Por equipo de trabajo se entenderá cualquier máquina, aparato, instrumento o instalación utilizado en el trabajo.

Según el artículo 3.1., en el caso de los equipos de trabajo ya existentes, el empresario deberá adoptar las medidas necesarias para garantizar la seguridad y salud de los trabajadores que utilizan estos equipos. En cualquier caso, el empresario deberá autorizar la utilización de equipos que cumplan:

- a) Cualquier disposición legal de aplicación
- b) Las condiciones generales prevista en el ANEXO I del RD 1215/1997

Además, los equipos se utilizarán según lo dispuesto en el ANEXO II y su mantenimiento se realizará siempre en condiciones de seguridad.

Según el artículo 4, el empresario será el responsable de adoptar las medidas necesarias para aquellos equipos cuya seguridad dependa de sus condiciones de instalación. Deberán someterse a una comprobación inicial antes de su puesta en marcha, después de cada montaje en un nuevo emplazamiento y se llevarán a cabo comprobaciones periódicas cada vez que se produzca un acontecimiento especial tales como transformaciones, accidentes o ausencia prolongada de uso.

Dichas comprobaciones deberán ser efectuadas por personal competente y los resultados deberán documentarse y estar a disposición de la autoridad laboral durante toda la vida útil del equipo de trabajo.

5.3. Descripción del equipo

El equipo motivo de estudio es una granalladora, cuyas características se detallan a continuación:

Denominación	Granalladora 2Tn-W20A
Marca	ALJU
Modelo	54
Nº Serie	1187
Año de adquisición	1995

Tabla 1. Características de la instalación

La instalación está formada, a su vez, por diferentes equipos y máquinas:

- Tromel-tambor
- Cesto skip
- Aspiración localizada “DONALDSON TORIT-DCE”
- Elevador de cangilones “ALJOTRUM”
- Tolva de salida
- Mesa vibrante “URBAR RBA 70-150/250”
- Cinta transportadora
- Puesto de inspección

La instalación se encuentra en la nave de producción, cercana a una de las prensas de forja caliente.

ADAPTACIÓN DE MAQUINARIA A RD 1215/97 EN EMPRESA DE FORJA: GRANALLADORA INDUSTRIAL
MÁSTER EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

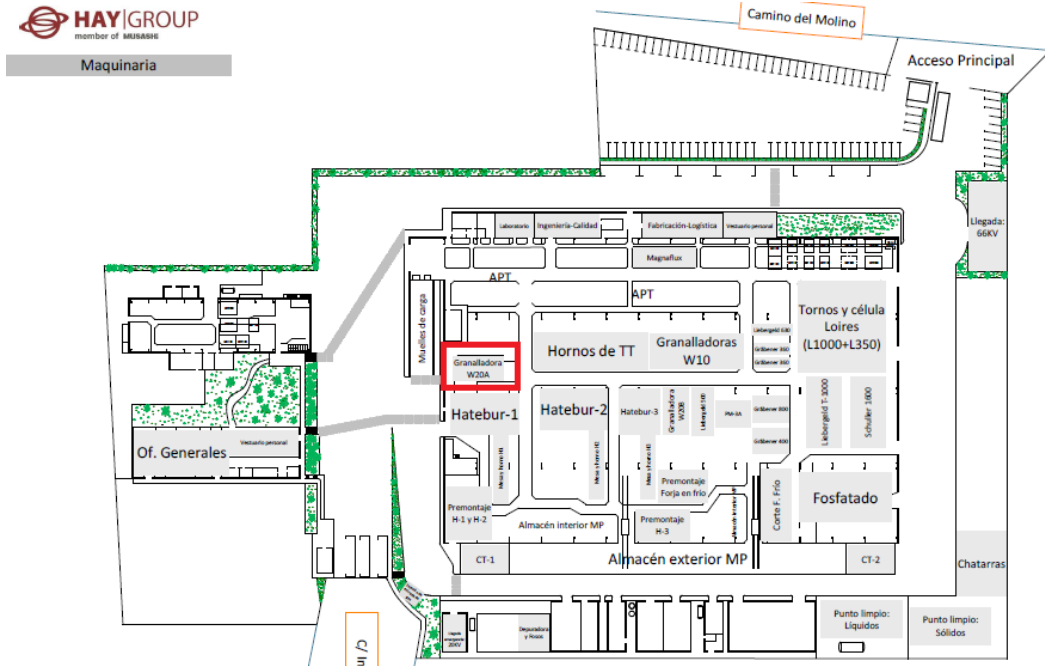


Imagen 4. Plano de la nave de producción

Pese a no ser objeto del presente proyecto, se considera oportuno explicar de forma general el funcionamiento de un equipo de granallado.

El proceso de granallado es una técnica de tratamiento superficial por impacto de partículas abrasivas, con el cual se puede lograr un excelente grado de limpieza y simultáneamente una correcta terminación superficial en una amplia gama de piezas metálicas y no metálicas. [4]

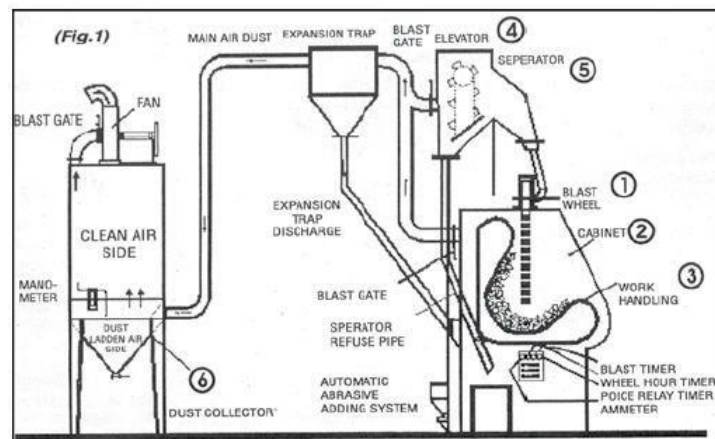


Imagen 5. Esquema general de granalladora

En el caso de piezas forjadas, cuando son sometidas a un tratamiento térmico posterior, es necesario realizar un granallado para eliminar la cascarilla superficial y evitar oxidación.

La vista general del equipo de planta es la siguiente



Imagen 7. Granalladora W20A

5.4. Condiciones aplicables de verificación

En el trabajo de campo se ha utilizado un cuestionario en el que se verifican los siguientes ítems, correspondientes al ANEXO I y ANEXO II del RD 1215/97:

ANEXO I: CONDICIONES GENERALES DEL EQUIPO DE TRABAJO	
1	Órganos de Accionamiento
2	Puesta en Marcha
3	Parada en condiciones de seguridad
4	Caída de objetos y proyecciones
5	Emanación de gases, vapores, líquidos y polvos peligrosos
6	Estabilidad del equipo de trabajo
7	Riesgo de estallido y rotura de elementos
8	Riesgo de accidente por contacto con elementos móviles
9	Iluminación
10	Temperaturas extremas
11	Dispositivos de alarma

12	Dispositivos de separación de energías
13	Advertencias y señalizaciones
14	Riesgo de incendio y condiciones climáticas e industriales agresivas
15	Riesgo de explosión
16	Riesgo eléctrico
17	Ruido, vibraciones y radiaciones
18	Líquidos corrosivos y líquidos a altas temperaturas
19	Equipos móviles
20	Equipos para elevación de cargas

Tabla 1. Ítems ANEXO I

ANEXO II: CONDICIONES DE UTILIZACIÓN DEL EQUIPO DE TRABAJO	
1	Condiciones de instalación del equipo
2	Condiciones de accesibilidad y permanencia
3	Condiciones de utilización
4	Comprobaciones previas a su utilización
5	Medidas de seguridad adicionales para zonas no protegibles.
6	Medios para facilitar operaciones de limpieza segura
7	Estabilidad en operaciones de utilización
8	Utilización dentro de los parámetros de funcionamiento
9	Medidas de seguridad adicionales para proyecciones peligrosas
10	Medidas de seguridad para equipos guiados manualmente
11	Protecciones adecuadas para uso en locales especiales
12	Instrucciones para montaje y desmontaje
13	Seguridad operaciones de mantenimiento, ajuste, reparación y revisión
14	Diario de mantenimiento.

Tabla 2: Ítems ANEXO II (no vinculantes)

El criterio aplicado en la elaboración del proyecto ha sido el de reflejar los ítems no conformes, considerando que los ítems no reflejados no serán de aplicación.

Cuando un ítem sea considerado no conforme, se clasificará como:

- **Crítico:** aquel defecto que supone peligro inmediato para la seguridad de las personas, los bienes o el medio ambiente.
- **Importante:** aquel defecto que supone un peligro para la seguridad de las personas, los bienes o el medio ambiente, aunque este peligro se puede reducir considerablemente aplicando medidas paliativas en la utilización del equipo de trabajo.
- **Recomendación:** aquel defecto que no perturba el funcionamiento del equipo de trabajo en condiciones seguras.

La aparición de defectos críticos o importantes será incompatible con el cumplimiento del RD 1215/97 y deberán ser corregidos. El plazo máximo de corrección será de 1 año, verificando posteriormente el cumplimiento del RD.

5.5. Ítems no conformes encontrados y soluciones normalizadas propuestas

5.5.1. Anexo I. Disposiciones mínimas aplicables a los equipos de trabajo

a) Órganos de accionamiento

CLASIFICACIÓN	
1	Órganos de Accionamiento
1.01	¿Su identificación es adecuada? NO IMPORTANTE

1.01. Desviaciones encontradas

- En el cuadro de mandos, la identificación no es adecuada. Hay marcas de rotulador que podrían ser borradas, provocando errores en el manejo del equipo de trabajo.



Imagen 8. Cuadro de mandos

- En el puesto de inspección, hay pegatinas identificando el conmutador POKA-YOKE.



Imagen 9. Conmutador POKA-YOKE

1.02. Soluciones normalizadas propuestas

Según la norma UNE-EN 614-1:2006+A1:2009 [5] los órganos deben ser claramente identificables para evitar confusión, así como distinguible su función de cualquier otro mando adyacente y si fuera necesario irán marcados de forma adecuada, con indicaciones textuales en el idioma oficial del país de utilización del equipo.

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

El número de mandos se mantendrá en un mínimo y se distribuirán de forma que garanticen una operación segura, inequívoca y funcional (orden de las operaciones a realizar, su prioridad, su significado y su frecuencia)

Según la norma UNE EN 60204-1:2007 [6] los dispositivos de mando, indicadores visuales y visualizadores deben estar marcados claramente y de forma duradera en relación a sus funciones en la propia unidad o en su proximidad.

ADAPTACIÓN DE MAQUINARIA A RD 1215/97 EN EMPRESA DE FORJA: GRANALLADORA INDUSTRIAL
MÁSTER EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

Los colores y símbolos especificados por esta norma para los órganos de accionamiento son:

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 (mando sensitivo)
	○	⓪	Ⓧ

Tabla 3. Símbolos pulsadores según UNE EN 60204-1:2007

COLOR	SIGNIFICADO	EXPLICACIÓN	APLICACIÓN
ROJO	Emergencia	Emergencia Actúa en caso de condiciones peligrosas	-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)
GRIS			-OFF
NEGRO			-ON
			-OFF (Preferente)

Tabla 4. Colores pulsadores según UNE EN 60204 1:2007

ADAPTACIÓN DE MAQUINARIA A RD 1215/97 EN EMPRESA DE FORJA: GRANALLADORA INDUSTRIAL
MÁSTER EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

COLOR	SIGNIFICADO	SEÑALIZACIÓN	ACCIÓN OPERADOR
ROJO	Emergencia	Condiciones peligrosas	Acción inmediata a realizar en condiciones peligrosas (por ejemplo por el accionamiento de la parada de emergencia)
AMARILLO	Anomalía	Condiciones anormales	Control y/o intervención (por ejemplo mediante el restablecimiento de la función prevista)
VERDE	Normal	Condiciones normales	Opcional
AZUL	Obligatorio	Indicación de una condición que requiere la acción por el operador	-Función de Rearme.
BLANCO	Neutro	Otras condiciones; Puede utilizarse cada vez que exista duda sobre la aplicación del ROJO, AMARILLO, VERDE o AZUL	Control

Tabla 5. Colores pulsadores luminosos (pilotos) según UNE EN 60204 1:2007

Según la norma UNE-EN ISO 12100:2012 [7], se debe seleccionar, disponer e identificar los órganos de accionamiento (mandos) de modo que sean claramente visibles e identificables y, si fuera necesario, estén marcados de manera adecuada.



Imagen 9. Ejemplo de identificación con placas

b) *Caída de objetos y proyecciones*

CLASIFICACIÓN	
4	Caída de objetos y proyecciones
4.01	Si hay peligro de caída de objetos, ¿existe protección adecuada para evitar daños? NO IMPORTANTE

4.01. Desviaciones encontradas

- La granalla, en forma de bolas de pequeño diámetro, se encuentra en las inmediaciones del equipo de trabajo. Esto podría provocar accidentes en forma de caídas al mismo y/o distinto nivel.

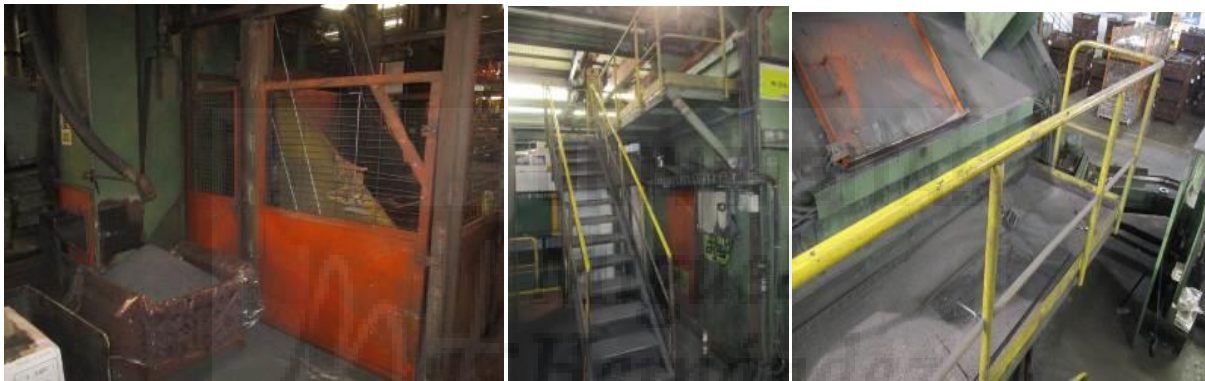


Imagen 10. Zonas con presencia de granalla

4.01. Soluciones normalizadas propuestas

Según la norma UNE-EN ISO 12100:2012, se debe prestar atención al cerramiento de los puestos de mando o de las zonas de intervención para proporcionar protección a peligros de caída o proyecciones de objetos.

Las posibles fuentes de emisión son las siguientes:

- Migraciones de fuentes abiertas, por ejemplo salpicaduras y evaporación / condensación que dan lugar a emisiones secundarias.
- Apertura de máquinas, por ejemplo para el mantenimiento.
- Entrada en las máquinas por ejemplo para el control.
- Manutención de materiales, por ejemplo carga, toma de muestras, evacuación.
- Manutención de piezas constitutivas de las máquinas, por ejemplo desmontaje.

- Procedimiento incorrecto, por ejemplo llenado excesivo.
- Fugas, por ejemplo, de juntas de bombas, bridas.
- Roturas.

Se deberá, en cualquier caso, revisar el estado de conexión de juntas y mangas para evitar fugas y/o derrames.

c) *Estabilidad del equipo de trabajo*

		CLASIFICACIÓN
6	Estabilidad del equipo de trabajo	
6.01	Si hay zonas elevadas de acceso de la máquina, ¿existen medios adecuados de acceso y permanencia que garantizan la seguridad de las personas?	NO IMPORTANTE

6.01. Desviaciones encontradas

- En el acceso a las dos pasarelas existentes en la zona de aspiración localizada, la puerta que hay entre la escalera vertical y la pasarela no cierra, existiendo riesgo de caída en altura.
- En el acceso a las dos pasarelas, la separación entre el peldaño superior de la escalera y el suelo de la pasarela es superior a 200 mm.



Imagen 11. Acceso a pasarelas aspiración

- En el acceso a la zona elevada skip, no hay puerta de cierre automático en la llegada de la escalera vertical a la plataforma, provocando riesgo de caída en altura.
- En el acceso a la zona elevada skip, la separación entre el peldaño superior de la escalera y el suelo de la pasarela es superior a 200 mm.
- No hay rodapié en la barandilla, provocando riesgo de pie fuera de piso y caída de objetos.
- Excesiva separación entre barra intermedia y suelo de plataforma en la barandilla del lateral derecho de la escalera.



Imagen 12. Acceso a zona skip

6.01. Soluciones normalizadas propuestas

Según la norma UNE-EN ISO 12100:2012, las máquinas deben estar diseñadas de manera que su manejo y todas las tareas usuales relativas al reglaje y/o mantenimiento, puedan llevarse a cabo, en la medida de lo posible, por una persona situada al nivel del suelo.

Si esto no es posible, las máquinas deben estar provistas de plataformas, escaleras u otros medios incorporados a su estructura, que permitan un acceso seguro a los lugares en los que se efectúan estas tareas, pero se debería poner cuidado para que tales plataformas y escaleras no den acceso a zonas peligrosas de la máquina.

Las superficies de circulación se deben realizar con materiales que se mantengan lo más antideslizantes que sea factible en las condiciones de trabajo previstas y, dependiendo de la altura a partir del suelo, se deben instalar los pasamanos adecuados.

En grandes instalaciones automatizadas, se debe prestar una particular atención a la seguridad de los medios de acceso tales como los pasillos de circulación, las pasarelas para franquear transportadores y los pasos elevados.

Los medios de acceso a partes de las máquinas situadas en altura deben estar provistas de medios de protección colectiva contra caídas. Cuando sea necesario, también se deben proporcionar puntos de anclaje para equipos de protección individual contra caídas en altura.

Siempre que sea posible, la apertura de aberturas debe ser hacia una posición segura. Se debe diseñar para evitar peligros debidos a una apertura inesperada.

Se deben proporcionar los medios de ayuda necesarios (por ejemplo escalones, agarraderos). Los órganos de accionamiento se deben diseñar y ubicar para evitar que se utilicen como medios de ayuda para el acceso.

El R.D. 486/1997 [8] define que los elementos de acceso a zonas elevadas de una máquina deben de disponer de los siguientes medios de protección (las características detalladas se encuentran en dicho RD)

- Escaleras de servicio
- Escaleras fijas
- Jaulas de seguridad
- Plataformas de trabajo

Para sus diseños también se puede consultar la norma UNE EN ISO 14122:2017 [9] “Seguridad de las máquinas. Medios de acceso permanente a máquinas e instalaciones industriales”

- UNE EN ISO 14122-1. Parte 1. Selección de medios de acceso entre dos niveles.
- UNE EN ISO 14122-2. Parte 2. Plataformas de trabajo y pasarelas.
- UNE EN ISO 14122-3. Parte 3. Escaleras, escalas de peldaños y guardacuerpos.
- UNE EN ISO 14122-4. Parte 4. Escalas fijas.

Así pues, según lo comentado se proponen diferentes soluciones a las disconformidades encontradas:

Acceso a pasarelas de aspiración:

- Instalación de medios adecuados de acceso a pasarela (puerta de fácil abertura, cierre automático y adecuada dirección de apertura)
- Instalación de suelo con zona de piso entre peldaño superior y acceso a plataforma con separación máxima de 75 mm



Imagen 13. Ejemplo puerta en la zona de llegada a pasarela

Acceso a zona skip:

- Instalación de medios adecuados de acceso a pasarela (puerta de fácil apertura, cierre automático y adecuada dirección de apertura)
- Instalación de suelo con zona de piso entre peldaño superior y acceso a plataforma con separación máxima de 75 mm
- Instalación de rodapié perimetral con pletina de 100 mm mínimo.
- Barandilla con un mínimo de 900 mm (1100 mm recomendado) y separación entre barras portantes de menos de 120 mm.

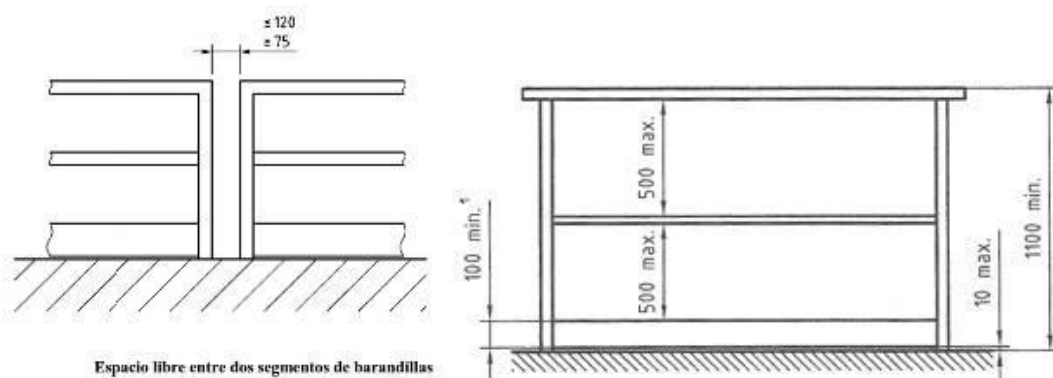


Imagen 14. Esquema de barandillas y rodapiés

d) *Riesgo de estallido y rotura de elementos*

		CLASIFICACIÓN
7	Riesgo de estallido y rotura de elementos	
7..01	Si hay peligro de rotura y/o estallido de elementos de la máquina, ¿existen medios de protección adecuados?	NO IMPORTANTE

7.01. Desviaciones encontradas

- En el skip-cestón, los cables de acero son de diámetro 12 mm y cuentan sólo con 2 abrazaderas en ambos cables



Imagen 15. Abrazaderas en skip-cestón

- El sistema de apertura y cierre del tambor está formado por cables de acero de 10 mm y cuentan sólo con 2 abrazaderas



Imagen 16. Abrazaderas tambor

- En el puesto de inspección, el conmutador POKA-YOKE cuenta con un sistema de subida y bajada compuesto por cables de acero de 10 mm y cuentan sólo con 2 abrazaderas.



Imagen 17. Abrazaderas POKA-YOKE

7.01. Soluciones normalizadas propuestas

Según la norma UNE 27-070-73, reflejada también en la NTP 155 [10], el número de abrazaderas en función del diámetro de cable es:

Diámetro del cable en mm.	Abrazaderas precisas	
	para formar un anillo	para unir cables
5 a 12	4	4
12 a 20	5	6
20 a 25	6	6
25 a 35	7	8
35 a 50	8	8

Tabla 6. Numero de abrazaderas según diámetro de cable

La primera mordaza se coloca pegada al guardacabo; si el guardacabo es circular, se colocará a 2 veces el diámetro de éste. La distancia entre mordazas será tal que entre ellas quede una distancia constante igual al menos al ancho de las mismas.

Las abrazaderas del cable estarán colocadas todas en el mismo sentido. No se colocarán en sentidos alternos. La parte corta del cable de acero estará orientada y más próxima hacia la

curva de la abrazadera. No colocar la parte corta del cable en el lado más próximo a las tuercas de las abrazaderas. Las pautas para una correcta instalación son:

- Para la realización de anillos u ojales terminales debe emplearse guardacabos metálicos.
- En los anillos u ojales la primera abrazadera debe situarse lo más próxima posible al pico del guardacabos.
- La separación entre abrazaderas debe oscilar entre 6 y 8 veces el diámetro del cable
- El ramal de cable que trabaja a tracción debe quedar en la garganta del cuerpo de la abrazadera, en tanto que el ramal inerte debe quedar en la garganta del estribo.
- El apriete de las tuercas debe hacerse de forma gradual y alternativa, sin aprietes excesivos. Después de someter el cable a una primera carga debe verificarse el grado de apriete de las tuercas, corrigiéndolo si fuera preciso.

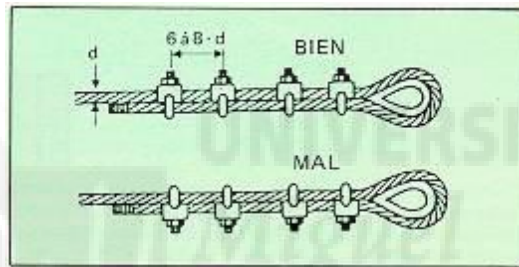


Imagen 18. Formación de un anillo

Así pues, en todos los casos descritos, será necesaria la instalación de 4 abrazaderas.

e) Riesgo de accidente por contacto con elementos móviles

		CLASIFICACIÓN
8	Riesgo de accidente por contacto con elementos móviles	
8.01	Los elementos móviles accesibles, ¿están dotados de resguardos que impidan su contacto en funcionamiento?	NO IMPORTANTE
8.02	¿Los resguardos son de fabricación sólida y resistente?	NO IMPORTANTE
8.03	¿Los resguardos impiden ser fácilmente anulados?	NO CRÍTICO
8.04	¿Están situados a distancia prudencial de la zona peligrosa?	NO IMPORTANTE

8.01. Desviaciones encontradas

- En la compuerta del tambor no hay resguardos que eviten el contacto entre las poleas y cables. Hay riesgo de aplastamiento y/o atrapamiento.



Imagen 19. Poleas y cables en tambor

- En la cinta transportadora, existen puntos de atrapamiento entre la banda y el tambor. También existen rodillos locos descubiertos para el retorno de la banda inferior



Imagen 20. Tambor cola cinta transportadora



Imagen 21. Rodillos locos tambor cola

- En la cinta transportadora, en el tambor de cabeza, hay ranuras laterales que pueden provocar el atrapamiento de la banda con las partes fijas. Además, hay zonas que podrían provocar el atrapamiento de manos o dedos.



Imagen 22. Ranuras y zonas de atrapamiento

8.01. Soluciones normalizadas propuestas

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

Según las normas UNE-EN ISO 14120:2016 [11] y la norma UNE-EN ISO 12100:2012 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.



Imagen 23. Resguardos fijos y móviles en elementos de transmisión

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.
- 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 los órganos impedirá la puesta en marcha o provoque la parada de los elementos móviles
- 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 los órganos impedirá la puesta en marcha o provoque la parada de los elementos móviles

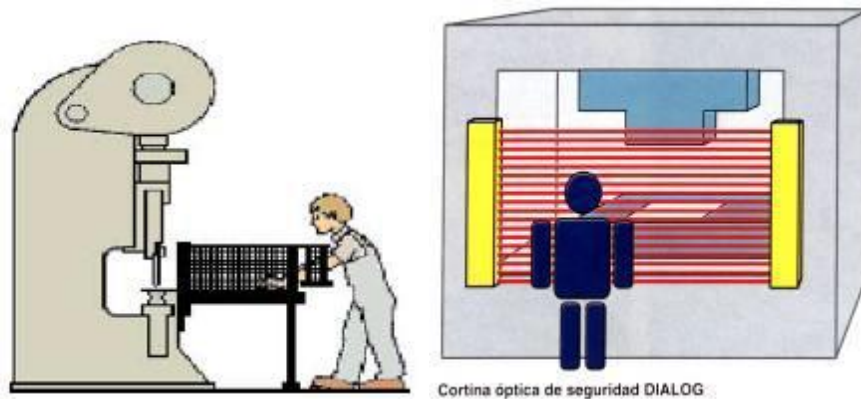


Imagen 24. Resguardos fijos y sensibles en elementos móviles del trabajo

Según la norma UNE-EN ISO 12100:2012, puede ser necesario emplear varios protectores asociados. Por ejemplo, cuando se elimina la necesidad de acceso a la zona peligrosa principal mediante el empleo de un dispositivo mecánico de alimentación conjuntamente con un resguardo fijo, puede ser necesario un dispositivo sensible para garantizar la protección contra el peligro secundario de atrapamiento o de cizallamiento existente entre el resguardo fijo y el dispositivo de alimentación, cuando éste sea accesible.

8.02. Desviaciones encontradas

- En la zona del cesto skip existen aberturas en la rejilla perimetral que permiten introducir las extremidades. En la puerta lateral izquierda se permite la apertura manual.



Imagen 25. Rejilla perimetral cesto skip

- Los resguardos laterales de la mesa vibrante permiten apertura manual



Imagen 26. Resguardo mesa vibrante

- La parte de la cadena de transmisión tiene un resguardo abatible que permite apertura manual. Además, la rejilla está deteriorada y es accesible por la parte interior.



Imagen 27. Rejilla cadena transmisión

- La tapa inferior del elevador de cangilones permite apertura manual



Imagen 28. Tapa inferior elevador cangilones

8.02. Soluciones normalizadas propuestas

Según la norma UNE-EN ISO 14120:2016, los resguardos deben ser fabricados para resistir los previsible 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, que 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 una 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 materiales del resguardo deben ser resistentes a la previsible corrosión. Esto puede ser conseguido mediante la aplicación de una adecuada capa de protección.



Imagen 29. Rejilla de protección en perfecto estado

Según esta norma, los resguardos fijos deben estar sólidamente sujetos en su lugar, cuya fijación esté garantizada por sistemas de apertura en los que sea necesario utilizar herramientas. Además, deberá ser imposible que permanezcan en su puesto si carece de sus medios de fijación.

Para proteger elementos móviles mediante resguardos fijos, un requisito que debe cumplir el resguardo es que para su apertura o retirada requiera del uso de llave o herramienta.



Imagen 29. Cierre mediante llave triangular

8.03. Desviaciones encontradas

- La tapa inferior del elevador de cangilones, asociada a un final de carrera tipo roldana, no cumple los requisitos de seguridad.



Imagen 30. Final de carrera elevador cangilones

- Existen dispositivos de enclavamiento (micros magnéticos) que no tienen control por módulo de seguridad



Imagen 31. Puerta frontal y tapa del tromel sin módulo de seguridad

8.03. Soluciones normalizadas propuestas

En la norma UNE-EN ISO 13849-1:2016 [12] 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.

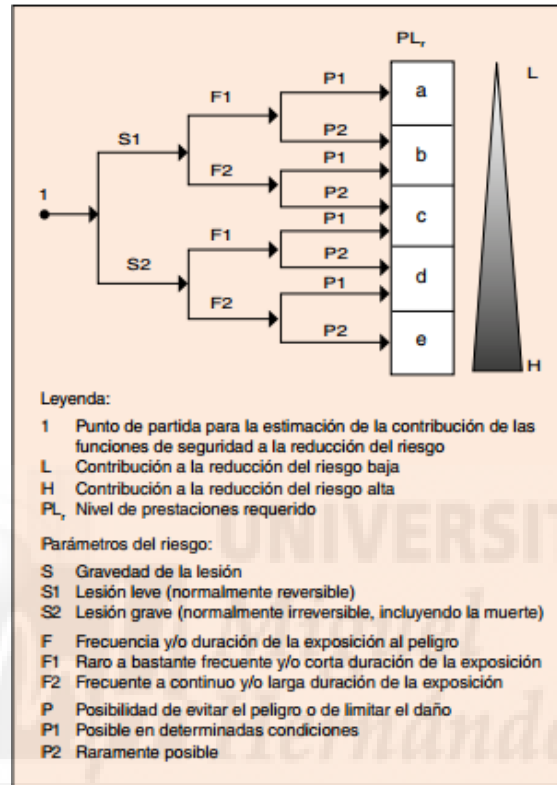


Imagen 32. Gráfico de riesgos para cálculo de nivel de prestaciones requerido

La 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 es:

- 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.

Será necesario un control por módulo de seguridad en todos los dispositivos, debiéndose cumplir al menos la categoría 1 para un nivel de prestaciones requerido c.

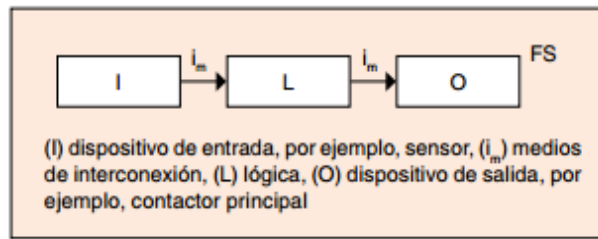


Imagen 33. Arquitectura tipo 1

Según la norma UNE-EN ISO 14119:2014 [13], los dispositivos de enclavamiento son aquellos dispositivos de protección mecánica-eléctrica 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.

Algunos ejemplos de dispositivos de enclavamiento son:

- Enclavamiento clavija-base
- Enclavamiento con detectores de proximidad
- Enclavamiento por interruptores magnéticos



Imagen 34. Enclavamiento clavija-base y con detectores de proximidad

También existen dispositivos de enclavamiento y bloqueo que, según la norma UNE-EN ISO 14119:2014, mantienen inmovilizado 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 y permanece bloqueado hasta que haya desaparecido el riesgo.

Algunos ejemplos de dispositivos de enclavamiento y bloqueo son:

- Dispositivo por doble leva del resguardo
- Dispositivo por leva del resguardo
- Dispositivo por transferencia de llave
- Enclavamiento directo entre resguardo y órgano de puesta en marcha

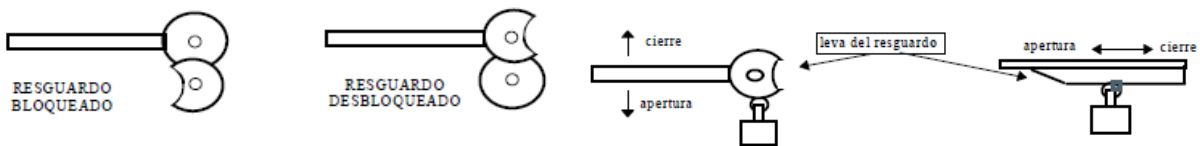


Imagen 35. Enclavamiento por doble leva y por leva de resguardo

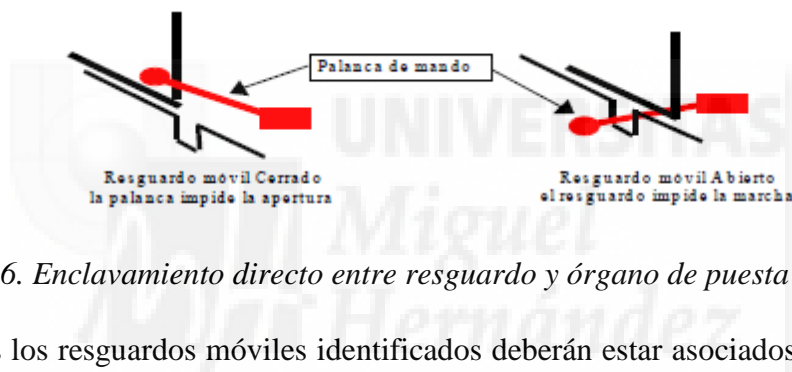


Imagen 36. Enclavamiento directo entre resguardo y órgano de puesta en marcha

Así pues, todos los resguardos móviles identificados deberán estar asociados a un dispositivo de enclavamiento que impida que los elementos móviles funcionen mientras se pueda acceder a éstos. Además, deberán provocar la parada cuando dejen de estar en posición de cierre.



Imagen 37. Modelo de micro magnético y base-clavija

Estos micros de enclavamiento deberán alcanzar la categoría 1 con un PL “c”. Deberán, por tanto, disponer de un relé o módulo de seguridad que realice un control de la lógica del circuito.

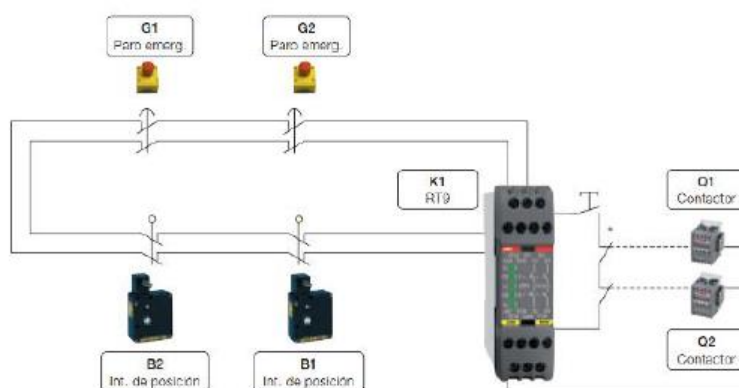


Imagen 38. Esquema con módulo de seguridad

8.04. Desviaciones encontradas

- Existen zonas con aberturas que permiten introducir la mano y alcanzar las correas y poleas de la zona de transmisión, con el consecuente riesgo de atrapamiento.



Imagen 39. Aberturas en zona de transmisión

- En la mesa vibrante hay separación entre la parte fija (rampa) y las partes móviles (mesa), generando puntos de aplastamiento para las extremidades superiores. Además, los muelles de la zona inferior están al alcance.

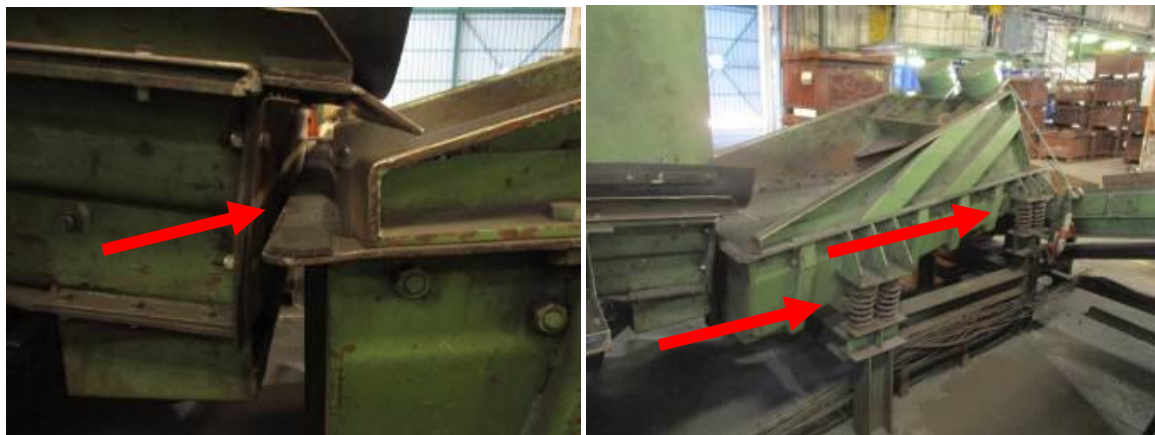


Imagen 40. Separación en rampa y muelles accesibles

- En la cinta transportadora hay separación entre la parte fija (cinta) y las partes móviles (mesa), generando puntos de aplastamiento para las extremidades superiores. Además, los muelles de la zona inferior están al alcance.



Imagen 41. Separación en cinta transportadora

8.04. Soluciones normalizadas propuestas

La norma UNE-EN ISO 13857:2008 [14] 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 a la zona peligrosa a	Altura de la protección b 1)									
	1000	1200	1400	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	400	-	-	-
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	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 7. Distancia a zona peligrosa según alturas de protección

- 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.

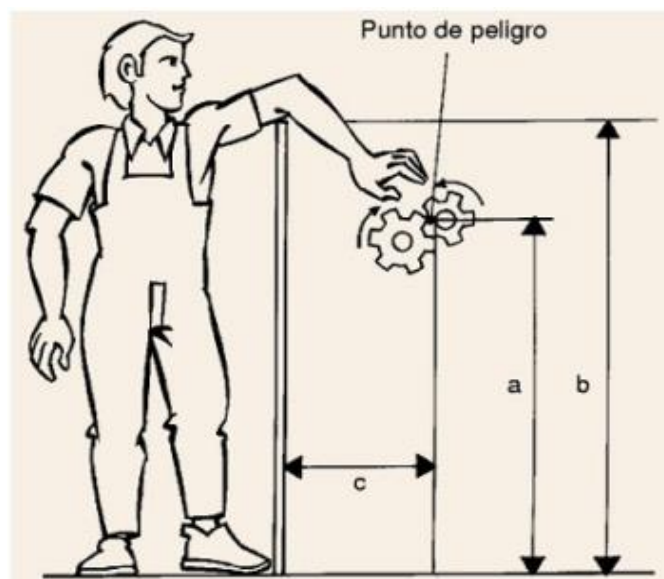


Imagen 42. Esquema de distancias

También la norma UNE-EN ISO 13857:2008 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 e inferiores:

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

Tabla 8. Aberturas de resguardos (acceso con mano)

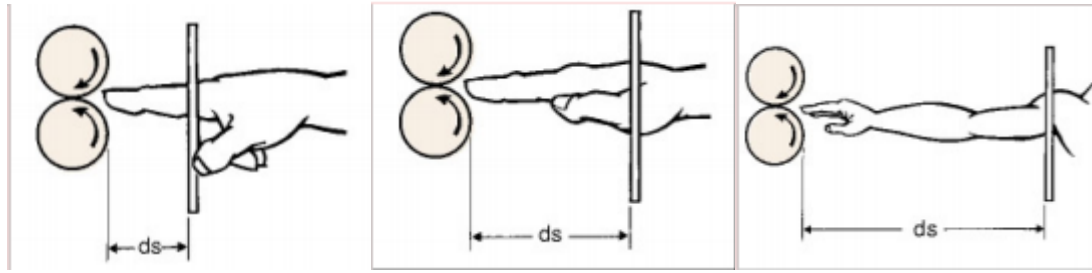


Imagen 43. Acceso con mano

PARTE DEL CUERPO	ABERTURA Resguardo	DISTANCIA DE SEGURIDAD		
		Ranura	Cuadrado	Círculo
Punta del dedo	$ds \leq 5$	0	0	0
Dedo	$5 < ds \leq 15$	>10mm	0	0
	$15 < ds \leq 35$	>80mm 1)	>25mm	>25mm
Pie	$35 < ds \leq 60$	>180mm	>180mm	>80mm
	$60 < ds \leq 80$	>650mm 2)	>180mm	>180mm
Pierna hasta la rodilla	$80 < ds \leq 95$	>1100mm 3)	>650mm	>650mm 2)
Pierna hasta entrepierna	$95 < ds \leq 180$	>1100mm 3)	>1100mm 3)	>1100mm 3)
	$180 < ds \leq 540$	Inadmisible	>1100mm 3)	>1100mm 3)

Tabla 9. Aberturas de resguardos (acceso con pie)

- 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 entrepierna”

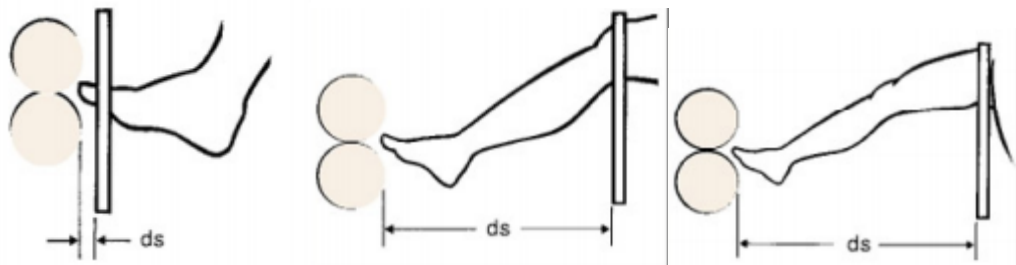


Imagen 44. Acceso con pie

También esta norma 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 (medidas en mm):

ALTURA HASTA LA ESTRUCTURA DE PROTECCIÓN (h)	DISTANCIAS		
	CASO 1	CASO 2	CASO 3
$h \leq 200$	≥ 340	≥ 665	> 290
$200 < h \leq 400$	≥ 550	≥ 765	> 615
$400 < h \leq 600$	≥ 850	≥ 950	> 800
$600 < h \leq 800$	≥ 950	≥ 950	> 900
$800 < h \leq 1000$	≥ 1125	≥ 1195	> 1015

Tabla 10. Distancias de seguridad para alcance con miembros inferiores

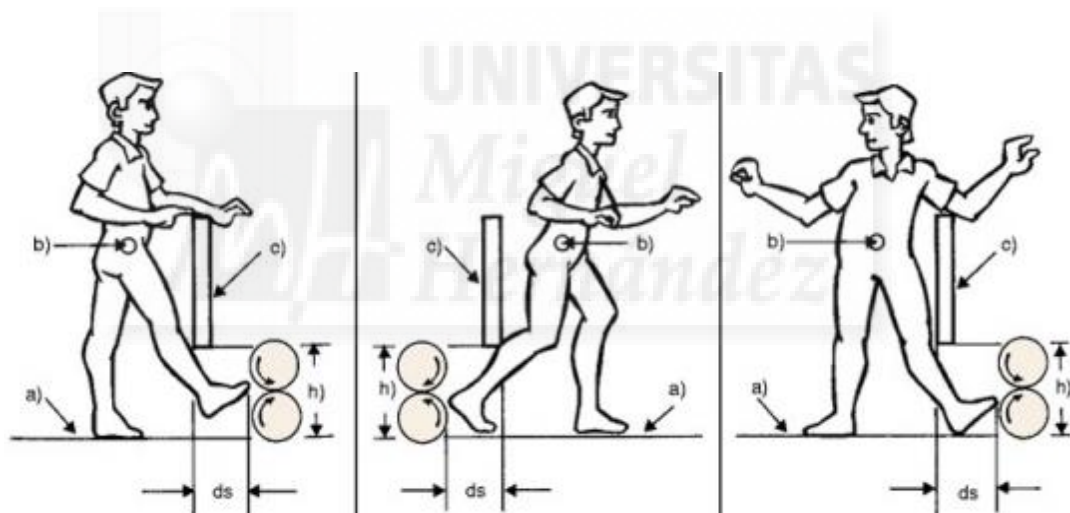


Imagen 45. Casos 1, 2 y 3 para Tabla 10

Por último, se definen las distancias mínimas para evitar el aplastamiento de partes del cuerpo entre órganos móviles y partes fijas

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

Tabla 11. Distancias para evitar aplastamiento



Imagen 46. Esquema para distancias de Tabla 11

Así pues, se instalarán resguardos según las distancias estipuladas en las tablas anteriores.

f) Dispositivos de separación de energías

		CLASIFICACIÓN
12	Dispositivos de separación de energías	
12.01	El sistema de corte de la energía neumática, ¿Dispone de un dispositivo claramente identificado que permite desconectar al equipo de su fuente?	NO IMPORTANTE

12.01. Desviaciones encontradas

- La unidad de mantenimiento neumática está deteriorada, habiendo perdido la esfera de protección.



Imagen 47. Unidad de mantenimiento neumática

12.01. Posibles soluciones normalizadas

Según la norma UNE-EN ISO 4414:2011 [15] las instalaciones neumáticas de las máquinas deben disponer de medios para desconectar el equipo de su fuente de energía neumática, por ejemplo mediante válvula fácilmente reconocible y bloqueable o si el grupo compresor neumático forma parte de la máquina cortando la alimentación de la energía eléctrica del motor del compresor mediante un seccionador eléctrico acerrojable.



Imagen 48. Válvula de corte neumático con taladro

Puede utilizarse como sistema de desconexión de la fuente de energía neumática acoplamiento de conexión (desconexión) rápida siempre que cumplan las siguientes condiciones:

- El acoplamiento no se debe desacoplar de manera peligrosa.
- No se debe expulsar aire comprimido ni partículas de manera peligrosa.
- Se disponga de un sistema de escape controlado de la presión cuando pueda existir un peligro.
- Solo es aplicable a máquinas pequeñas, con una presión de funcionamiento no muy alta y que después de desconectar haya un total control por parte del operador para impedir una conexión inadvertida.

Deben existir dispositivos integrados (tales como manómetros) o puntos de medida para verificar la ausencia de energía en los puntos de la máquina donde está previsto intervenir. Todos los acumuladores cargados con aire comprimido deben despresurizar el fluido de forma automática o bien aislar el acumulador positivamente cuando el sistema está desconectado.

En situaciones especiales donde se requiera una presión después de que la máquina está desconectada, no es necesario cumplir el requisito anterior, pero deberá indicarse claramente esta circunstancia.

Según la norma UNE-EN ISO 12100:2012, los equipos neumáticos de las máquinas deben estar diseñados de manera que:

- No se pueda sobrepasar la presión máxima nominal en los circuitos (por ejemplo, mediante dispositivos limitadores de presión);
- Las sobrepresiones o incrementos de presión, las pérdidas o caídas de presión o las pérdidas de vacío, no pueden dar lugar a ningún peligro;
- Las fugas o los fallos de los componentes no pueden dar lugar a ningún chorro peligroso de fluido o movimientos repentinos peligrosos de la tubería (latigazo);
- Los acumuladores de aire, depósitos de aire o los recipientes similares (por ejemplo, los acumuladores cargados con gas), cumplan los principios de diseño para estos elementos;
- Todos los elementos del equipo y especialmente las tuberías rígidas y flexibles, estén protegidos contra las agresiones externas;
- En la medida de lo posible, los depósitos y recipientes similares se pongan automáticamente a la presión atmosférica cuando se desconecte la máquina de su alimentación de energía, y, si esto no es posible, se integren en la máquina medios que permitan aislarlos, ponerlos a presión atmosférica e indicar la presión existente.

- Todos los elementos que puedan quedar a presión después del aislamiento del equipo de su alimentación de energía, estén provistos de dispositivos de descarga, claramente identificados y con una placa de aviso que llame la atención sobre la necesidad de poner estos elementos a la presión atmosférica antes de cualquier intervención de reglaje o de mantenimiento de la máquina.

Así pues, se instalará al menos un nuevo dispositivo con válvula reguladora, filtro y manómetro.



Imagen 49. Dispositivo válvula reguladora

g) Riesgos eléctricos

		CLASIFICACIÓN
16	Riesgos eléctricos	
16.01	¿El equipo de trabajo se encuentra protegido adecuadamente contra el riesgo de contacto eléctrico directo?	NO IMPORTANTE
16.02	¿La instalación eléctrica del equipo cumple con las normativas específicas correspondientes?	NO IMPORTANTE

16.01. Desviaciones encontradas

- La barra de enclavamiento entre el seccionador principal y la puerta no funciona correctamente, se puede abrir sin estar en la posición 0.
- Hay partes en tensión accesibles con la punta del dedo que no alcanzan un IP21.
- La cerradura del cuadro no es la adecuada.

ADAPTACIÓN DE MAQUINARIA A RD 1215/97 EN EMPRESA DE FORJA: GRANALLADORA INDUSTRIAL
MÁSTER EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES



Imagen 50. Enclavamiento del cuadro



Imagen 51. Partes en tensión accesibles



Imagen 52. Cerradura existente

16.01. Posibles soluciones normalizadas

Según la norma UNE-EN 60204-1:2007 las partes activas deben estar completamente cubiertas con un aislamiento que solo pueda ser separado por destrucción. Las pinturas y barnices no se considera una protección adecuada contra contactos directos.

Las partes activas deben estar situadas dentro de envolventes con un grado mínimo de protección contra contactos directos IP2X o IPXXB, cuando sea de fácil acceso debe ser IP4X o IPXXD. La apertura de la envolvente solo debe ser posible en una de las siguientes condiciones:

- Necesidad del uso de llave o herramienta, en áreas cerradas de funcionamiento eléctrico. El acceso únicamente lo realizará personal cualificado o instruido para efectuar operaciones en las que no sea necesario desconectar el equipo. Las partes activas montadas en la cara interior de las puertas deben tener un grado de protección mínimo de IP1X o IPXXA. Las partes activas susceptibles de ser tocadas cuando se accionan dispositivos de ajuste y rearme con la máquina en tensión deben tener un grado de protección mínima IP2X o IPXXB. Tales partes así protegidas deben llevar una señal de advertencia de riesgo eléctrico. Una barrera destinada a evitar un contacto involuntario con partes activas puede no impedir el contacto voluntario.
- Seccionamiento de todas las partes activas situadas dentro de la envolvente antes de su apertura mediante un enclavamiento de la puerta con un seccionador, de tal manera que la puerta sólo se puede abrir cuando el seccionador está abierto y éste sólo se puede cerrar cuando la puerta está cerrada. Esta medida se aplicará a todas las puertas del resguardo. Todas las partes activas después de la apertura del dispositivo de seccionamiento deben tener un grado de protección mínimo de IP2X o IPXXB; además deben de disponer de señal normalizada de advertencia del riesgo eléctrico.
- La apertura de una envolvente sin el uso de llave o herramienta y sin el seccionamiento de partes activas solo debe ser posible cuando todas las partes activas respondan a un grado de protección mínima contra los contactos directos de IP2X o IPXXB. Las barreras que aseguran esta protección deben requerir de una herramienta para su

desplazamiento o el seccionamiento automático de todas las partes activas protegidas por ellas cuando se quita la barrera.

La barra de enclavamiento de la puerta debe obligar a realizar el seccionamiento de todas las partes activas situadas dentro de la envolvente antes de su apertura mediante un acople entre puerta y seccionador, de tal manera que la puerta sólo se puede abrir cuando el seccionador está abierto y éste sólo se puede cerrar cuando la puerta está cerrada.



Imagen 53. Barra de enclavamiento

Instalar pantallas de protección en aquellos dispositivos que permiten tocar con las manos partes en tensión. En el interior de cuadros eléctricos debe alcanzarse IP21 (impedir alcanzar partes activas con punta del dedo).



Imagen 54. Pantallas de protección

16.02. Desviaciones encontradas

- En el interior del cuadro eléctrico se detectan conexiones intermedias entre bornes de dispositivos.



Imagen 55. Vista general del cuadro

- Las conducciones eléctricas y bandejas de cables están deterioradas y hay cajas sin prensa-estopa



Imagen 56. Bandeja de cables

16.02. Posibles soluciones normalizadas

Según la norma UNE-EN 60204-1:2007 se deberán instalar carteles normalizados de riesgo eléctrico en todos los cuadros de conexiones, del tipo:

CABLEADO:

Según la norma UNE-EN 60204-1:2007 el cableado del equipo eléctrico de las máquinas debe reunir las siguientes características:

- Los bornes en bloques de terminales deben identificarse correctamente de acuerdo con las marcas de los esquemas; las etiquetas de identificación deben ser legibles, permanentes y adecuadas al entorno físico.
- Los conductores y los cables deben unir bornes sin empalmes o uniones intermedias.
- La conexión de dos o más conductores sólo está permitida cuando el borne está previsto a tal efecto.
- Los bloques de unión deben estar conectados e instalados de manera que el cableado interno y externo no sobrepase los bornes.
- Los circuitos que no son interrumpidos por el dispositivo de seccionamiento deben estar identificados por un color o estar separados del resto de circuitos.
- Las terminaciones de cables multipolares deben estar fijadas de tal manera que no se ejerza ningún esfuerzo mecánico excesivo en el extremo del cable. En las botoneras y cajas de conexión colgadas el peso de la misma debe ser soportado por medios distintos al conducto flexible o cable multipolar.
- El cableado de conexión a los dispositivos montados en puertas de las envolventes debe ser flexible, con el suficiente bucle para permitir la correcta apertura y anclados tanto a la parte fija como la móvil independientemente de las conexiones eléctricas.
- Los colores normalizados de los cables, a no ser de la existencia de un código propio en la fábrica, son:
 - ✓ VERDE-AMARILLO: Circuito de protección equipotencial de puesta a tierra.
 - ✓ AZUL CLARO: Conductor neutro, si no existe conductor neutro se puede utilizar para otros propósitos excepto como conductor de protección.
 - ✓ NEGRO: Circuitos de potencia en AC y DC.
 - ✓ ROJO: Circuitos de mando en AC.

- ✓ AZUL: Circuitos de mando en DC
- ✓ NARANJA: Circuitos de enclavamiento de mando.

PROTECCIÓN CAIDA DE TENSIÓN:

Según la norma UNE-EN 60204-1:2007 cuando una caída de tensión puede ocasionar un mal funcionamiento del equipo debe existir un dispositivo de mínima tensión que garantice la protección adecuada (U.P.S. o S.A.I.).

CANALETAS Y CONDUCCIONES:

Según la norma UNE-EN 60204-1:2007 si es necesario, se debe procurarse para proteger el aislamiento del conductor eléctrico una protección adicional de un material no propagador de la llama y resistente a los aceites. Los conductos, canaletas y bandejas para el cableado del equipo eléctrico de las máquinas deben reunir las siguientes características:

- Los conductos flexibles metálicos o los cables multipolares deben utilizarse para conexiones que impliquen desplazamientos ligeros y poco frecuentes.
- Las conexiones a las partes de la máquina que se mueven frecuentemente deben realizarse con conductores extraflexible de las clases 5 o 6 dentro de conductos flexibles que se eviten las flexiones y sollicitaciones excesivas.
- Las canalizaciones flexibles deben ser adecuadas para el entorno ambiental previsto.
- La canalización flexible no metálica debe ser resistente a la torsión y debe tener unas características físicas similares a las del revestimiento de los cables multiconductores.
- Los conductos deben proporcionar un grado de protección mínimo de IP33.
- Las cajas de conexiones instaladas en la máquina deben tener un grado de protección mínimo de IP44.
- Se deben evitar todos los cantos vivos, aristas, roscas, rebabas o superficies rugosas con las cuales el aislamiento de los conductores pueda entrar en contacto.
- Las canalizaciones fijas deben mantenerse en su sitio de forma segura, y sujetas en sus extremos.
- Las canalizaciones metálicas rígidas y sus accesorios de acoplamiento deberán ser de acero galvanizado u otro material resistente a la corrosión. Se evitará el uso de metales diferentes para no causar corrosión galvánica.

- Cuando la canalización pasa cerca de la parte móvil se deben tomar precauciones de manera que se mantenga un espacio de al menos 25 mm entre las partes móviles y los cables o en su defecto una barrera fija entre ambos.
- Si hay peligro de acumulación de aceite o humedad, las canalizaciones pueden tener agujeros de drenaje de 6 mm de diámetro.
- Las bandejas o conductos abiertos para cables deben estar sujetas rígidamente y situados a una distancia suficiente de las partes móviles de manera que se minimice la posibilidad de daño o deterioro. En áreas donde se requiera un pasillo para personas, las bandejas abiertas deben instalarse por lo menos a 2 m por encima de la superficie de paso.

PROTECCIÓN SOBRECARGAS:

Según la norma UNE-EN 60204-1:2007 todos los motores con una potencia superior a 0,5 kW que funcionen normalmente de forma continua deben estar protegidos contra sobrecargas (guardamotor - dispositivo que detecta las relaciones tiempo/intensidad). Dicho dispositivo debe cortar todos los conductores activos excepto el neutro, impidiendo un posterior arranque en automático. Si el motor sufre constantes arrancadas no es necesario un guardamotor para potencias inferiores a 2 kW.

INDICE DE PROTECCIÓN DE ENVOLVENTES:

La siguiente tabla muestra la clasificación de los índices de protección de las envolventes eléctricas en función de sus características físicas (la tercera cifra sobre resistencia mecánica suele no aparecer indicada):

1er IP	Protección sólidos
0	Sin protección
1	Protegido contra cuerpos sólidos superiores a 50 mm
2	Protegido contra cuerpos sólidos superiores a 12 mm
3	Protegido contra cuerpos sólidos superiores a 2,5 mm
4	Protegido contra cuerpos sólidos superiores a 1 mm
5	Protegido contra el polvo
6	Totalmente protegido contra el polvo

Tabla 12. Índice de protección I

2°IP	Protección líquidos
0	Sin protección
1	Protegido contra caídas de agua hasta 15°
2	Protegido contra caídas de agua hasta 60°
3	Protegido contra caídas de agua de lluvia hasta 60°
4	Protegido contra proyecciones de agua en todas direcciones
5	Protegido contra agua lanzada en todas direcciones
6	Protegido contra golpes de mar
7	Protegido contra inmersión
8	Protegido contra inmersión a presión

Tabla 13. Índice de protección 2

3°IP	Protección líquidos
0	Sin protección
1	Energía de choque igual a 0,225 J
2	Energía de choque igual a 0,375 J
3	Energía de choque igual a 0,500 J
5	Energía de choque igual a 2 J
7	Energía de choque igual a 6 J
9	Energía de choque igual a 20 J

Tabla 13. Índice de protección 3

PROTECCIÓN SOBREENSIDADES:

Según la norma UNE-EN 60204-1:2007 el equipo eléctrico de las máquinas debe tener protección contra sobreenintensidades. Los circuitos y componentes de la instalación eléctrica de la máquina se protegerán contra sobreenintensidades de la siguiente manera:

- Circuitos de Potencia: Todos los conductores activos deben estar protegidos contra sobreenintensidad mediante un dispositivo de protección elegido convenientemente (interruptor magnetotérmico o fusibles). Dicho dispositivo estará colocado lo más cerca posible de la conexión de alimentación del circuito.

- Circuitos de mando: Los conductores de mando conectados directamente a los circuitos de potencia y los circuitos de alimentación del primario de los transformadores de los circuitos de control deben estar protegidos igual que los de potencia. Cuando el circuito de mando está alimentado mediante un transformador que tiene conectado uno de los polos del secundario al circuito de protección equipotencial, se requiere solamente un dispositivo de protección contra sobreintensidades en el otro polo del secundario.
- Tomas de corriente para mantenimiento: Debe existir un dispositivo de protección contra sobreintensidades en los conductores activos que alimentan dichas tomas de corriente.
- Circuitos de alumbrado de la máquina: Todos los conductores no conectados a tierra de los circuitos que alimentan el alumbrado de la máquina, deben estar protegidos contra cortocircuitos por dispositivos de protección contra sobreintensidades independientes de los que protejan los otros circuitos. Dicho dispositivo estará colocado lo más cerca posible de la conexión de alimentación del circuito.
- Transformadores: Los transformadores deben estar protegidos contra sobreintensidades. Tal protección debe evitar las desconexiones intempestivas debidas a las corrientes de arranque magnetizantes y evitar un calentamiento excesivo de los devanados cuando los bornes del secundario están en cortocircuito.

PROTECCIÓN SOBRETENPERATURA:

Según la norma UNE-EN 60204-1:2007 en aquellos circuitos donde una temperatura anormal puede causar situaciones peligrosas (por ejemplo resistencias de calentadores), deben estar provistos de un dispositivo de detección capaz de iniciar una respuesta adecuada del sistema de mando (termostatos).

PROTECCIÓN EQUIPOTENCIAL:

Según la norma UNE-EN 60204-1:2007 en el circuito de protección equipotencial hay que tener en cuenta las siguientes premisas:

La sección de los cables del circuito de protección equipotencial debe estar diseñada para soportar los esfuerzos térmicos y mecánicos que puedan resultar de las corrientes de defecto a

tierra. Se recomienda utilizar conductores de cobre y su sección no debe ser inferior a 16 mm^2 , no obstante se pueden utilizar los valores de la siguiente tabla:

Sección de los conductores de fase que alimentan el equipo	Sección mínima del conductor externo de protección
$S \leq 16 \text{ mm}^2$	$S \text{ mm}^2$
$16 \text{ mm}^2 \leq S \leq 35 \text{ mm}^2$	16 mm^2
$S > 35 \text{ mm}^2$	$S/2 \text{ mm}^2$

Tabla 14. Sección de cables mínima

- Únicamente el borne para la conexión del conductor exterior de protección debe identificarse mediante el marcado “PE”. El resto de los bornes para conectar los componentes de la máquina al circuito de protección equipotencial deben venir identificados por la combinación de color AMARILLO-VERDE o mediante el símbolo:



Imagen 57. Símbolo puesta a tierra

- No debe haber ninguna conexión entre el conductor neutro y el circuito de protección equipotencial en el interior del equipo eléctrico, ni utilizar el borne combinado PEN dentro de la envolvente.
- El color de los conductores de protección equipotencial será la combinación AMARILLO-VERDE, si en la fábrica hay un código interno de colores se puede utilizar otro, a excepción del AZUL CLARO.
- Las puertas con aparamenta eléctrica deberán asegurar la continuidad del circuito de protección por otro medio que no sean las bisagras o sistemas de cierre.
- Todas las masas y estructuras metálicas de la máquina deben estar conectadas al circuito de protección equipotencial, excepto pequeñas superficies ($50 \text{ mm} \times 50 \text{ mm}$) que no puedan asirse con la mano y que sea improbable un contacto con ellas.
- Las canaletas metálicas, tanto rígidas como flexibles no deben utilizarse como medio de garantizar la continuidad del circuito de protección equipotencial.

5.5.2. Anexo II. Disposiciones relativas a la utilización de los equipos de trabajo

A continuación se presentan los ítems aplicados durante la auditoría que son de aplicación:

		CLASIFICACIÓN
A-II	Condiciones generales de utilización	
II.03	El equipo de trabajo, ¿se utilizad de forma o en condiciones consideradas por el fabricante?	A valorar por PRL
II.04.3	¿Se utiliza el equipo de trabajo con averías que puedan afectar a la seguridad?	A valorar por PRL
II.12	¿El equipo dispone de manual de instrucciones de uso y mantenimiento?	A valorar por PRL

Las siguientes recomendaciones no serán vinculantes, aunque deberán tenerse en cuenta.

II.03. Recomendaciones

Según la guía técnica del INSHT, los elementos de trabajo sólo en casos excepcionales podrán utilizarse de forma o en operaciones o en condiciones no consideradas por el fabricante, si previamente se ha realizado una evaluación de los riesgos que ello conllevaría y se han tomado las medidas pertinentes para su eliminación o control. Debe tenerse especialmente en cuenta en el caso de la incorporación de equipos auxiliares a un equipo de trabajo.

En general dichas medidas afectarán al equipo y a las instrucciones de utilización que deberá elaborar en este caso el empresario.

Según la norma UNE-EN ISO 12100:2012, se debe proporcionar información al usuario acerca del uso previsto de la máquina, teniendo en cuenta, en particular, todos los modos de funcionamiento.

Otras normas a seguir, según el Anexo II del Real Decreto 1215/97 sobre disposiciones mínimas de los Equipos de Trabajo, son:

- Utilizar siempre el equipo de trabajo de forma o en condiciones consideradas por el fabricante.

- Comprobar antes de usar el equipo que las protecciones y condiciones de uso son adecuadas.
- Comprobar antes de la puesta en marcha que la misma no representa peligro a terceros.
- No utilizar el equipo de trabajo con averías que puedan afectar a la seguridad.
- Comunicar esta situación a un mando superior para su pronta solución.
- Utilizar el equipo dentro de sus valores nominales de funcionamiento, y mantener éstos en buen estado de servicio.
- Uso de las prendas de protección personal indicadas para cada equipo.

II.04.3. Recomendaciones

Según la guía técnica del INSHT, el operador de un equipo de trabajo debería advertir al supervisor de cualquier anomalía del equipo (ruidos extraños, calentamiento excesivo, paradas no deseadas o retardadas, movimientos imprevistos...) o de sus sistemas de protección. En cualquier caso de riesgo grave e inminente se procederá de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 21 de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales.

En caso de detectar alguna deficiencia deberá comunicarse al servicio de mantenimiento y no utilizarse hasta que no se haya reparado, señalizando que se encuentra fuera de uso.

Se colocará cartel de advertencia.



Imagen 58. Cartel "Máquina en mantenimiento"

II.12. Recomendaciones

Según la norma UNE-EN ISO 12100:2012, la información para la utilización debe cubrir, por separado o combinadamente, el transporte, el montaje e instalación, la puesta en servicio, la utilización de la máquina (reglaje, aprendizaje/programación o cambio de proceso de

fabricación, funcionamiento, limpieza, localización de averías y mantenimiento) y, si es necesario, la puesta fuera de servicio, el desmantelamiento y la retirada.

No dispone de un manual de instrucciones y al ser una máquina adquirida hace muchos años es difícil que el fabricante pueda facilitarlo. Ante este hecho, se deberá al menos, elaborar uno actualizado con los datos y experiencia que se dispongan referentes a su utilización, montaje y desmontaje, etc. Asimismo, es muy importante anotar en un diario de mantenimiento todos los reglajes y cambios que se hagan en la máquina.

Esto ayudará al buen funcionamiento del equipo de trabajo, y con ello a la protección de los operarios. Ambos documentos se deberán conservar durante toda la vida útil de la máquina.

Según la guía del INSHT, antes de proceder a su desmontaje es recomendable contactar previamente con el fabricante del equipo, y si no es posible se deberán elaborar instrucciones antes de proceder a desmontar el equipo que contemplen cual es la secuencia a seguir, como se desmonta cada parte, que medios auxiliares se requieren, peligros que pueden aparecer, etc.

Según la norma UNE-EN ISO 12100:2012, debe contener todas las instrucciones necesarias para asegurar un uso correcto y seguro de la máquina. Teniendo esto presente, debe informar y advertir a los usuarios acerca de los riesgos residuales.

La información debe indicar:

- La información que se necesita;
- Si es necesario utilizar equipos de protección individual;
- Si se pueden necesitar resguardos o dispositivos de protección suplementarios

Los requisitos legalmente exigibles, por parte del fabricante, a nivel documental conforme Directiva de seguridad en máquinas 2006/42/CE (en España R.D.1644/2008 [16]) son:

- Manual de instrucciones, en castellano. Conforme apartado 1.7.4 del Anexo I de la Directiva.
- Declaración CE de conformidad, en castellano. Conforme Anexo II de la Directiva.
- Placa de marcado CE. Según Anexo III de la Directiva.

La empresa debe disponer de procedimientos de trabajo en donde se detallen modos seguros de uso y mantenimiento de la máquina, medidas preventivas, buenas prácticas, usos indebidos, prohibiciones, riesgos residuales, etc.

6. CONCLUSIONES

A lo largo de varias semanas, se ha llevado a cabo una auditoría en la empresa Forjanor S.L. para adaptar una de sus muchas máquinas, en concreto una granalladora, al RD 1215/97.

Para ello, se han desarrollado los puntos conflictivos del ANEXO I de este RD (en el ANEXO a este proyecto se ha resumido en una tabla todas las disconformidades y las medidas preventivas propuestas)

También se ha aplicado el ANEXO II al RD, dejando al departamento de PRL de la propia empresa la valoración de las recomendaciones propuestas.

Todas las medidas propuestas se basan en actuaciones normalizadas, asegurando así en todo momento el cumplimiento de la normativa vigente y garantizando la máxima seguridad a los trabajadores.

Este proyecto no incluye la evaluación de riesgos así como otros aspectos como la formación, información a los trabajadores, entrega y disposición de los equipos de protección individual requeridos del puesto de operario de su uso y mantenimiento así como del personal encargado de ejecutar las acciones correctoras indicadas. Dicha evaluación deberá ser realizada por el sistema organizativo de la empresa

7. BIBLIOGRAFÍA

- [1] BOE, «Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales.,» 29 12 2014. [En línea]. Available: <http://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1995-24292>. [Último acceso: 05 2017].
- [2] INSHT, «Guía Técnica del Real Decreto 1217/1997,» 11 2011. [En línea]. Available: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/GuiasTecnicas/Ficheros/equipo1.pdf>. [Último acceso: 05 2017].
- [3] BOE, «Real Decreto 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.,» 13 11 2004. [En línea]. Available: <http://www.boe.es/buscar/pdf/1997/BOE-A-1997-17824-consolidado.pdf>. [Último acceso: 05 2017].
- [4] T. GRANALLAS, «TUPY.ES,» [En línea]. Available: http://www.tupy.com.br/downloads/pdfs/granalhas/grana_esp.pdf. [Último acceso: 05 2017].
- [5] AENOR, «Seguridad de las máquinas. Principios de diseño ergonómico. Parte 1: Terminología y principios generales.,» 23 09 2009. [En línea]. Available: <http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?tipo=N&codigo=N0043852>. [Último acceso: 05 2017].
- [6] AENOR, «Seguridad de las máquinas. Equipo eléctrico de las máquinas. Parte 1: Requisitos generales. (IEC 60204-1:2005, modificada,» 07 03 2007. [En línea]. Available: <http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?tipo=N&codigo=N0038545>. [Último acceso: 05 2017].
- [7] AENOR, «Seguridad de las máquinas. Principios generales para el diseño. Evaluación del riesgo y reducción del riesgo. (ISO 12100:2010),» 23 05 2012. [En línea]. Available: <http://www.aenor.com/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?tipo=N&codigo=N0049405>. [Último acceso: 05 2017].
- [8] BOE, «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.,» 13 11 2004. [En línea]. Available: <http://www.boe.es/buscar/pdf/1997/BOE-A-1997-8669-consolidado.pdf>. [Último acceso: 05 2017].
- [9] AENOR, «Seguridad de las máquinas. Medios de acceso permanentes a máquinas. Parte 1: Selección de medios de acceso fijos y requisitos generales de acceso,» 01 03 2017. [En línea]. Available: <http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?tipo=N&codigo=N0058000>. [Último acceso: 05 2017].
- [10] INSHT, «NTP 155: Cables de acero,» [En línea]. Available: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/101a200/ntp_155.pdf. [Último acceso: 05 2017].
- [11] AENOR, «Seguridad de las máquinas. Resguardos. Requisitos generales para el diseño y construcción de resguardos fijos y móviles. (ISO 14120:2015),» 06 04 2016. [En línea]. Available:

**ADAPTACIÓN DE MAQUINARIA A RD 1215/97 EN EMPRESA DE FORJA: GRANALLADORA
INDUSTRIAL
MÁSTER EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES**

- <http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?tipo=N&codigo=N0056446&pdf=>. [Último acceso: 05 2017].
- [12] AENOR, «Seguridad de las máquinas. Partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad. Parte 1: Principios generales para el diseño. (ISO 13849-1:2015),» 21 09 2016. [En línea]. Available: <http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?tipo=N&codigo=N0057029&pdf=>. [Último acceso: 05 2017].
- [13] AENOR, «Seguridad de las máquinas. Dispositivos de enclavamiento asociados a resguardos. Principios para el diseño y la selección. (ISO 14119:2013),» 05 03 2014. [En línea]. Available: <http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?tipo=N&codigo=N0052646&pdf=>. [Último acceso: 05 2017].
- [14] AENOR, «Seguridad de las máquinas. Distancias de seguridad para impedir que se alcancen zonas peligrosas con los miembros superiores e inferiores (ISO 13857:2008),» 12 11 2008. [En línea]. Available: <http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?tipo=N&codigo=N0042107>. [Último acceso: 05 2017].
- [15] AENOR, «Transmisiones neumáticas. Reglas generales y requisitos de seguridad para los sistemas y sus componentes. (ISO 4414:2010),» 14 12 2011. [En línea]. Available: <http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?tipo=N&codigo=N0048548>. [Último acceso: 05 2017].
- [16] BOE, «Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.,» 11 10 2008. [En línea]. Available: <https://www.boe.es/boe/dias/2008/10/11/pdfs/A40995-41030.pdf>. [Último acceso: 05 2017].

ANEXO I

ADAPTACIÓN DE MAQUINARIA A RD 1215/97 EN EMPRESA DE FORJA: GRANALLADORA INDUSTRIAL
MÁSTER EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CLASIFICACIÓN	MEDIDAS
1	Órganos de Accionamiento		
1.01	¿Su identificación es adecuada?	IMPORTANTE	Identificación con símbolos/colores
	Caída de objetos y proyecciones		
4.01	Si hay peligro de caída de objetos, ¿existe protección adecuada para evitar daños?	IMPORTANTE	Control de las partículas de granalla
6	Estabilidad del equipo de trabajo		
6.01	Si hay zonas elevadas de acceso de la máquina, ¿existen medios adecuados de acceso y permanencia que garantizan la seguridad de las personas?	IMPORTANTE	Adaptación de escaleras, puertas, rodapiés, barandillas...
7	Riesgo de estallido y rotura de elementos		
7.01	Si hay peligro de rotura y/o estallido de elementos de la máquina, ¿existen medios de protección adecuados?	IMPORTANTE	Uso adecuado de abrazaderas en cables de acero
8	Riesgo de accidente por contacto con elementos móviles		
8.01	Los elementos móviles accesibles, ¿están dotados de resguardos que impidan su contacto en funcionamiento?	IMPORTANTE	Adecuación de resguardos y protecciones
8.02	¿Los resguardos son de fabricación sólida y resistente?	IMPORTANTE	Revisión del estado de los resguardos existentes
8.03	¿Los resguardos impiden ser fácilmente anulados?	CRÍTICO	Instalación de módulos de seguridad
8.04	¿Están situados a distancia prudencial de la zona peligrosa?	IMPORTANTE	Comprobación de distancias mínimas de seguridad

12	Dispositivos de separación de energías		
12.01	El sistema de corte de la energía neumática, ¿Dispone de un dispositivo claramente identificado que permite desconectar al equipo de su fuente?	IMPORTANTE	Renovación de válvulas de control
16	Riesgos eléctricos		
16.01	¿El equipo de trabajo se encuentra protegido adecuadamente contra el riesgo de contacto eléctrico directo?	IMPORTANTE	Instalación de protectores para evitar contacto eléctrico
16.02	¿La instalación eléctrica del equipo cumple con las normativas específicas correspondientes?	IMPORTANTE	Adecuación de bandejas de cableado, revisión de conexiones

