



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior

Trabajo Fin de Grado

**PROYECTO DE ADECUACIÓN DE
SEGURIDAD DE MÁQUINAS
HERRAMIENTAS DEL TALLER
MECÁNICO DE LA EPS DE JAÉN**

Alumno: Carlos José Anguita Peña

Tutor: Prof. D. Rafael López García

Dpto.: Ingeniería mecánica y minera

Febrero, 2016

Contenido

Contenido.....	2
1. Justificación.....	4
2. Introducción y planificación.....	5
3. Modelo para Inspección	7
3.1. Lista de Verificación.....	8
3.1.1. Ficha de identificación del equipo de trabajo	8
3.1.2. Disposiciones mínimas aplicables (R.D. 1215/1997 anexo I).....	8
3.1.2.1. Mediciones	11
3.1.2.2. Equipos empleados	13
3.1.3. Disposiciones relativas a la utilización de los equipos (R.D. 1215/1997 anexo II).....	13
3.1.4. Criterios de aceptación de las disposiciones mínimas de seguridad y salud.....	14
4. Evaluación y reducción de riesgos	37
4.1. Evaluación de riesgos	37
4.1.1. Valoración de riesgos	39
4.2. Reducción de riesgos	42
4.3. Esquema resumen	43
5. Adaptación de las máquinas al Real Decreto 1215/1997.....	44
5.1. Fresadora Lagun FTV2.....	45
5.1.1. Inspección: Lista de verificación	46
5.1.1.1. Evaluación de riesgos.....	52
5.1.2. Soluciones y justificaciones a los problemas detectados	54
5.1.2.1. Presupuesto	59
5.2. Fresadora Milko 35	62
5.2.1. Inspección: Lista de verificación	64
5.2.1.1. Evaluación de Riesgos	70
5.2.2. Soluciones y justificaciones a los problemas detectados	73
5.2.2.1. Presupuesto	78
5.3. Taladro de columna	80
5.3.1. Inspección: Lista de verificación	81
5.3.1.1. Evaluación de Riesgos	87
5.3.2. Soluciones y justificaciones a los problemas detectados	90
5.3.2.1. Presupuesto	94

5.4. Sierra fija de Cinta	98
5.4.1. Inspección: Lista de verificación	99
5.4.1.1. Evaluación de Riesgos	105
5.4.2. Soluciones y justificaciones a los problemas detectados	107
5.4.2.1. Presupuesto	113
5.5. Torno Cumbre 022	117
5.5.1. Inspección: Lista de verificación	118
5.5.1.1. Evaluación de Riesgos	124
5.5.2. Soluciones y justificaciones a los problemas detectados	128
5.5.2.1. Presupuesto	133
5.6. Fresa Correa F1U	139
5.6.1. Inspección: Lista de verificación	141
5.6.1.1. Evaluación de Riesgos	147
5.6.2. Soluciones y justificaciones a los problemas detectados	151
5.6.2.1. Presupuesto	157
6. Conclusión	163
7. Referencias legislativas	165
8. Anexo I	169
9. Anexo II	16970

1. Justificación

Se justifica la importancia de este Trabajo de Fin de Grado sobre la Adecuación de Seguridad de máquinas herramientas del taller mecánico de la Escuela Politécnica Superior de Jaén, en base al 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, con objeto de garantizar que los equipos de trabajo cumplan las condiciones de seguridad exigidas en el anexo I de dicho Real Decreto y que se seleccionan, utilizan y mantienen de forma adecuada cumpliendo las exigencias del anexo II.

Este estudio, es un informe técnico que no tiene carácter de certificación, lo realiza un técnico competente integrado en un organismo de control autorizado (OCA), un servicio de prevención propio de la empresa donde este emplazado el equipo y/o un servicio de prevención ajeno acreditado por la empresa. Dicho informe no tiene la cualidad de ser obligatorio para cada máquina, no tanto así un documento en el que se exponga si la máquina herramienta cumple con las disposiciones de dicho Real Decreto.

El informe legislativo se deberá de realizar sobre cualquier máquina herramienta, independiente de su año de fabricación. En el caso de que la máquina no disponga de marcado CE (máquinas fabricadas antes del 1 de enero de 1995), tendrá el mismo carácter de obligatoriedad. No será obligatorio en este caso la certificación de las máquinas ni la declaración de conformidad de las mismas, a no ser, que se produzca la modificación sustancial sobre las funciones que realiza.

En lo que respecta a las máquinas herramientas con fabricación posterior al 1 de enero de 1995, la Guía Técnica del Real Decreto 1215/1997, en su artículo 3.1 afirma:

No obstante, el que una máquina esté provista del marcado CE, acompañadas 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 a los requisitos esenciales de seguridad y salud aplicables de dicha disposición. (p.11)

2. Introducción y planificación.

El objeto de este proyecto es la adecuación de las máquinas herramientas del laboratorio de mecánica de la Universidad de Jaén al Real Decreto 1215/1997, por el que se exponen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

En dicho laboratorio, nos encontramos con algunas máquinas que han sido susceptibles de sufrir algún cambio en estos años de utilización. Toda modificación sobre la máquina hace que la declaración de conformidad (marcado CE), existente en las máquinas herramientas que han sido compradas con fecha posterior al año 1995, deba de ser renovado por un organismo de control autorizado, en base a la directiva de máquinas 2009/104/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 16 de septiembre de 2009, relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores en el trabajo de los equipos de trabajo.

Al realizar cualquier modificación sustancial sobre la máquina, la empresa se convierte automáticamente en fabricante y el que lo era pasa a inhibirse de responsabilidad ante cualquier accidente que sufra un operario causado por un mal funcionamiento de la máquina. Por tanto, y en el caso de que la máquina se convierta en un peligro para el operario, será el empresario el que cargue con la responsabilidad civil ante cualquier acaecimiento que conlleve un daño. Por modificación sustancial, se entiende la realización de funciones nuevas o la aplicación de cambios en el comportamiento de la máquina. No serán modificaciones sustanciales, por ejemplo, pintar la máquina o bien el cambio de piezas defectuosas.

En nuestro caso, nos enfrentamos con que vamos a valorar la seguridad de seis máquinas, cuatro de ellas con el marcado CE y las dos restantes sin marcado debido a su año de fabricación.

El objetivo principal de este Trabajo de Fin de Grado, será el de verificar estas seis máquinas herramientas de uso cotidiano que se encuentran en dicho taller. Con esto, tratamos de eliminar los riesgos susceptibles de ser detectados en base a una lista de verificación. En el caso de no poder eliminar el riesgo, se deberá controlar

dicho riesgo y reducirlo a los mínimos niveles residuales. Para ello, analizaremos los requisitos que se exigen en la legislación actual, basándonos en el Real Decreto 1215/1997, recogiendo en un procedimiento que nos servirá de base para realizar la inspección de los equipos. Para la correcta elaboración del procedimiento y su posterior comprensión, se va a fundamentar en las normas armonizadas (UNE), en instrucciones técnicas complementarias (ITC) y en otros Reales Decretos vigentes.

Tras valorar el estado de las máquinas en lo que respecta a las disposiciones de seguridad y las disposiciones de utilización, se realizará una evaluación de riesgos, en la que se realizará una valoración del riesgo acorde con el método del análisis modal de fallos y efectos (AMFE) para una posterior reducción del riesgo. Gracias a este método, podremos valorar el peligro al que se expone el operario, incluso se podrá cuantificar el riesgo para así poder introducir medidas acordes a la no conformidad de la máquina. Esto quiere decir, que si el índice de probabilidad de riesgo es pequeño, y la medida correctora es demasiado cara, se podrá asumir el riesgo intentando minimizarlo al máximo y siempre que se le dé la información necesaria al usuario de la máquina.

Una vez valorados los riesgos, se propondrán medidas correctoras con su correspondiente justificación en base a la norma. Para plantear soluciones de forma adecuada, nos vamos a apoyar en normas de tipo C, es decir, normas específicas de seguridad por categorías de máquinas, que prevalecen por este orden sobre las normas de tipo de B (normas de seguridad relativas a una materia) y sobre las normas de tipo A (normas de seguridad fundamentales). Estas normas son más restrictivas en cuanto al uso de la máquina y al ser específicas de la máquina dan una idea más avanzada en cuanto a tipos de resguardos, problemas relacionados con los peligros mecánicos, eléctricos, etc. Tras realizar la propuesta de medidas correctoras, las presupuestaremos para así valorar el coste real de la adecuación a las disposiciones de seguridad.

En los siguientes puntos, se va a desarrollar pormenorizadamente lo anteriormente mencionado esta introducción, con el fin último de adecuar las máquinas a las condiciones de seguridad exigidas en el anexo I del Real Decreto 1215/1997 y que se utilizan y mantienen de forma adecuada de forma adecuada cumpliendo las exigencias del anexo II del Real Decreto 1215/1997.

3. Modelo para Inspección

Este proyecto consta de tres partes fundamentales, tal y como se ha expuesto en el apartado anterior. En primer lugar se comenzará realizando una primera inspección de los equipos, para ello es necesario analizar los equipos en base a una lista de verificación. Dicha lista de verificación debe recoger las disposiciones mínimas de seguridad y salud, en base al anexo I del 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 y las disposiciones relativas a la utilización de los equipos de trabajo, correspondiente con el anexo II del mencionado Real Decreto.

La lista de verificación se compone de una ficha de identificación del equipo de trabajo, de las disposiciones mínimas que se le aplican expuestas en base a las normas armonizadas de seguridad y de las disposiciones relativas a la utilización de esos equipos.

Para cumplimentar esta lista de verificación se deberá marcar una de las tres opciones posibles:

- Marcar la columna “SI”, si el criterio es aceptable o apto.
- Marcar la columna “NO”, si el criterio es rechazable o no apto.
- Marcar la columna “N/A”, si dicha disposición no se le aplica al equipo. Esta columna estará presente solo en el apartado de las disposiciones mínimas de seguridad y salud.

Además de estas tres columnas, se encuentra otra columna de observaciones. En ella se podrá evaluar por qué no se produce la aplicación de un criterio a la máquina herramienta que se analiza.

Es importante resaltar que en determinados apartados se tendrá que realizar mediciones adicionales correspondientes a ese criterio, para evaluar si el resultado es favorable o no, y por lo tanto, si cumple con la normativa aplicable. Para identificar estos apartados en la lista de verificación expuesta a continuación, irán marcados con un asterisco (*).

3.1. Lista de Verificación

3.1.1. Ficha de identificación del equipo de trabajo

Titular:	
Emplazamiento/Ubicación:	
Tipo de Máquina o Equipo:	
Marca/Fabricante:	Año de Fabricación:
Tipo/Modelo:	Nº de Identificación:

3.1.2. Disposiciones mínimas aplicables (R.D. 1215/1997 anexo I)

En la siguiente tabla, se encuentran los requisitos que han de cumplir las máquinas herramientas que se van a analizar.

REQUISITO	INSPECCIÓN				
	SÍ	NO	N/A	OBSERVACIONES	NORMA QUE LA CONTEMPLA
0. Revisión documental					
0.1. ¿Dispone de Manual de Usuario?					UNE EN ISO 12100:2012 APARTADO 6.4.5. Documentación que acompaña a la máquina
0.2. ¿Dispone de las Instrucciones de Mantenimiento y Registros de Mantenimiento?					
0.3. ¿Dispone de Marcado CE?					
0.4. ¿Se ha realizado alguna modificación de la máquina-herramienta? En caso afirmativo, ¿dispone de los Certificados de Inspecciones anteriores?					
1. Órganos de Accionamiento					
1.1. ¿Son visibles e identificables con indicaciones, colores y pictogramas?					UNE EN 61310:2008 UNE EN ISO 13851:2002
1.2. ¿Están situados fuera de zonas peligrosas?					
1.3. ¿El operador visualiza la zona peligrosa? En caso contrario, ¿dispone de las señalizaciones adecuadas?					
2. Puesta en marcha					
2.1. ¿Se realiza de forma voluntaria en cualquier caso? Bien producido por parada voluntaria o involuntaria					UNE EN 1037:2008

3. Órganos de parada						
3.1.	¿El equipo posee un órgano de parada total? Por ejemplo, un interruptor general de corte, un seccionador acerrojable...					UNE EN ISO 13849:2008 UNE EN 60204-1:2013
3.2.	En situaciones anómalas, ¿el equipo necesitará un rearme manual para su puesta en servicio?					
3.3.	¿Existen órganos de parada de emergencia si así se precisa?					UNE EN ISO 13850:2006
4. Riesgo de caída de objetos y proyecciones						
4.1.	En condiciones de utilización, ¿las características de la máquina evitan la caída no intencionada de objetos?					UNE EN ISO 13857:2008 R.D. 733/1997
5. Dispositivos de captación/extracción de gases						
5.1.	¿Poseen dispositivos cerca de la fuente emisora que sean capaces de realizar su trabajo en las condiciones más desfavorables?					UNE EN 626-1:2008
6. Equipos sobre los que se sitúen los trabajadores						
6.1.	¿La máquina dispone de soportes suficientes para evitar una posible caída?					UNE EN 626:2008 R.D. 2177/2004
6.2.	¿La superficie de la plataforma es antideslizante?					
6.3.	¿Las escaleras de mano, andamios... poseen los elementos necesarios de apoyo y tienen los sistemas de cuerdas adecuados para que en caso de caída y/o deslizamiento eviten la caída del operario?					
7. Estallidos y rupturas						
7.1.	¿Las protecciones están presentes y son suficientemente amplias para abarcar cualquier proyección?					UNE EN 953:2009
8. Resguardos						
8.1.	¿La máquina tiene resguardos frente a riesgos de contacto mecánico con partes móviles?					UNE EN ISO 13857:2008 UNE EN ISO 14119:2014

9. Iluminación (*)						
9.1.	¿La iluminación es adecuada al tipo de tarea?					R.D. 486/1997
10. Temperaturas (*)						
10.1.	¿Existen protecciones al contacto a temperaturas extremas?					UNE EN ISO 13732:2005
11. Alarmas						
11.1.	¿Es adecuado el uso de la misma en el equipo?					UNE EN 981:2008
12. Separación de fuentes de energía						
12.1.	¿Dispone de un seccionamiento que permita la interrupción de la máquina?					UNE EN 60204-1:2013
13. Señalización						
13.1.	¿Las advertencias y señales de seguridad son perceptibles de ser vistas y oídas?					R.D. 485/1997
14. Protecciones ambientales frente a condiciones agresivas y/o incendios						
14.1.	¿Son adecuadas las protecciones que eviten el contacto frente a una atmósfera agresiva?					UNE EN 626-1:2008
14.2.	¿El equipo de trabajo dispone de sistemas de protección adecuados para proteger a los trabajadores contra los riesgos de incendio? Extintores...					R.D. 1942/1993
15. Explosión						
15.1.	¿Existe protección del equipo a sustancias producidas o almacenadas, evitando la existencia de atmosfera explosiva? De no ser así, ¿hay medidas especiales de emergencia?					UNE EN 1127-1:2012
16. Contactos eléctricos (*)						
16.1.	¿El equipo de trabajo está protegido de contactos directos e indirectos? (Tomas de tierra adecuadas, tensiones de seguridad)					ITC MIE BT 021 (1973) ITC MIE 024 (2002) UNE EN 60204-1:2013

17. Ruido/Vibraciones/Radiaciones (*)						
17.1.	¿Es correcto que la utilización/no utilización de las protección contra ruido?					UNE EN 352:2002 R.D. 286/2006
17.2.	¿Es correcto que la utilización/no utilización de las protección contra vibraciones?					R.D. 379/2001
17.3.	¿Es correcto que la utilización/no utilización de las protección contra radiaciones?					UNE EN 14255/2007
18. Líquidos corrosivos						
18.1.	¿Los equipos de trabajo poseen protectores para evitar el contacto directo en el almacenamiento y/o uso de líquidos corrosivos?					R.D. 379/2001
19. Herramientas manuales						
19.1.	¿El material de mangos y órganos de mando es adecuado (sin bordes agudos ni resbaladizos) y con una buena resistencia para evitar la rotura y proyecciones de los mismos?					UNE EN 849:2009

3.1.2.1. Mediciones

Apartado 9.- Iluminación

Localización del punto de medida:				Evaluación:
Valor medio (lux):		Valor requerido de referencia:		

Apartado 10.- Temperaturas

Localización de las partes:	T(°C) Media	T(°C) Max Ref	Evaluación:

Apartado 16.- Protección eléctrica

Localización del punto de medida:					Evaluación:
Impedancia de bucle, Z (ohmios)		Sensibilidad del interruptor diferencial, Is (A)		$Z \cdot I_s =$ <50 V (con superficies secas) <24 V (con superficies húmedas)	

Apartado 17.1.- Ruido

Localización del punto de medida:			
Medidas	Valores (dB)	Corrección $L_{Aeq,T}$ por ruido de fondo cuando $L_{Aeq,T} > 80$	Valores (dB)
Nivel de calibrado inicial		$L_{Aeq} - L_{Af} =$	
Medición ruido de máquina ($L_{Aeq,T}$)		Valor correcto de medida (Inc L)=	
Tiempo de medición:		Ruido máquina corregido ($L_{Aeq,T} - \text{Inc L}$)=	
Medida del Valor Pico:			
Medida del ruido de fondo (L_{Af}): (si $L_{Aeq,T} > 80$)			
Nivel de calibrado final			

De darse este caso, dispone de la señalización de uso de protecciones acústica y en el equipo se han dado las medidas suficientes para reducir los niveles de ruido.

3.1.2.2. Equipos empleados

1ª/2ª Inspección	Tipo	Marca/Modelo	Nº de Serie

No se incluirá en esta lista de verificación las disposiciones mínimas particulares para equipos móviles y para equipos de elevación de cargas, ya que de antemano se sabe que no aplican en el estudio que vamos a realizar.

3.1.3. Disposiciones relativas a la utilización de los equipos (R.D. 1215/1997 anexo II)

REQUISITOS	SÍ	NO
1. ¿La instalación y el uso del equipo se ha realizado de forma que se minimizan los riesgos para la seguridad y salud de los operarios, teniendo en cuenta los principios ergonómicos de la máquina, y disminuyendo el riesgo de terceros?		
2. ¿El equipo se usa únicamente con el fin prefijado por el fabricante en su manual de usuario?		
3. ¿Se han tomado las medidas necesarias, en equipos que quedan parcialmente descubiertos, para evitar la accesibilidad a partes móviles?		
4. ¿Cuándo se produce la limpieza y/o mantenimiento del equipo se realiza con los instrumentos adecuados, evitando el contacto con zonas peligrosas de la máquina?		
5. ¿El equipo está instalado de forma que se evite su desplazamiento?		
6. ¿El operario que utiliza la máquina va equipado de forma adecuada según el manual de usuario?		
7. ¿El equipo dispone de un diario de mantenimiento?		
8. ¿Las herramientas manuales son adecuadas en dimensiones y formas para la máquina de trabajo?		
9. De haber dado de baja un equipo, ¿se han tomado las medidas suficientes para su inhabilitación?		
Disconformidades detectadas:		

3.1.4. Criterios de aceptación de las disposiciones mínimas de seguridad y salud

Una vez expuestas las disposiciones mínimas de seguridad y salud, se va a realizar una justificación basándose en las normas armonizadas que en cada caso se le aplican a las maquinas herramientas que son de estudio. Cabe decir, que dicha justificación tiene un punto de vista generalista de seguridad de las máquinas herramientas. Posteriormente, cuando se valoren las soluciones que se van a aplicar sobre los equipos, se recurrirá a la normativa específica de los mismos.

Siendo esto así, se creará una lista interpretando punto por punto los criterios de aceptación en cualquier caso.

0. Revisión documental: Se solicitará la siguiente documentación

0.1. *Manual de usuario*

0.2. *Instrucciones de mantenimiento y Registros de mantenimiento*

0.3. *Marcado CE*

0.4. *Modificaciones en la máquina*

Según la norma UNE-EN ISO 12100:2012, de Seguridad de máquinas, principios generales para el diseño, evaluación del riesgo y reducción del riesgo. En el apartado 6.4.5. *Documentos que acompañan a la máquina*, expone el contenido de los documentos anteriormente mencionados y que en el caso de que no se cuente con alguno de estos documentos y con los requisitos requeridos por la anterior norma, será motivo de “No Conformidad” del equipo. Esta “No conformidad” del equipo exigirá la solicitud de los documentos al fabricante o la realización de los mismos por parte de un técnico especializado en base al contenido que se cita en esta norma.

1. Órganos de accionamiento:

Para la explicación de este punto, tenemos que basarnos en diversas normas para justificar la lista de verificación. Por ello, se va a dar unos pequeños matices de cada una dentro de cada apartado. Dichas normas se exponen a continuación:

- UNE-EN 61310:2008, de Seguridad de máquinas. Indicación, marcado y maniobra. En sus tres partes respectivamente: especificaciones para las

señales visuales, audibles y táctiles; requisitos para el marcado; requisitos para la ubicación y el funcionamiento de los órganos de accionamiento.

- UNE-EN ISO 13851:2002, de Seguridad de máquinas. Dispositivos de control de dos manos. Aspectos funcionales y principios de diseño.

1.1. Visibles e Identificables:

No puede existir confusión en la manipulación con respecto a los órganos de accionamiento principales, sobre todo, si estos vienen relacionados con la seguridad. Por todo ello, los órganos de accionamiento tienen que ser fácilmente identificables mediante indicaciones, colores y/o pictogramas. A excepción de los volantes, que pueden no llevar indicaciones, siempre y cuando sean de funcionamiento intuitivo.

No existirá más de un órgano de accionamiento que realice la misma función, siendo indispensable en su uso la visión de las funciones que realiza la máquina. Exceptuando los dispositivos de mando a dos manos que vienen recogidos en la UNE-EN ISO 13851:2002 que ha sido mencionada anteriormente.

1.2. Situados fuera de zonas peligrosas:

El puesto de mando del equipo de trabajo o los órganos de accionamiento han de estar situados fuera de la zona peligrosa.

Si fuera necesario acceder a una zona restringida del equipo de trabajo, deberá existir una botonera de maniobra para así anular el puesto de mando principal o existir órganos de accionamiento seguros en dicha zona peligrosa.

La ubicación o forma de los órganos de accionamiento no pueden permitir su manipulación involuntaria.

Los dispositivos de mando deben estar instalados de forma que no estén situados a menos de 0.6 m por encima del nivel de servicio y sean fácilmente accesibles por el operador cuando se encuentre en su posición normal de trabajo.

Respecto a los colores de los órganos de accionamiento, decir que están normalizados según el apartado 5.2 de la norma UNE-EN 61310-1.

1.3. Señalizados de forma adecuada:

El operador debe visualizar toda la zona peligrosa del equipo de trabajo. En caso contrario, deberá de contar con medios auxiliares, tales como espejos, cámaras, etc. Si todavía esto no es seguro, debe estar implantado en el proceso un procedimiento de trabajo seguro. Los sistemas de mando siempre serán adecuados al trabajo a realizar, teniendo en cuenta un posible fallo de los mismos.

2. *Puesta en Marcha*: Se realizará solo desde un puesto de mando. En caso de estar duplicados, uno de ellos será el principal.

Según la norma UNE-EN 1037:2008 de Seguridad de máquinas. Prevención de una puesta en marcha imprevista, expone en su apartado 3.2 los distintas puestas en marcha inesperada, son debidas a: una orden de puesta en marcha como resultado de un fallo interno de un sistema de mando o de una influencia externa sobre dicho sistema; una orden de puesta en marcha generada por una acción humana inoportuna sobre un órgano de accionamiento de puesta en marcha o sobre otros elementos de la maquina; el restablecimiento de la alimentación de la energía después de una interrupción; y algunas influencia externas/internas como el viento, autoencendido de motores de combustión... sobre los elementos de la máquina. En estos casos mencionados, se deberá de realizar un rearme de la máquina.

2.1. Puesta en marcha voluntaria:

Un fallo o interrupción de la alimentación de energía al equipo y su restablecimiento posterior, no producirá la puesta en marcha imprevista (si esto ocasionara un peligro) ni provocará la caída o proyección de cualquier elemento móvil o pieza sujeta por el equipo al reestablecerse la alimentación de la energía después de la interrupción.

3. *Órganos de parada*: Al igual que en el primer apartado tendremos que recurrir a varias normas para dar una justificación adecuada. Además, se va a incluir alguna norma en el apartado 3.3.

- UNE-EN ISO 13849-1 de Seguridad de máquinas. Partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad, en su primera parte: principios generales para el diseño.

Esta norma se basa en la norma UNE-EN ISO 12100:2012, anteriormente mencionada en el punto 0 de los criterios de aceptación de la tabla 1, y en la norma UNE-EN ISO 14121-1:2008 de seguridad de las máquinas, evaluación del riesgo, en su parte 1: Principios, anterior a dicha a norma.

- UNE-EN 60204-1:2013 de Seguridad de máquinas. Equipo eléctrico de las máquinas en su parte 1: Requisitos generales

3.1. Órganos de parada total:

Todo equipo tendrá que poseer un dispositivo que permita la parada total de la máquina en condiciones de seguridad y salud para el personal.

La orden de parada deberá de prevalecer sobre cualquier orden para evitar la posibilidad de un accionamiento del equipo no deseado, es por ello por lo que deberá existir un interruptor general de corte, seccionador acerrojable o similar. Además deberá existir una un órgano de accionamiento que permita la parada de la máquina o bien la parada de partes de ella según las necesidades de proceso, que asegure la perfecta permanencia del personal encargado.

En el hipotético caso, que contemos con un sistema inercial en la máquina, se deberá disminuir la velocidad con un sistema de paro más energético de desconexión. Es decir, la existencia de una parada anormalmente más lenta de lo habitual no será excusa para la inmediata detención de la máquina

3.2. Prioridad de Parada/Marcha:

No se produce en ninguna situación inesperada la puesta en servicio imprevista, siendo siempre necesario un rearme manual por parte del operario.

3.3. Parada de emergencia

Para la exposición de este punto tenemos que recurrir a la Norma UNE EN ISO 13850:2006, de Seguridad de máquinas, parada de emergencia, en los principios para el diseño. Aunque como nos dice en la Norma IEC 60204-5-5 en el apartado 4.4 para los requisitos relativos a los dispositivos de parada de emergencia habrá que recurrir al trabajo, dimensiones y tipología que tiene el equipo de trabajo para valorar la cantidad de dispositivos de parada que deberemos usar.

El/Los órgano/s existente/s deberán de funcionar correctamente, siendo admisible que el equipo pare, solamente, aquellos elementos susceptibles de crear peligros.

Los dispositivos de parada de emergencia deberán estar diseñados para que se pueda accionar con facilidad por el operador y por otras personas que puedan verse en la necesidad de accionarlo. Con esta finalidad, encontramos diversos tipos de órganos de accionamiento: pulsadores en forma de seta (el más utilizado y conocido); cables, cuerdas, barras; manillas; en aplicaciones particulares, pedales, los cuales no tendrán cubierta de protección.

Al usar estos dispositivos, se deberá evitar el arranque espontáneo de la máquina al restablecerse la alimentación de la energía después de una interrupción de ésta si ello puede originar un peligro. La parada de emergencia, como tal, deberá originar un bloqueo de la máquina. Aunque en el caso de existir órganos móviles con inercia no debe ser posible el acceso a la zona peligrosa hasta que los mismos se hayan detenido totalmente.

Para continuar usando la máquina una vez haya pasado el peligro, se tendrá que producir el rearme del paro de emergencia, que en cualquier caso será manual, una vez haya pasado el peligro. Por ejemplo, en el caso de la seta de emergencia, su desenclavamiento se produce girando un cuarto de vuelta la seta en sentido de las agujas del reloj.

4. Riesgo de caída de objetos y proyecciones: En este apartado se valorará las condiciones de utilización de la máquina y si sus características evitan la caída no intencionada de objetos.

4.1. *En condiciones de utilización:* Se deberá de reducir al mínimo la posibilidad de fallo, por ello, el personal deberá de ir uniformado adecuadamente y con todos los EPI's (equipos de protección individual) según la acción que esté realizando, si el resguardo que usa la máquina es móvil, en base al Real Decreto 733/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

Siendo redundante y en base a la norma UNE EN ISO 13850:2006, expuesta en el apartado 3.3. Parada de emergencia, se indica que las trampillas que den acceso a las máquinas de las que poder salir proyectados objetos y que estén diseñadas para funcionar con estas trampillas cerradas, se abrirán únicamente con la ayuda de herramientas, o estarán enclavadas de forma que su apertura suponga la parada de la máquina, siempre y cuando esta parada suponga la eliminación inmediata del riesgo. El estudio de estas trampillas y la valoración de las mismas se encuentra en la norma UNE-EN ISO 13857:2008, de Seguridad de máquinas, distancias de seguridad para impedir que se alcancen zonas peligrosas con los miembros superiores e inferiores.

5. Captación y Extracción de gases: Para valorar este punto se recurrirá al norma UNE-EN 626-1:1995+A1:2008, de Seguridad de máquinas, reducción de riesgos para la salud debido a sustancias peligrosas emitidas por las máquinas, en su parte 1: Principios y especificaciones para los fabricantes de maquinaria. La cuál marcará las directrices de actuación en el caso de la existencia de equipos encargados de la captación de gases, vapores, líquidos peligrosos y polvo, que por número y por eficacia, deberán ser capaces de cumplir con su cometido en las condiciones de trabajo más desfavorables.

5.1. *Condiciones de uso*: La carcasa, o cuerpo, de los equipos, así como juntas y uniones, deberán conservarse en buen estado, de manera que no exista posibilidad de salida de sustancias nocivas al exterior, a través de ellos.

Las trampillas que den acceso al interior de equipo con riesgo por emanación de gases, vapores, etc. se abriría únicamente con la ayuda de herramientas, o estarán enclavadas de forma que su apertura suponga la parada de la máquina, siempre y cuando esta parada suponga la eliminación inmediata del riesgo.

6. Equipos sobre los que se sitúan los trabajadores: Para la valoración de este nos vamos a basar en la norma UNE-EN 626:2008 de Seguridad de máquinas, medios de acceso permanente a máquinas e instalaciones industriales, en su primera parte: selección de medios de acceso fijos entre dos niveles. Además del uso del Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el 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 materia de trabajos temporales en altura.

6.1. Soportes para evitar una caída. La máquina dispone de soportes suficientes, con dispositivos de freno si estos son con ruedas. La máquina en ningún caso balancea y se precisa de una acción voluntaria para variar su posición inicial

6.2. Superficie de la plataforma. La superficie de la plataforma, en el caso de su existencia, es antideslizante y con más de 600 mm de anchura.

Para caídas a distinto nivel dispone de barandillas de 900 mm (aunque es recomendable de 1000 mm) de altura mínima con barra intermedia y de un rodapié o cualquier otro sistema que proporcione una protección equivalente. El acceso a la máquina nunca supondrá un riesgo añadido al utilizarla en cuanto a seguridad se refiere.

6.3. Evitan la caída del operario. En caso de ruptura de la estructura (siempre realizada en base a las directrices de la norma) se han tenido en cuenta las suficientes medidas en las técnicas de acceso y el posicionamiento mediante cuerdas para que no se produzca la caída del operario. En el caso particular de las escaleras de tijera, dispondrán de elementos de seguridad que impidan su apertura al ser usadas, tal y como marca el R.D. 2177/2004.

7. Estallidos y rupturas: Para valorar este apartado tenemos que acudir a la norma UNE-EN 953:1998+A1:2009, de Seguridad de máquinas, resguardos, requisitos generales para el diseño y construcción de resguardos fijos y móviles.

7.1. Protecciones presentes. En este punto se estudiará la existencia de resguardos y protecciones en la máquina, si estas son suficientemente amplias para abarcar cualquier proyección, si son de fabricación sólida y si son resistentes para absorber cualquier impacto. Además de que no ocasionen riesgos suplementarios para el operario (resguardos móviles).

8. Resguardos. Los resguardos cuya finalidad sea impedir el alcance de zonas peligrosas con los miembros superiores o inferiores cumplirán con la norma UNE EN ISO 13857:2008, mencionada en el apartado 4. Según marca esta norma, la máquina tendrá resguardos con enclavamiento en base a la norma UNE EN ISO 14119:2014 de Seguridad de máquinas, dispositivos de enclavamiento asociados a los resguardos, principios para el diseño y la selección.

En la norma UNE EN ISO 13857:2008, encontramos diversos esquemas de resguardos en los que se marcan las distancias a las que deben responder los resguardos usados en la máquina. Esta norma separa por un lado las distancias de seguridad para los miembros superiores: alcance hacia arriba; alcance por encima de una estructura de protección; aberturas irregulares. Y por otro lado las distancias de seguridad para miembros inferiores a través de aberturas regulares.

8.1. *Resguardos*. Como se indicó en el apartado 7 de los criterios de aceptación, este tipo de resguardo nunca deberá suponer un riesgo para la salud e integridad del operario. Para valorar de forma adecuada su uso, tendremos que recurrir a la norma UNE EN ISO 14119:2014, en esta norma y gracias a la evaluación de riesgos seremos capaces de valorar el uso de resguardos y si por tanto, deberá de tener enclavamiento.

Basándonos en lo expuesto hasta ahora, se van a dar unas generalidades, que en cualquier caso, tendrán que cumplir los resguardos según su tipo:

- Resguardo fijo: Estarán firmemente sujetos a su posición (es decir, cerrado) mediante soldadura o elementos de fijación (tornillos, tuercas...)
- Resguardo móvil: Dispondrá siempre de un dispositivo de enclavamiento que impida el funcionamiento del equipo de trabajo mientras el resguardo no esté colocado en su lugar. Al ser retirado de su lugar el resguardo móvil, la máquina se detendrá inmediatamente en su funcionamiento y para una nueva puesta en marcha habrá que rearmar el equipo.
- Resguardo con aberturas: Dependerán si son fijos o móviles de:
 - Tamaño de la abertura;
 - Tipo de abertura;

- Parte del cuerpo humano que protege;
- Distancia del resguardo a la zona peligrosa.
- Resguardo continuo: Serán fijos o móviles con dispositivo de enclavamiento. No se permitirán los resguardos continuos metálicos cuando la observación del ciclo de trabajo sea necesaria para operar correctamente.

En lo que respecta a la nueva puesta en marcha, después de accionar algún resguardo, se tendrá que rearmar la máquina en cualquiera de los casos. No están permitidos huecos o espacios que permitan burlar estos dispositivos y alturas de colocación que permitan pasar por encima o por debajo, etc.

9. Iluminación. La iluminación en la zona donde se ejecuten las tareas deberá permitir que los trabajadores dispongan de condiciones de visibilidad adecuadas para poder desarrollar sus actividades sin riesgo para su seguridad y salud. Por “zona donde se ejecuten tareas” se debe entender cualquier zona donde el trabajador tenga que realizar una función visual en el transcurso de su actividad.

Las máquinas dispondrán, además, de iluminación localizada en las zonas de trabajo, puesta a punto, órganos internos de inspección frecuente, reglaje y mantenimiento, cuando las características de la máquina y/o sus resguardos hacen insuficiente la iluminación ambiental.

La iluminación de cada zona o parte de un lugar de trabajo deberá estar adaptada a las características de la actividad que se efectúe en ella teniendo en cuenta:

- a. Los riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores dependientes de las condiciones de visibilidad.
- b. Las exigencias visuales de las tareas desarrolladas.

La no conformidad se indicará cuando no se cumpla lo que al respecto de la iluminación se establece en el 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.

9.1. Iluminación adecuada a la tarea que se realiza. Sobre todas las posibles zonas donde se ejecuten tareas, así como cada zona o parte del lugar de trabajo relacionadas con el equipo de trabajo se procederá como se indica a continuación:

Los niveles de iluminación se obtendrán en el mismo lugar donde se realiza la tarea. Así pues, dichos niveles deberían ser medidos mediante luxómetro, cuyo elemento sensor se posicionará a la altura del plano de trabajo y con su misma inclinación, dado que los niveles de iluminación horizontal, vertical o en cualquier plano pueden ser distintos.

En las áreas de uso general los niveles de iluminación han de obtenerse a una altura de 85 cm del suelo, en tanto que en las vías de circulación dichos niveles se deben medir al nivel del suelo, con el fin de asegurar la visualización de obstáculos o discontinuidades en el mismo.

El sistema de iluminación deberá estar diseñado de manera que:

REAL DECRETO 486/1997		
Exigencias visuales de la tarea	Nivel mínimo requerido (Lux)	Categoría de la tarea
Bajas	100	D (fácil): Manejo de máquinas herramienta pesadas, lavado de automóviles, etc.
Moderadas	200	E (normal): Trabajos comerciales, reparación de automóviles, trabajos de confección, etc.
Altas	500	F (difícil): Escritura y dibujo con tinta, maquinaria de precisión*, etc.
Muy Altas	1000	H (complicada): Montaje sobre circuitos impresos, trabajos de relojería, etc.
<i>*En la norma UNE EN 1837:1999+A1:2010 de Seguridad de máquinas, iluminación integrada en las máquinas, se expone, en su apartado 4.2 Iluminancia que en general se debe proporcionar una iluminancia mantenida de 500 lux, como mínimo, con una uniformidad mínima de 0.7 en el plano de trabajo. Si hay más de un plano de trabajo en la máquina se deberá considerar por separado. En las zonas circundantes inmediatas, deben tener una iluminación mantenida de 300 lux.</i> <i>Si la utilización de la máquina hace necesaria una ayuda visual o una visera de protección, la iluminación se debe multiplicar por el valor recíproco del factor de transmisión del dispositivo, si se desconoce será de un 50%.</i>		

En cualquier caso, la iluminación deberá cumplir, además, en cuanto a su distribución y otras características, las siguientes condiciones:

- Evitar deslumbramientos del operador o de otros trabajadores situados en zonas adyacentes.
- Evitar sombras que dificulten la realización de la tarea.
- Garantizar la discriminación de colores en la tarea visual.
- Evitar el efecto estroboscópico, es decir: que un objeto que gira u oscila se vea como si estuviera en reposo.
- Lograr que el propio equipo de iluminación no cree nuevos peligros, por ejemplo, por rotura de una bombilla, por calor excesivo, por emisión de radiaciones, por contacto con la energía eléctrica...

Los sistemas de iluminación utilizados no deben originar riesgos eléctricos, de incendio o de explosión, cumpliendo con los requisitos del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Igualmente, se procurará evitar el empleo de un solo tubo fluorescente porque puede dar lugar a los anteriormente mencionados efectos estroboscópicos, peligrosos en máquinas rotativas o alternativas.

10. Temperaturas. Para la adecuada valoración de este punto, encontramos todo lo necesario en la norma UNE-EN ISO 13732:2005 de Ergonomía del ambiente térmico, métodos para la evaluación de la respuesta de contacto con superficies, en lo que atañe a sus tres partes.

10.1. Contacto con temperaturas extremas. En el caso que nos atañe, vamos a prestarle especial interés al contacto con las partes calientes, que quedan expuestas en la primera parte de la norma que se acaba de mencionar.

Así pues, las paredes de hornos y cubilotes deben estar adecuadamente apantalladas o refrigeradas, siempre que no se pueda alejar el puesto de trabajo. De igual manera deberán ser consideradas para su estudio las partes o componentes de cualquier máquina o equipo de trabajo que tenga superficies accesibles con riesgo de alta temperatura y que pueda ocasionar un riesgo de quemadura por contacto voluntario o involuntario.

La siguiente tabla recoge las temperaturas que inducen al riesgo de quemadura:

Temperaturas (°C)	Tiempos (*)				
Materiales	1s	4s	1 min	10 min	8 h
Metal no revestido	65	58	51	48	43
Metal revestido	70	63	51	48	43
Cerámicas, vidrios...	70	80	56	48	43
Plásticos	85	74	60	48	43
Madera	115	93	60	48	43
(*) Considerando el tiempo de: -Contacto involuntario de 1 segundos y nunca más de 4 segundos; -Contacto voluntario de corta duración máximo de 1 minutos; -Contacto voluntario de más de 10 minutos; -Larga duración más de 8 horas.					

11. Alarmas. Para la exposición de este punto, se tiene que tener en cuenta la norma UNE EN 981:1997+A1:2008 de Seguridad de máquinas, sistemas de señales de peligro y de información auditivas y visuales. En esta norma se van a valorar dos casos, Por un lado los dispositivos de alarma como señal audible y por otro, como señal visible.

11.1. Valoración de la señal.

11.1.1. Señal audible. (Norma UNE EN ISO 7731:2008, de Ergonomía, señales de peligro para lugares públicos y lugares de trabajo, señales acústicas de peligro) El nivel sonoro será superior al ruido ambiental en toda la zona peligrosa. En caso de duda será mayor de 65 dB. Habrá que tener en cuenta el uso de protectores auditivos. El sonido de la alarma no deberá ser similar con la utilizada para otros fines.

11.1.2. Señal visible. (Norma UNE EN 842:1997+A1:2008, de Seguridad de máquinas, señales visuales de peligro). En ella se expone que la señal será visible en todas las condiciones de iluminación y que deberá existir un contraste con la iluminación de fondo, sin producir deslumbramiento. Será situada en las proximidades de la zona de peligro. En cuanto al tipo de señal, decir que no podrán existir dos señales que den lugar a confusión. (Serán entonces distintas de las señales de advertencia amarilla/roja; continua/discontinua).

En cualquiera de los casos, este tipo de señales nunca deberán de ocasionar un miedo repentino al operario, ya que supondría un riesgo para la salud del mismo. Las alarmas deben ocasionar la pregunta repentina: ¿Qué es lo que pasa?

12. Separación de fuentes de energía. Este punto se basa en la norma UNE-EN 60204-1:2013 expuesta en el tercer punto de los criterios de aceptación, acerca de los equipos eléctricos de las máquinas herramientas. Fundamentalmente, está basado en el punto 5 de la norma que expone las conexiones de alimentación y dispositivos para la desconexión y el seccionamiento.

12.1. Tipos de fuentes de energía.

12.1.1. Eléctrica. La máquina dispondrá de un seccionamiento para cada alimentación de funcionamiento manual con el suficiente poder de corte que podrá ser: Interruptor seccionador; seccionador con contacto auxiliar; interruptor automático. Independientemente de cual se elija, se instalará con una sola posición de abierto y otra de cerrado claramente marcados (“O” e “I”), con un indicador de posición de apertura y cierre visible. Es recomendable también que pueda ser bloqueado en posición abierto. El mando exterior será fácilmente accesible situado entre 0.6 m y 1.9 m del suelo.

12.1.2. Fluido a presión. Será aceptado este requisito, siempre y cuando exista en el sistema de componentes (válvulas, cilindros, acumuladores, etc.) que permitan la interrupción del fluido y descargar la presión residual del sistema.

13. Señalización.

13.1. Advertencias y señales de seguridad. Los dispositivos y señales de advertencia acústica cumplirán los criterios del apartado 11.

La señalización para advertir la presencia de un riesgo o recordar el uso obligatorio de una protección en forma de paneles o pictogramas se basarán en el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

En el anexo II encontramos los colores de seguridad; en el anexo III se valoran las señales en forma de panel (se comercializan armonizadas); en el anexo IV se encuentra el uso de las señales luminosas y acústicas; en el anexo V se normalizan las comunicaciones verbales; en el anexo VI se establecen las señales gestuales y en el anexo VII se recogen las disposiciones mínimas relativas a diversas señalizaciones.

14. Protecciones ambientales frente a condiciones agresivas y/o incendios. La redacción de este criterio de aceptación se basa en la norma anteriormente mencionada, UNE-EN 626-1:1995+A1:2008, fundamentalmente en su apartado 6. Requisitos y medidas para eliminar y/o reducir riesgos.

14.1. Protección del equipo a sustancias producidas por el mismo y a una atmósfera agresiva. Esto conllevará:

- Aislamiento del puesto de trabajo.
- Existencia de equipos protectores personales para casos de emergencia (máscaras, mascarillas, etc).
- Existencia de equipos de detección de atmósferas peligrosas. Alarmas y señalización.
- Información adecuada por parte de los trabajadores de la instalación.
- Existencia de cabinas, máscaras y mascarillas.
- Disponibilidad de ropa de trabajo adecuada.

14.2. Protección contra riesgo de incendio. Será necesario la existencia de equipos de detección de incendios, instalación de alarmas, sistemas de extinción, extintores, y por supuesto, la información adecuada. Las medidas ante los mismos se encuentran en Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.

15. Explosión. Se basa en la norma UNE EN 1127-1:2012 de Atmósferas explosivas, prevención y protección contra la explosión, en su primera parte conceptos básicos y metodología.

15.1. Reducir efectos de explosión y la existencia de medidas especiales de emergencia. La zona con dicho riesgo, tendrá una clasificación de riesgo por zonas, con el consiguiente diseño de aparatos seguros para la zona.

En cualquier caso, se deberán de tomar las medidas adecuadas para: evitar la atmósfera explosiva, evitar las fuentes de ignición efectiva y reducir los efectos de la explosión.

Además, deberán existir medidas especiales de emergencia: parada de emergencia de la instalación o parte de ella; vaciado de emergencia de partes de la instalación; limpieza de parte de la instalación mediante sustancias adecuadas (agua, nitrógeno, etc.); información por parte del personal en cuanto a dichas medidas de seguridad sobre los equipos disponibles en cuanto a riesgo de provocar la explosión y sobre las sustancias explosivas que pueden estar presentes y sus características.

16. Contactos eléctricos. Necesariamente, la máquina no supondrá un riesgo para el operario. Para ello, tendrá que cumplir con la Instrucción Técnica Complementaria del Ministerio de Industria y Energía del Reglamento de Baja Tensión de 1973 (ITC MIE BT 021) o bien con el del Reglamento de 2002 (ITC MIE BT 024) según le aplique, dependiendo del año de fabricación de la máquina.

16.1. Contactos directos. Reunirá las condiciones necesarias para cumplir con alguno de los siguientes apartados:

- Puntos en tensión alejados con imposibilidad física a 2.5 m hacia arriba y 1 m hacia abajo y lateralmente (1.25 m según ITC BT 024 y R.D. 842/2002)
- Cualquier parte activa debe estar recubierta de un aislamiento.
- Cualquier parte activa (cuadros, interruptores, etc...) deberá estar protegida con una barrera física o envolvente.

16.2. Contactos indirectos. Reunirán las condiciones necesarias para cumplir con los apartados siguientes, que le sean de aplicación:

- Separación de circuitos: El transformador monofásico no superará los 250 V ni 10 KVA. El resto de transformadores no superará 440 V ni 16 KVA.
- Empleo de pequeñas tensiones de seguridad: En el caso de utilizarse interruptores diferenciales se comprobará que la tensión de contacto no supere los 50 V en locales secos y los 24 V en locales húmedos o mojados. La medida se efectuará comprobando la impedancia de bucle. Ésta será causa de no conformidad.
- Separación entre las partes activas y las masas accesibles por medio de aislamientos de protección.
- Recubrimiento de las masas con aislamiento de protección
- Conexiones equipotenciales: Se comprobará que todas las masas que pertenecen a la instalación están unidas entre sí y la unión de estas a tierra. Esta tierra ha de ser única para cada instalación.
- Puesta a tierras de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto (fusibles, interruptores automáticos o interruptores diferenciales).
- Empleo de interruptores diferenciales.
- Dispositivos de corte por tensión de defecto.
- Puesta a neutro de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores automáticos o fusibles)
- Conexiones equipotenciales locales no conectadas a tierra.

17. Ruido, Vibraciones y Radiaciones.

17.1. Ruido. Se procederá a efectuar la medida y para su evaluación será de aplicación el Real Decreto 286/2006, del 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.

Esta medida tendrá como fin detectar la necesidad y posibilidad de actuar sobre el equipo para reducir la emisión o, en caso de no ser posible esta reducción, la necesidad de señalización de riesgo.

No se pretende, en ningún caso, sustituir la evaluación del nivel de exposición al ruido del trabajador, que deberá ser realizada, conforme al mencionado R.D. 286/2006 por personal cualificado según lo señalado en los artículos 36, 37 y en el

capítulo III del Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, en cuanto a la organización de recursos para el desarrollo de actividades preventivas.

En cualquier caso, si el nivel medido de ruido se encuentra por encima del límite inferior que da lugar a una acción:

$$L_{Aeq,T} > 80 \text{ dB y/o } L_{pico} > 135 \text{ dB}$$

En el certificado se incluirá: “Equipo con un nivel de ruido medido que requiere la evaluación de la exposición de los usuarios”.

La evaluación resultara no conforme si el nivel de presión acústica ponderado $L_{Aeq,T} > 85 \text{ dB}$ y/o nivel de pico de 137 dB o más.

Y se dé alguna de estas dos situaciones:

El equipo no dispone de la señalización de uso de protecciones acústicas conforme lo dispuesto al R.D. 485/1997, que fue mencionado en el punto 13 de los criterios de aceptación.

Así pues, introducimos una tabla de prescripciones ante los niveles de ruido:

Prescripciones para proteger a los trabajadores expuestos a ruido	Niveles de ruido	
	>80 dB – 85 dB >135 dB – 137 dB (pico)	>85 dB >137 dB (pico)
Evaluación del ruido	Cada 5 años	Cada 3 años
Facilitar protección auditiva/ Uso	A quien la pida/ Voluntario	A todos/ Obligatorio
Necesidad de señalización	No	Sí
Informar a los trabajadores expuestos	Si	Si
Examen médico de audición	Cada 5 años	Cada 3 años

Respecto a las mediciones, estas deberán realizarse, siempre que sea posible, en ausencia del trabajador afectado, colocando el micrófono a la altura donde se encuentra su oído. Si la presencia del trabajador es necesaria, el micrófono se colocará, preferentemente, frente a su oído a unos 10 cm de distancia.

En lo que se refiere al ruido de fondo, puede falsear la medida. Por ello, introduciremos un factor de corrección en los siguientes casos:

- Si la diferencia entre el nivel de sonido de la máquina y el del ambiente es superior a 10 dB, no es necesario efectuar corrección por ruido de fondo y el nivel de evaluación resultante es L_{Aeq}
- Si la diferencia entre estos niveles está comprendida entre 3 dB y 10 dB, se aplicará la siguiente formula:

$$L_{Aeq,r} = 10 \log (10^{L_{Aeq}} - 10^{L_f/10})$$

O bien por la expresión $L_{Aeq,r} = L_{Aeq} - \Delta L$, donde ΔL puede determinarse mediante la aplicación de la gráfica siguiente:

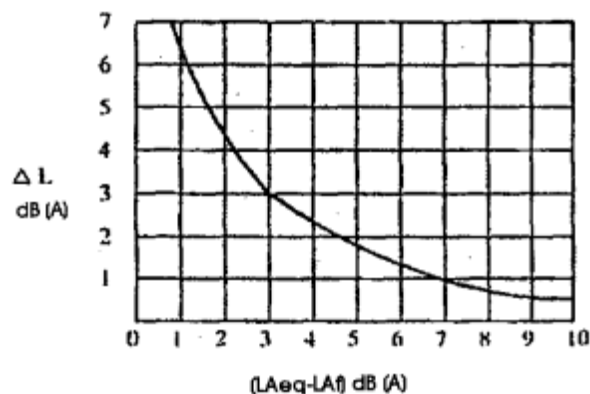


Imagen 1 Corrección del valor del ruido de fondo

- Si la diferencia entre ambos niveles es inferior a 3dB, se recomienda desestimar la medida y volver a efectuar la evaluación en un momento en el que el mismo sea más bajo.

Cuando el ruido recibido por el trabajador en la zona de trabajo habitual sea superior a 80 dB, y la fuente de ruido principal sea la del equipo de trabajo que estamos analizando se estudiará la posibilidad de instalar medidas de reducción de ruido en la fuente (cerramientos, absorbentes, silenciadores, etc.). En caso de que esto no sea posible se valorará actuar sobre los mecanismos de transmisión de la máquina. Esto no siempre suele ser posible, en tal caso se procederá a realizar medidas de protección colectiva (instalación de cabinas de aislamiento acústico) o individuales, en base a la norma UNE EN 352:2002 de Protectores auditivos, principios generales. Y sus partes: orejeras, tapones, orejeras acopladas a cascos de protección, orejeras dependientes del nivel, orejeras acopladas con reducción activa del ruido, tapones dependientes del nivel, orejeras con audio de entretenimiento.

En todo caso, las medidas de tipo técnico, se pondrán completar con el uso de equipos de protección individual apropiados y mediante medidas de tipo organizativo, limitando el tiempo de exposición.

17.2. Vibraciones. La máquina ha de estar diseñada y fabricada para que los riesgos que resulten de las vibraciones que ella produzca se reduzcan al nivel más bajo posible, teniendo en cuenta el progreso técnico y la disponibilidad de medios para la reducción de las vibraciones, especialmente en su fuente.

En caso de equipos portátiles que produzcan vibraciones, deberán disponer de empuñaduras antivibratorias. El incumplimiento será reconocido como no conformidad.

En caso de que no haya gomas o material absorbente, se solicitará la instalación sobre la superficie de la máquina, quedando así unos apoyos antivibratorios.

Para contactos directos con la máquina, en base al Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre protección de la seguridad y salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que pueden derivarse de la exposición a vibraciones

mecánicas, existen unos valores límites de exposición como se muestra a continuación:

- Para la vibración transmitida al sistema mano-brazo:
 - El valor de exposición diaria normalizado para un periodo de referencia de ocho horas se fija en 5 m/s^2 .
 - El valor de exposición diaria normalizado para un periodo de referencia de ocho horas que da lugar a una acción se fija en 2.5 m/s^2
- Para la vibración transmitida al cuerpo entero:
 - El valor de exposición diaria normalizado para un periodo de referencia de ocho horas se fija en 1.15 m/s^2
 - El valor de exposición diaria normalizado para un periodo de referencia de ocho horas que da lugar a una acción se fija en 0.5 m/s^2

En caso de que la evaluación no incluya la medida, deberá quedar justificada que la naturaleza y el alcance de los riesgos hacen innecesaria una evaluación más detallada de estos. En su defecto, dará lugar a la no conformidad de la máquina.

17.3. Radiaciones. La máquina estará diseñada y fabricada para limitar las emisiones de radiaciones de la máquina a lo estrictamente necesario para garantizar su funcionamiento y para que sus efectos en las personas expuestas sean nulos o se reduzcan a proporciones no peligrosas.

- Radiaciones ionizantes: Se solicitará el cumplimiento de la legislación específica que le sea de aplicación en cuanto a aislamientos, revisiones periódicas, límites para trabajadores expuestos, etc. El no cumplimiento de la misma dará lugar a la no conformidad.
- Radiaciones no ionizantes: Se puede diferenciar en: ultravioleta, infrarroja, microondas, laser, campos eléctricos y magnéticos de baja frecuencia.

- Ultravioleta. (Por ejemplo: Equipos de soldadura). Necesaria la protección cutánea y ocular de los trabajadores (bien con protecciones colectivas, instaladas en el equipo o con protecciones individuales). Cuando se pueda, serán confinados en recintos. El incumplimiento será considerado como no conformidad.
- Infrarroja Los valores máximos de exposición ocupacional vendrán marcado por los valores TLV (Threshold Limit Values), en español valores límite umbral. Se deberán adoptar las medidas de protección y organizativas oportunas.
- Microondas: Adecuadamente apantallados. Sin posibilidad de salida al exterior. En el caso de que no fuera así, se señalará la no conformidad.
- Láseres: Se diseñarán de forma que se evite toda la radiación involuntaria. Se protegerá la zona para que se eviten las radiaciones útiles o principales y las secundarias producidas por la reflexión y la difusión. Los equipos deberán estar adecuadamente señalizados. El incumplimiento de estas medidas, conllevará una no conformidad del equipo.

Cuando sea posible, estas máquinas estarán situadas en recintos confinados, protegidos y con limitación de acceso. El operario encargado de trabajar con estas máquinas estará lo suficientemente formado e informado de los peligros y de las protecciones que deberá de tener.

En general, las máquinas dispondrán de los métodos adecuados para impedir su emisión al medio y la recepción por parte de los trabajadores.

18. Líquidos corrosivos. Cualquier sustancia y preparado que deba clasificarse y marcarse como tal según la legislación vigente para el transporte y para el envasado y etiquetado de sustancias peligrosas, según el Real Decreto 379/2001, de 6 de abril por el que se aprueba el Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias.

En la manipulación de estos o en su almacenamiento deben existir: Medidas de protección en los equipos de trabajo y Medidas de tipo organizativo como la obligación del uso de EPI's, etc.

18.1. Protecciones. Se expondrán algunas condiciones que tendrán que cumplir de cara a la seguridad y salud de los operarios expuestos.

Los tanques de almacenamiento estarán instalados en locales bien ventilados y aislados y dispondrán de medios de drenaje seguros, válvulas de alivio y bandejas colectoras en sus puntos críticos, montadas de formas que sus descargas no incidan en la proximidad de trabajadores expuestos.

Las protecciones y los equipos deben ser compatibles con los fluidos a almacenar y trasegar, de forma que estos no las puedan deteriorar.

Los equipos tendrán las oportunas advertencias o estarán adecuadamente señalizados con respecto a la materia en la contención y/o en la transportada.

De no darse cualquiera de estas circunstancias, se señalará la no conformidad.

19. Herramientas manuales. Para la exposición de esta parte, se requiere del uso de la norma UNE EN 894:2001+A1:2009 de Seguridad de máquinas, requisitos ergonómicos para el diseño de dispositivos de información y mandos, en su parte tres relativa a mandos. En dicha norma, se cita la definición de herramienta manual como la herramienta que se usan de forma individual y que únicamente requieren la aplicación directa de energía humana para realizar un trabajo.

En una máquina, se verificará el correcto estado de las mismas, además de los pertinentes ajustes entre el mango y la parte útil, con ausencia de filos, etc. También puede darse, la fabricación de casera de las herramientas, en tal caso, se supervisará y se valorará si ésta es adecuada a su uso.

19.1. Forma de las herramientas: En los mangos y empuñaduras, no se permitirán superficies resbaladizas (metales sin recubrimiento de goma o plásticos, etc.) ni aristas o superficies agudas o cortantes. La textura del mango debe ser ligeramente áspera, pero roma. En caso de mangos

desgastados, astillados o rotos, se procederá a ser sustituidos. No se permitirá la utilización de mangos cuya anchura no permita el agarre o la sujeción segura con riesgo de caída por deficiente agarre. El mango deberá de tener forma de cilindro o cono truncado invertido con un ángulo ideal de 100° a 110°.

En lo que respecta a sus dimensiones optimas, serán de 25 a 40 mm de diámetros y 100 mm de longitud. No obstante, serán válidas otras longitudes siempre que permitan un buen agarre de la herramienta.

Tampoco se permitirán herramientas sin mangos aislantes, para trabajos que den lugar a contactos eléctricos, ya sean directos o indirectos.

En caso de no darse cualquiera de estas circunstancias, el equipo será calificado como no conforme.

De forma general y para la realización de este procedimiento, se han tenido en cuenta los siguientes documentos:

- 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.
- Directiva de máquinas 2009/104/CE del Parlamento Europeo y del consejo de 16 de septiembre, relativo a las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores en el trabajo de los equipos de trabajo y por la que se modifica la Directiva 89/391/CE.
- Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de equipos de trabajo. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

4. Evaluación y reducción de riesgos

4.1. Evaluación de riesgos

La evaluación de riesgos será el siguiente paso que se debe realizar en el proceso de adecuación para máquinas y equipos que no sean seguros, teniendo en cuenta los riesgos que resultan de su uso.

Para realizar la evaluación de riesgos habrá que basarse en la norma armonizada UNE EN ISO 12100:2012, que ha sido mencionada en el punto anterior. Cabe decir, que en esta norma encontramos una descripción con los principios generales que hay que seguir para realizar la evaluación de riesgos y la posible reducción de los mismos.

En primer lugar y para comprender con claridad este proceso tenemos que diferenciar entre tres conceptos que se valoran en la norma y a continuación se definen:

- Peligro significativo: Peligro identificado como pertinente y para que el que se precisa una acción específica del diseñador con el fin de eliminar o reducir el riesgo, conforme con la evaluación de riesgos.
- Situación peligrosa: Circunstancia en la que una (o varias) persona(s) están expuesta(s) al menos a un peligro.
- Sucesos peligrosos: Suceso que puede con llevar un daño, ya sea lesión física o un daño para la salud.

Para realizar la evaluación del riesgo, se comenzará exponiendo el uso de la máquina y los límites de la misma. Posteriormente, se identificará los peligros significativos encontrados en la lista de verificación, para así realizar la estimación de riesgo. Con ello finalizará el proceso de análisis de riesgo.

Para terminar la evaluación del riesgo, ya sólo quedará realizar la valoración del riesgo. Existen diversas técnicas para realizarlo y no se puede asegurar que ninguna sea adecuada. La norma UNE EN ISO 12100:2012 no nos lleva a cuantificar el riesgo relativo al peligro considerado. Esto es porque depende de diversos factores o límites como son el entorno, el tipo de máquinas, el tipo de

personal que la usará, el historial de accidentes y de funcionamiento imprevisto de la máquina, etc.

Algo que si nos deja claro dicha norma, es que el riesgo asociado a una situación peligrosa concreta depende los elementos siguientes:

- a) La gravedad del daño;
- b) La probabilidad de que se produzca dicho daño que es función de:
 - a. La exposición de las personas al peligro,
 - b. El acaecimiento de un suceso peligroso y
 - c. Las posibilidades técnicas y humanas para evitar o limitar el daño.

En los anexos de la norma encontramos diversos ejemplos de peligros, situaciones peligrosas y sucesos peligrosos, que nos servirán de base para la realización de la evaluación de riesgos. A pesar de ello, nosotros los tomaremos de la lista de verificación que hemos realizado anteriormente. En caso de que alguna norma sea demasiado general recurriremos a la norma específica para la máquina herramienta que estamos analizando en concreto.

Está permitido decir que si en una máquina existe un peligro, existirá un daño en un periodo de tiempo. Por esto mismo, no sólo se deberán realizar medidas preventivas, sino realizaremos lo que llamamos como diseño inherentemente seguro o prevención intrínseca, es decir, cambiar características de diseño o funcionales de la máquina sin utilizar resguardos ni dispositivos de protección. Sólo serán participes cuando no quede más remedio porque la máquina se encuentre en uso (como es nuestro caso).

No se considerará un riesgo lo que respecta a las señales visuales y sonoras que deberán encontrarse en la máquina. De esto, no se va a realizar una valoración del riesgo. Esto es porque en cualquier caso, para cumplir con el Real Decreto 1215/1997, deben estar presentes en la máquina. En este caso, de faltarle a la máquina dichas señales se valorarán en la solución que señales necesitamos, donde se podrían poner y cuáles se van a introducir en la máquina, presupuestándolas posteriormente.

4.1.1. Valoración de riesgos

El método que se va a utilizar se llama análisis de los modos de fallo y sus defectos (AMFE). Es un método inductivo, es decir, se obtienen respuestas a partir de una hipótesis del técnico. La técnica que vamos a utilizar para establecer prioridades entre los riesgos se basa en el producto de la gravedad del daño y la probabilidad de que este se produzca. Además se introducirá un factor propio de este método, la detectabilidad.

La gravedad del daño, según el apartado 5.5.2.2 de la norma UNE EN ISO 12100:2012, se puede estimar teniendo en cuenta lo siguiente:

- a) La gravedad de las lesiones o del daño producido a la salud, por ejemplo: ligeras, serias y/o causantes de muerte.
- b) La extensión del daño, es decir, a una o varias personas.

Al realizar una evaluación de riesgos se debe tener en cuenta la gravedad más probable de posible daño, para cada peligro identificado, pero también se debe tener en cuenta la gravedad más previsible, incluso aunque la probabilidad de que ocurra no sea elevada.

Respecto a la probabilidad de que se produzca un daño, en base al apartado 5.5.2.3 de la norma UNE EN ISO 12100:2012, se divide en:

- La exposición de las personas al peligro. Los factores a tener en cuenta serán: la accesibilidad a la zona peligrosa para el funcionamiento normal, la corrección de un disfuncionamiento, el mantenimiento o reparación; el tipo de acceso, por ejemplo, para la alimentación manual de la máquina; tiempo de permanencia en la zona peligrosa; número de personas que deben de acceder y la frecuencia de acceso.
- Acaecimiento de un suceso peligroso: Los factores a tener en cuenta cuando se estima el que pueda producir un suceso peligroso son: historial de accidentes, historial de daños a la salud y comparación de riesgos (el uso previsto de la máquina, la máquina está diseñada frente a normas de tipo C, es decir, las más restrictivas ya que son normas de seguridad por categorías de máquinas).

- Posibilidad de evitar o de eliminar el daño: Los factores a tener en cuenta serán: las personas que pueden quedar expuestas a los peligros están cualificadas o no cualificadas; la rapidez con la que se da una situación para producir un daño, el conocimiento del riesgo, las aptitudes humanas para limitar el daño y la experiencia y el conocimiento prácticos.

Ahora se va a sintetizar estos puntos de forma que podamos cuantificarlos. La valoración del riesgo como magnitud se denomina índice de prioridad del riesgo (IPR) que es el producto de los factores originados por la gravedad del daño, la probabilidad de que se produzca y la detección del fallo.

$$IPR = \frac{GRAVEDAD}{DEL\ DAÑO} \times \frac{PROBABILIDAD\ DE}{QUE\ SE\ PRODUZCA\ EL\ FALLO} \times DETECCION$$

Según la gravedad del daño, los daños son con repercusiones imperceptibles, ligeras (como un corte superficial), medias (como un corte profundo), serias (heridas que puedan originar una baja de un trabajador) o con repercusiones que pueden originar incluso la muerte (como pérdidas de extremidades, ojos, etc). Además le añadiremos un factor a este apartado que será la extensión del daño, si es para un solo operario será uno mientras que si es un peligro extensible a más personas será dos.

De tal forma:

Gravedad					
<i>En función de la repercusión</i>	Imperceptible	1	<i>En función del número de personas a las que le afecte el riesgo</i>	Un solo trabajador	1
	Ligera	2		Trabajador y gente cercana a la maquina en el momento del riesgo	2
	Media	3			
	Seria	4			
	Muy graves	5			

El valor de la gravedad del daño será el producto de la repercusión y el número de personas a las que les afecta el peligro.

En relación a la probabilidad del daño, se dividirá como se ha expuesto anteriormente:

Exposición al peligro: se calculará en base a la permanencia del operario cerca de la máquina siempre que el operario esté actuando cerca de la misma. Evaluando con uno a la más baja y con un tres a más alta.

Acaecimiento de un suceso peligroso: ningún daño se puntuará con uno, 1 daño con dos y dos o más daños con tres puntos.

Posibilidad de evitar el daño: Personas cualificadas con experiencia, se valora con experiencia uno, las personas no cualifica con experiencia se valorará con dos mientras que las no cualificadas sin experiencia se valorará con tres puntos.

O lo que es lo mismo:

Probabilidad de que ocurra el fallo			
<i>Exposición al peligro</i>	El operario estará resguardado en una cabina o fuera de peligro al no haber interacción en el proceso	El operario estará controlando el proceso cada periodo corto de tiempo	El operario deberá de permanecer cerca de la máquina para poder controlar el proceso.
<i>Acaecimiento de un suceso peligroso (Historial de daños)</i>	Si no se ha producido ninguno	Si se ha producido un daño	Si se han producido dos o más daños
<i>Probabilidad del operario para evitar el daño</i>	Personas cualificadas y con experiencia en el uso de la máquina	Persona no cualificada pero con experiencia en el uso de la máquina	Persona no cualificada y sin experiencia en el uso de la máquina
<i>Valoración</i>	1	2	3

En lo que respecta a la detección del problema, lo valorará el técnico en cualquier caso. Si el riesgo fuera evidente hasta el punto que una persona sin conocimientos técnicos pudiera darse cuenta, la valoración será de diez. De forma contraria, se dará una puntuación de uno.

4.2. Reducción de riesgos

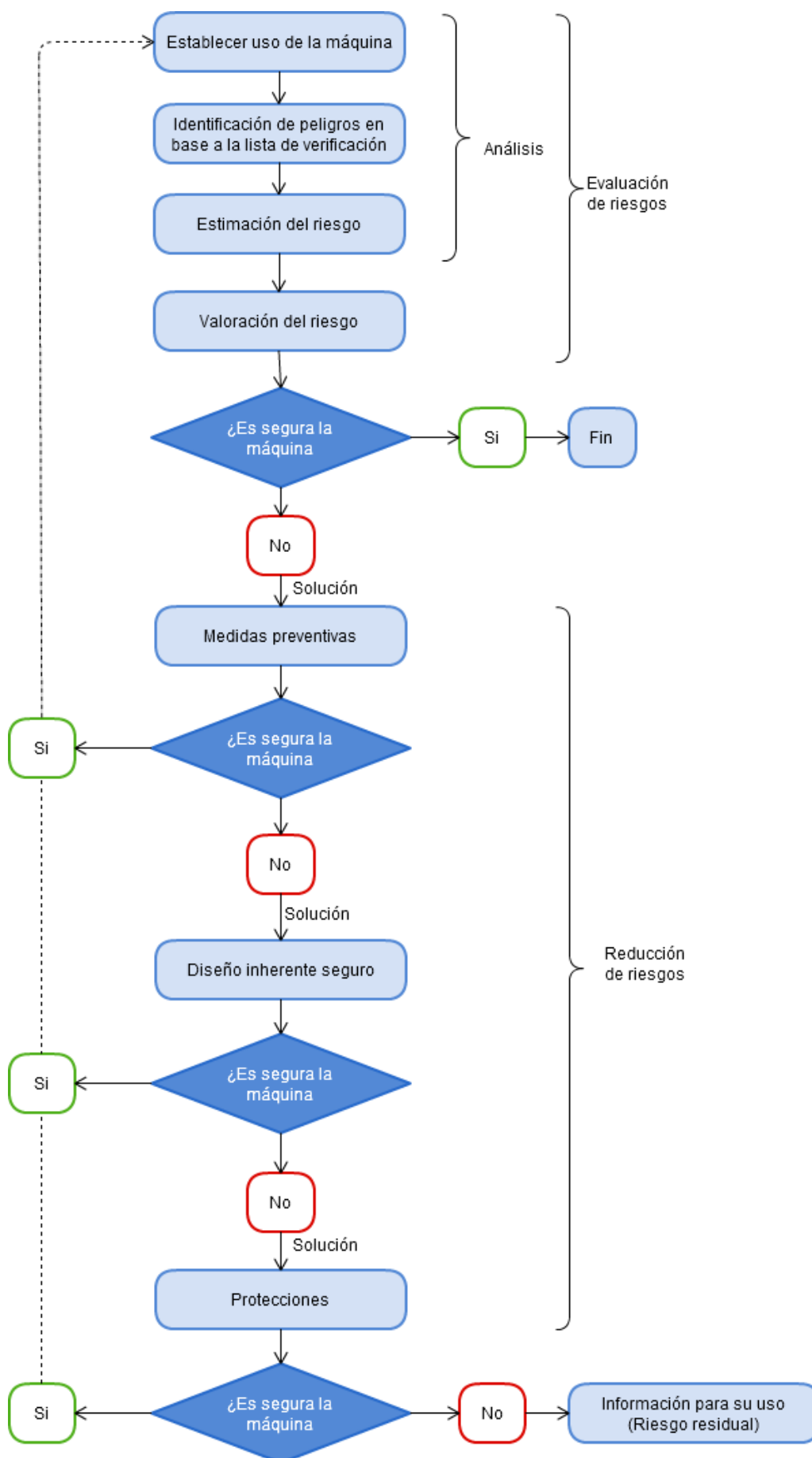
Una vez realizada la estimación del riesgo se debe de determinar si se requiere reducir el riesgo. Esto será si el índice de prioridad del riesgo será superior a 100. Si esto es así, se podrán realizar medidas preventivas y modificaciones sobre la máquina en función del análisis de riesgo realizado.

La reducción de riesgos conlleva encontrar soluciones técnicas a los peligros que encontramos en la máquina. Ésta reducción siempre se realizará en base a la normativa vigente, y en concreto en base a normas de tipo C, mencionadas anteriormente. También cabe decir, que este proceso se convertirá en iterativo, ya que al introducir alguna solución, se puede estar dando la circunstancia de que estemos introduciendo un riesgo nuevo sin darnos cuenta.

Evidentemente, la reducción de riesgos tendrá sus partes a seguir. En primer lugar veremos si el problema se subsana a través de la implantación de las medidas preventivas, posteriormente, con el diseño de diseño inherentemente seguro y por último con la introducción de protecciones y resguardos en la máquina.

Cabe decir que todos los riesgos se pueden reducir. Evidentemente, deberemos de valorar el coste económico que tendremos que realizar en base a presupuestos y si una vez que se adopte la medida es suficiente para paliar este riesgo. Hay que recordar, que esto es un proceso iterativo y que con cada medida implantada deberemos de valorar si ha habido una reducción de riesgo sin haber creado otro peligro para las personas cercanas a la máquina en su utilización, el entorno de trabajo y sin cambiar el funcionamiento de la misma.

4.3. Esquema resumen



5. Adaptación de las máquinas al Real Decreto 1215/1997

Tras haber redactado la lista de verificación y en base a ésta y los criterios de aceptación valorados, a continuación se va a realizar lo que es objeto en este proyecto, es decir, la adaptación de las máquinas a las disposiciones mínimas de seguridad y salud.

Hay que valorar que de las seis máquinas que se van a analizar, cuatro tienen el marcado CE. Esto significa que la máquina en principio cumple con los requisitos esenciales que marcan las Directivas que le aplican y que dichas máquinas tienen la declaración CE, cumpliendo con la legislación vigente en su momento de fabricación y posterior comercialización. No obstante, se va a comprobar si esto es cierto. Mientras que las otras dos máquinas son de fabricación al año 1995, por lo que no tienen la obligatoriedad de tener el marcado ni la declaración de conformidad.

Los pasos que se van a llevar acabo son los descritos en el apartado 3, modelo de lista de verificación. En primer lugar se analizará cada máquina con la lista de verificación, se hará la evaluación de riesgos de la misma a partir del apartado 4 anteriormente realizado. Después se valorarán los problemas detectados y se propondrán posibles soluciones para las máquinas con defectos, realizándose por último, un presupuesto acorde con estas medidas.

5.1. Fresadora Lagun FTV2

La fresadora Lagun FTV2 es una fresadora vertical. Realiza trabajos de mecanizado por arranque de viruta. Tiene diversas aplicaciones y se basa en la rotación de la herramienta denominada fresa y el desplazamiento del carro transversal donde se sujeta la pieza con unas mordazas. La combinación de estos movimientos provoca el corte de la pieza.

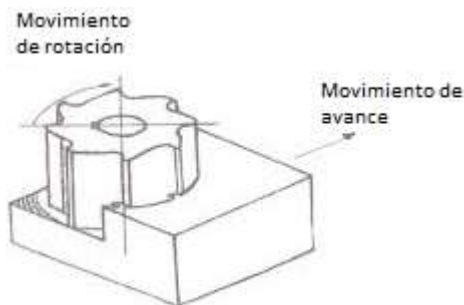


Imagen 1 Movimiento de rotativo

Esta máquina herramienta, resulta muy útil para mecanizar formas complejas a través de la bajada del cabezal que porta la herramienta. Además se permite el trabajo manual de la máquina por parte del operario. No obstante, siempre se necesitará que el resguardo móvil este cerrado para accionar la máquina. Igualmente instalado en la máquina, encontramos

un dispositivo de iluminación y otro de refrigeración que serán accionables a través de los órganos de mando.

En este tipo de máquinas, se encuentran diversos peligros derivados del propio funcionamiento, como las proyecciones de viruta, líquidos corrosivos, etc. Un mal funcionamiento de la máquina puede provocar un peligro de alta gravedad, por todo ello, el operario deberá estar cualificado y conocer el funcionamiento de este tipo de máquinas.



Imagen 2 Fresadora Lagun FTV2

5.1.1. Inspección: Lista de verificación**FICHA DE IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO DE TRABAJO:**

Titular: <i>Universidad de Jaén</i>	
Emplazamiento/Ubicación: <i>Laboratorio de Mecánica, Dependencia 045, Edificio: A3, Campus de Las Lagunillas, Jaén</i>	
Tipo de Máquina o Equipo: <i>Fresadora Vertical</i>	
Marca/Fabricante: <i>LAGUN</i>	Año de Fabricación: <i>2005</i>
Tipo/Modelo: <i>FTV2</i>	Nº de Identificación: <i>47652</i>

DISPOSICIONES MINIMAS APLICABLES (R.D. 1215/1997 ANEXO I):

En la siguiente tabla, se encuentran los requisitos que han de cumplir las máquinas herramientas que se van a analizar.

REQUISITO	INSPECCIÓN				
	SÍ	NO	N/A	OBSERVACIONES	NORMA QUE LA CONTEMPLA
0. Revisión documental					
0.1. ¿Dispone de Manual de Usuario?	✓				UNE EN ISO 12100:2012 APARTADO 6.4.5. Documentación que acompaña a la máquina
0.2. ¿Dispone de las Instrucciones de Mantenimiento y Registros de Mantenimiento?	✓				
0.3. ¿Dispone de Marcado CE?	✓				
0.4. ¿Se ha realizado alguna modificación de la máquina-herramienta? En caso afirmativo, ¿dispone de los Certificados de Inspecciones anteriores?	✓			Sí, se ha recortado el resguardo móvil que venía de fábrica.	
1. Órganos de Accionamiento					
1.1. ¿Son visibles e identificables con indicaciones, colores y pictogramas?		✗		Uno de los órganos no tiene pulsador	UNE EN 61310:2008 UNE EN ISO 13851:2002
1.2. ¿Están situados fuera de zonas peligrosas?	✓				
1.3. ¿El operador visualiza la zona peligrosa? En caso contrario, ¿dispone de las señalizaciones adecuadas?	✓				

2. Puesta en marcha						
2.1.	¿Se realiza de forma voluntaria en cualquier caso? Bien producido por parada voluntaria o involuntaria	✓				UNE EN 1037:2008
3. Órganos de parada						
3.1.	¿El equipo posee un órgano de parada total? Por ejemplo, un interruptor general de corte, un seccionador acerrojable...	✓				UNE EN ISO 13849:2008 UNE EN 60204-1:2013
3.2.	En situaciones anómalas, ¿el equipo necesitará un rearme manual para su puesta en servicio?	✓				
3.3.	¿Existen órganos de parada de emergencia si así se precisa?	✓				UNE EN ISO 13850:2006
4. Riesgo de caída de objetos y proyecciones						
4.1.	En condiciones de utilización, ¿las características de la máquina evitan la caída no intencionada de objetos?	✓				UNE EN ISO 13857:2008 R.D. 733/1997
5. Dispositivos de captación/extracción de gases						
5.1.	¿Poseen dispositivos cerca de la fuente emisora que sean capaces de realizar su trabajo en las condiciones más desfavorables?	✓				UNE EN 626-1:2008
6. Equipos sobre los que se sitúen los trabajadores						
6.1.	¿La máquina dispone de soportes suficientes para evitar una posible caída?			●		UNE EN 626:2008 R.D. 2177/2004
6.2.	¿La superficie de la plataforma es antideslizante?			●		
6.3.	¿Las escaleras de mano, andamios... poseen los elementos necesarios de apoyo y tienen los sistemas de cuerdas adecuados para que en caso de caída y/o deslizamiento eviten la caída del operario?			●		
7. Estallidos y rupturas						

7.1.	¿Las protecciones están presentes y son suficientemente amplias para abarcar cualquier proyección?			●		UNE EN 953:2009
8. Resguardos						
8.1.	¿La máquina tiene resguardos frente a riesgos de contacto mecánico con partes móviles?		X		Dispone de resguardo pero este ha sido modificado.	UNE EN ISO 13857:2008 UNE EN ISO 14119:2014
9. Iluminación (*)						
9.1.	¿La iluminación es adecuada al tipo de tarea?		X		La iluminación del local es adecuada. No así la de la máquina.	R.D. 486/1997
10. Temperaturas (*)						
10.1.	¿Existen protecciones al contacto a temperaturas extremas?	✓				UNE EN ISO 13732:2005
11. Alarmas						
11.1.	¿Es adecuado el uso de la misma en el equipo?			●		UNE EN 981:2008
12. Separación de fuentes de energía						
12.1.	¿Dispone de un seccionamiento que permita la interrupción de la máquina?	✓				UNE EN 60204-1:2013
13. Señalización						
13.1.	¿Las advertencias y señales de seguridad son perceptibles de ser vistas y oídas?		X		No dispone de ninguna señalización, salvo en el cuadro eléctrico	R.D. 485/1997
14. Protecciones ambientales frente a condiciones agresivas y/o incendios						
14.1.	¿Son adecuadas las protecciones que eviten el contacto frente a una atmósfera agresiva?			●		UNE EN 626-1:2008

14.2.	¿El equipo de trabajo dispone de sistemas de protección adecuados para proteger a los trabajadores contra los riesgos de incendio? Extintores...	✓				R.D. 1942/1993
15. Explosión						
15.1.	¿Existe protección del equipo a sustancias producidas o almacenadas, evitando la existencia de atmosfera explosiva? De no ser así, ¿hay medidas especiales de emergencia?	✓				UNE EN 1127-1:2012
16. Contactos eléctricos (*)						
16.1.	¿El equipo de trabajo está protegido de contactos directos e indirectos? (Tomas de tierra adecuadas, tensiones de seguridad)	✓				ITC MIE BT 021 (1973) ITC MIE 024 (2002) UNE EN 60204-1:2013
17. Ruido/Vibraciones/Radiaciones (*)						
17.1.	¿Es correcto que la utilización/no utilización de las protección contra ruido?	✓				UNE EN 352:2002 R.D. 286/2006
17.2.	¿Es correcto que la utilización/no utilización de las protección contra vibraciones?	✓				R.D. 379/2001
17.3.	¿Es correcto que la utilización/no utilización de las protección contra radiaciones?			●		UNE EN 14255/2007
18. Líquidos corrosivos						
18.1.	¿Los equipos de trabajo poseen protectores para evitar el contacto directo en el almacenamiento y/o uso de líquidos corrosivos?	✓				R.D. 379/2001
19. Herramientas manuales						
19.1.	¿El material de mangos y órganos de mando es adecuado (sin bordes agudos ni resbaladizos) y con una buena resistencia para evitar la rotura y proyecciones de los mismos?	✓				UNE EN 849:2009

MEDIDAS

Apartado 9.- Iluminación

Localización del punto de medida:				Evaluación:
Valor medio (lux):	328 lux (la luz incide directamente en la pieza por la parte trasera)	Valor requerido de referencia:	500 lux	No apto

Apartado 16.- Protección eléctrica

Localización del punto de medida:					Evaluación:
Impedancia de bucle, Z (ohmios)		Sensibilidad del interruptor diferencial, Is (A)		$Z \cdot I_s =$ <50 V (con superficies secas) <24 V (con superficies húmedas)	No se valorará hasta que no tengamos todo lo que tenga relación con la electricidad en funcionamiento

Apartado 17.1.- Ruido

Localización del punto de medida:			
Medidas	Valores (dB)	Corrección $L_{Aeq,T}$ por ruido de fondo cuando $L_{Aeq,T} > 80$	No es competencia en este caso.
Nivel de calibrado inicial	94 dB.	$L_{Aeq} - L_{Af} =$	
Medición ruido de máquina ($L_{Aeq,T}$)	69.5 dB.	Valor correcto de medida (Inc L)=	
Tiempo de medición:	20 s.	Ruido máquina corregido ($L_{Aeq,T} - Inc L$)=	
Medida del Valor Pico:	84.7 dB.	Evaluación: Para este apartado no habrá que realizar ninguna corrección por ruido de fondo.	
Medida del ruido de fondo (L_{Af}): (si $L_{Aeq,T} > 80$)	6 dB.		
Nivel de calibrado final	93.9 dB.		

Los equipos empleados para la realización de la inspección son los que a continuación se mencionan:

Inspección	Instrumento utilizado	Marca/Modelo	Nº de Serie
FRESADORA	Sonómetro integrador	CESVA SC310	10504712
	Luxómetro digital	KAINOS 93421	95058926

DISPOSICIONES MÍNIMAS RELATIVAS A LA UTILIZACION DE LOS EQUIPOS (ANEXO II)

REQUISITOS	SÍ	NO
1. ¿La instalación y el uso del equipo se ha realizado de forma que se minimizan los riesgos para la seguridad y salud de los operarios, teniendo en cuenta los principios ergonómicos de la máquina, y disminuyendo el riesgo de terceros?		X
2. ¿El equipo se usa únicamente con el fin prefijado por el fabricante en su manual de usuario?	✓	
3. ¿Se han tomado las medidas necesarias, en equipos que quedan parcialmente descubiertos, para evitar la accesibilidad a partes móviles?		X
4. ¿Cuándo se produce la limpieza y/o mantenimiento del equipo se realiza con los instrumentos adecuados, evitando el contacto con zonas peligrosas de la máquina?		X
5. ¿El equipo está instalado de forma que se evite su desplazamiento?	✓	
6. ¿El operario que utiliza la máquina va equipado de forma adecuada según el manual de usuario?		X
7. ¿El equipo dispone de un diario de mantenimiento?		X
8. ¿Las herramientas manuales son adecuadas en dimensiones y formas para la máquina de trabajo?	✓	
9. De haber dado de baja un equipo, ¿se han tomado las medidas suficientes para su inhabilitación?		*
Disconformidades detectadas: 1. El riesgo para los operarios y para las personas (alumnos) que están alrededor cuando se mecaniza alguna pieza es demasiado elevado ya que no tiene la protección adecuada para el proceso que se está realizando, que recordemos que puede haber proyecciones de viruta y de taladrina, líquido que es corrosivo para la piel. 3. El acceso a las partes móviles de la máquina es inseguro, cualquier persona sin experiencia y sin los conocimientos adecuados podría tocar la herramienta (fresa) mientras que la máquina está en funcionamiento. 4. La limpieza de la máquina se realiza con una brocha de pintor, ésta está muy desgastada y desde luego que no es la mejor forma que hay para recoger la viruta, sobre todo si en el proceso se ha utilizado taladrina porque se queda pegada a la viruta y limpiar la brocha se convierte en un riesgo. 6. El operario lleva una bata de laboratorio, adecuada para el trabajo ya que tapa los brazos. No usa gafas de protección, ni guantes. Ambos obligatorios para el trabajo de mecanizado. 9. *No es competencia de esta máquina ni del resto del laboratorio, por tanto, en las siguientes inspecciones no se va a valorar.		

5.1.1.1. Evaluación de riesgos

Para el desarrollo de este punto, se seguirán los pasos prefijados en el apartado 4, Evaluación de riesgos.

En la introducción de la fresadora, se ha expuesto el uso que tiene la máquina y sus limitaciones.

En la lista de verificación se encuentran los principales peligros que conlleva actualmente el uso de la máquina. En primer lugar comenzamos por el anexo I, Disposiciones mínimas de seguridad y salud. Puede ser que las deficiencias de uso, con las modificaciones ejecutadas a partir del anexo I, se alcance la solución de las deficiencias detectadas en el anexo II. No obstante, y como se dijo en las disconformidades detectadas, se encuentran problemas originados por un mal mantenimiento que nos lleva a que no cumpla la normativa de seguridad y salud. Recordemos también que el proceso de evaluación de riesgos ha de ser iterativo conforme se hayan realizado las medidas correctoras ya que en ocasiones, introducir una medida puede originar un riesgo inexistente en primera instancia.

Para valorar los peligros detectados, a continuación se muestran imágenes de los mismos. Esto va a permitir, además de un mayor entendimiento de los peligros, ubicarnos en la máquina para así emitir una solución de carácter racional.



Imagen 4 Órganos de accionamiento de la fresadora Lagun FTV2



Imagen 3 Resguardo móvil de la fresadora Lagun FTV2



Imagen 6 Dispositivo de iluminación de la fresadora Lagun FTV2



Imagen 5 Dispositivo de limpieza de la fresadora Lagun FTV2

Así pues los peligros que se han encontrado y que se valorarán en este punto son los que a continuación se muestran:

Nº	Peligro	Gravedad	Probabilidad de que se produzca			Detectividad
			Exposición	Acaecimiento	Operario	
1.1	Sin pulsador de Marcha	2x2	3	1	1	10
7.1	Protector modificado, inadecuado en sus medidas	5x2	3	1	1	5
9.1	Iluminación	3x2	3	1	1	5

El índice de probabilidad del riesgo será para cada peligro:

$$\text{IPR (1.1.)} = 2 \times 2 \times (3 + 1 + 1) \times 10 = 200$$

$$\text{IPR (7.1.)} = 2 \times 5 \times (3 + 1 + 1) \times 5 = 250$$

$$\text{IPR (9.1.)} = 2 \times 3 \times (3 + 1 + 1) \times 5 = 150$$

Como se aprecia estos índices están por encima del valor de 100, esto conlleva considerar el riesgo como una situación peligrosa y además, persistente.

Pasamos a la evaluación de lo que respecta a las condiciones de uso.

Nº	Peligro	Gravedad	Probabilidad de que se produzca			Detectividad
			Exposición	Acaecimiento	Operario	
4	Limpieza de la máquina	2 x 1	3	1	1	10
6	Equipamiento de operario inadecuado	2 x 2	3	1	1	5

El índice de probabilidad de riesgo para cada peligro:

$$\text{IPR (4)} = 2 \times 1 \times (3 + 1 + 1) \times 10 = 100$$

$$\text{IPR (6)} = 2 \times 2 \times (3 + 1 + 1) \times 5 = 100$$

5.1.2. Soluciones y justificaciones a los problemas detectados

Las soluciones propuestas para paliar los problemas encontrados, y que como se ha comprobado en la evaluación de riesgos pueden conllevar la aparición de situaciones peligrosas para el operario y la gente que se encuentra alrededor de la máquina, se explican a continuación en base a la norma UNE EN 13128:2002+A2:2009, de Máquinas herramienta, seguridad, fresadoras (incluidas mandrinadoras)

1.1. Tal y como se puede ver en la imagen 4, se deberá instalar un nuevo pulsador de marcha para así corregir la rotura del que posee la máquina. La forma de solucionar este problema será desmontando el circuito de mando y cambiando la entrada del pulsador por un botón nuevo. En la máquina deberá estar identificado el pulsador de marcha y paro en todos los casos, hecho fundamental para un correcto funcionamiento. La máquina ha de poder ser utilizada por cualquier persona cualificada, tenga o no experiencia suficiente con dicha máquina.

8.1. En lo que respecta al resguardo, este debe retener y contener la proyección previsible de materiales y fluidos de corte procesados, tal y como se expone en la norma anteriormente citada. En este caso, deberá de ser tan grande como para cubrir la totalidad del área de proyección ya sea viruta o fluido de corte (taladrina), es

decir, desde el husillo hasta el carro transversal. Por ello, se deberá cambiar por uno nuevo que satisfaga las necesidades citadas.

Las dimensiones del actual son las que se muestran en la ilustración:

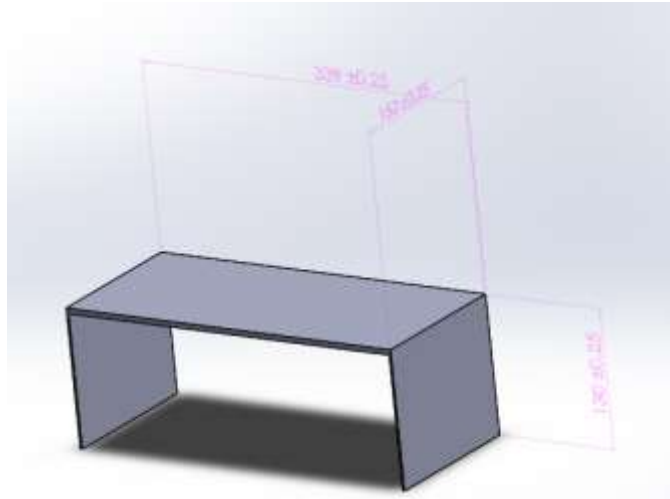


Ilustración 1 Plano del resguardo requerido

Se proponen dos soluciones. La compra de uno nuevo con estas características y que posea una altura mayor de 150 mm, o en base al que tenemos actualmente realizar unas guías en los extremos. A continuación, se va a realizar un análisis de cuál de las dos será más efectivo.

Con la compra de un nuevo resguardo que se adapte a las condiciones que se expone en la norma, será más que suficiente y mucho más económico, aunque el gran problema es que el resguardo se vende junto con el enclavamiento, el cual tenemos y funciona a la perfección pero es indivisible, por lo que pagaremos por algo que ya tenemos. Por el otro lado, si optamos por adaptar otra placa bien de metacrilato o bien de poliuretano (material actual existente en el resguardo de la máquina y permitidos por la norma), nos encontraremos con que la pantalla actual tiene gran suciedad acumulada por lo que con el paso del tiempo se convertirá en un riesgo, ya que el operario deberá ver el movimiento de la fresa en todo momento, fundamentalmente cuando estemos usando el modo manual. Todo ello, combinado con que en el interior de los resguardo deberá existir un valor mínimo de iluminancia de 500 lux, podría ocasionar un problema.

Otra opción, sería encargar el protector sólo. Si se realiza esta operación, tendríamos que realizar una serie de ensayos de impacto, tal y como marca el anexo A de la norma UNE EN 13128:2002+A2:2009. Este proceso al final dará como resultado un coste superior al de escoger y comprar un protector nuevo con su enclavamiento.

Por todo esto, la compra del protector nuevo con el enclavamiento lo suficientemente grande como para cubrir la cabeza del husillo y la mordaza será la opción que se presupuestará. Se buscará siempre que sea posible la compra de protectores que estén norma.

Para no generar un problema a la larga, se comprará un resguardo lo suficientemente grande como para cubrir la cabeza del husillo y la mordaza.

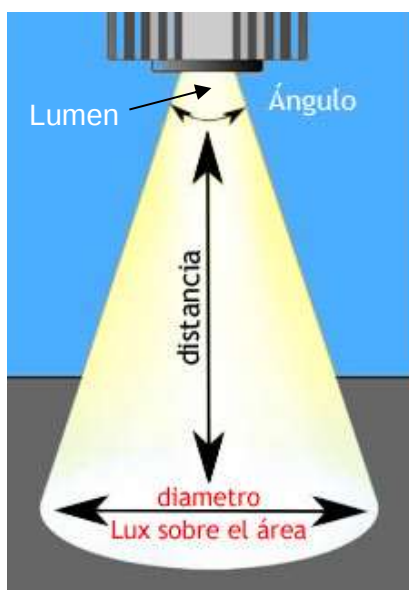


Ilustración 2 Esquema simbólico

9.1. La iluminación tiene un mínimo de 500 lux, según el punto 8.4. Iluminación inadecuada, medidos en la punta de la herramienta y con el resguardo móvil con enclavamiento abierto. La solución propuesta será la compra de una bombilla halógena y la limpieza de la pantalla que recubre la misma.

La lámpara deberá tener la suficiente potencia como para que sea capaz de emitir más de 500 lux. a una distancia de 200 mm, distancia mínima existente entre el foco emisor (bombilla) y el cabeza del husillo.

El cálculo de la potencia, suponiendo que sea una bombilla halógena se expone a continuación:

El lux, es la unidad con la que se mide la iluminancia. Esta se define como el cociente entre un lumen (que es la luminosidad que emite la lámpara) dividido entre la superficie sobre la que se proyecta en metros cuadrados.

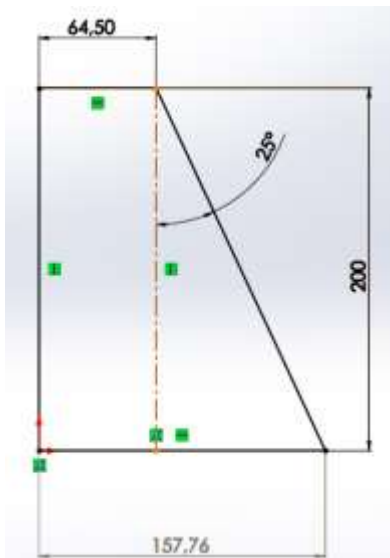


Ilustración 3 Aproximación del comportamiento de la iluminación de la máquina

En la ilustración 3, que se muestra a la izquierda, se aprecia lo que se ha explicado anteriormente. Así pues pasamos al cálculo del diámetro proyectado para posteriormente calcular el área.

El diámetro emisor es conocido y de 129 mm. También sabemos el ángulo que es de 25 grados y la distancia que es 200 mm como se dijo anteriormente. Luego lo que hacemos es calcular el diámetro que refleja el foco.

$$R = 64.5 + 200 \times \tan 25^\circ;$$

$$R = 157.76 \text{ mm}$$

Tal y como se expresa en la imagen.

Ahora sí podemos calcular el área de luz proyectada:

$$S = \pi \times R^2 = \pi \times 157.76^2;$$

$$S = 0.0781 \text{ m}^2$$

Conocida el área proyectada, que acabamos de calcular, y a partir de la definición de lux, se puede calcular los lúmenes:

$$\phi v(\text{lumens}) = E_v \times S = 39.1 \text{ lumens}$$

Sabiendo que el rendimiento de una bombilla de este tipo es de 18.5 lumens/watt, la potencia en watts es igual a:

$$P(w) = \frac{\phi v(\text{lumens})}{\mu \left(\frac{\text{lumens}}{\text{watt}} \right)}$$

$$P = \frac{39.1}{18.5} = 2.11 \text{ watts} = 2.11 \text{ W}$$

La exigencia mínima que deberá tener esta bombilla es de 2.11 W. Hay que decir que esto no es del todo real, la bombilla deberá de tener una mayor potencia que la calculada, ya que sufre un desgaste enorme, por no contar también que a

esta distancia la pantalla sufrirá mucho más por salpicaduras de taladrina y de viruta. Por ello, y como el lux es inversamente proporcional a la distancia, vamos a suponer un cálculo con la bombilla alejada a 600 mm de distancia de la cabeza del husillo. Con ello, obtendremos un radio $R = 344.28 \text{ mm}$, la superficie $S = 0.372 \text{ m}^2$, y ello supondrá una $\Phi_v = 186.19 \text{ lumens}$. Que se traducen en una potencia de 10.06 W , valorando este deterioro con el paso del tiempo, es preferible exponer un valor sobredimensionado de 11 W (valor comercial). Si además valoramos lo que nos dice la norma UNE EN 1837:1999+A1:2010, que expone que en el caso de que la luz deba pasar una visera de protección, habría que multiplicarla por un factor recíproco del 50%, esto nos lleva a comprar una bombilla con el doble de potencia, es decir, 22 W (también valor comercial) que nos dará una permanencia de 8.000 horas de uso en la máquina.

13.1 La señalización es escasa en esta máquina. Esto no supone un riesgo para la persona que la usa habitualmente, no tanto así para las personas que no tengan experiencia con la misma. Como se ha dicho en distintas ocasiones, la máquina la debería saber utilizar cualquier persona que no tenga experiencia con la misma pero que disponga de conocimientos relativos a la mecanización de piezas. Por todo ello y como ocurrirá con el resto de máquinas, se deberán de introducir señales visuales. En concreto serán:

- Obligatoriedad de uso de guantes;
- Obligatoriedad de uso de botas de seguridad;
- Obligatoriedad de uso de gafas de protección
- Información de peligro de proyección de partículas;
- Información de riesgo de atrapamiento de manos

En lo que respecta a las disposiciones relativas a la utilización del equipo deberemos de valorar el punto 4 que supondrá una obligatoriedad la de realizar alguna modificación en base a la valoración de riesgos. No así el punto 6, que se dejará como opcional.

4. Aunque parece innecesario, los residuos de viruta encontrados en la máquina puede originar el corte superficial del operario y de las personas que tengan acceso

al laboratorio, en las partes más expuestas de su cuerpo, es decir, en las manos. Por ello, la máquina ha de estar siempre limpia en el momento de su utilización.

Para subsanar este problema, lo que se va a proponer es la compra de un recoge virutas magnético. También se podrá recoger la viruta del suelo si previamente la sacamos de la máquina con aire a presión de un compresor. Esta medida es más sucia.

6. Además de la solución del punto anterior, se va a proceder a la compra de ropa laboral junto con guantes y gafas de seguridad para el operario. Medida preventiva para evitar un posible riesgo para la salud con la utilización de la máquina, ya que el operario estará más expuesto al riesgo. Volviendo a lo que se ha comentado antes, es casi imposible que la máquina este limpia permanentemente, ya que el proceso de mecanizado es un proceso “sucio”, de ahí la compra de unos guantes. En el caso de las gafas de protección hay que reconocer que en el laboratorio hay dos pares de gafas, pero también es cierto que en las ocasiones que he podido ver a los técnicos de laboratorio realizando trabajos de mecanizado, no los he visto usar dichas gafas. Actualmente, será responsabilidad de la Universidad el no uso de las mismas, ya que en ninguna máquina se encuentra la obligatoriedad de uso de gafas de seguridad, guantes, etc. Una vez que se instalen dichas señales será problema del operario el usarlas o no, recayendo sobre él la responsabilidad del daño.

5.1.2.1. Presupuesto

Para la realización del presupuesto de la máquina, se mencionará el apartado disconforme al que va dirigido, una pequeña descripción técnica de la medida y el precio de su implantación (incluido el I.V.A. y la mano de obra).

Apartado 1.1. Cambio de botón de accionamiento de la máquina.

-ADAPTACION EN FRESA LAGUN DE
BOTON DE MARCHA AVERIADO

Proveedor:



Precio: 30.00 €

Observaciones:

Apartado 8.1. Cambio de protector de proyecciones de viruta y taladrina

Proveedor:



MODELO PTR 20/350
-ELEMENTO EQUIPADO CON AJUSTE VERTICAL DE LA PANTALLA CON SISTEMA DE BRAZO TELESCÓPICO.

Precio: 361.00 €

Observaciones: *Protege al operador del contacto directo con el husillo y la proyección de viruta y refrigerante.*

Dimensiones:

A=350 mm, B=240 mm, C= 150 mm

SOLUCIÓN PROPUESTA:

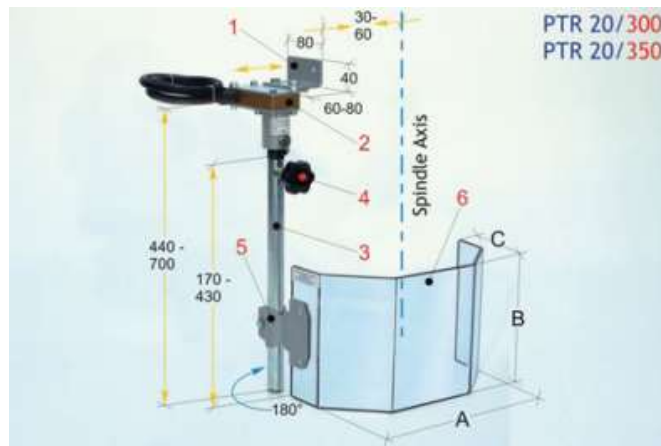


Imagen 7 Solución correspondiente al cambio de resguardo de la fresadora Lagun FTV2

Apartado 9.1. Cambio de bombilla halógena

Proveedor:



Bombilla halógena de 22 W.
-BOMBILLA BAJO CONSUMO E27, EQUIVALE A 100W DE UNA BOMBILLA CONVENCIONAL Y POSEE UNA VIDA UTIL DE 8000 HORAS.
COLOR BLANO NEUTRO (4200 K).

Precio: 26.46 €

Apartado 13.1. Señalizaciones**-SEÑALIZACIONES PARA
INFORMACIÓN DE PELIGROS Y
OBLIGATORIEDAD**

Proveedor:
senyals.com
señalizar es prevenir

• Obligatorio Uso de Gafas	Precio:	2.03 €
• Obligatorio Uso de Botas	Precio:	2.03 €
• Obligatorio Uso de Guantes	Precio:	2.03 €
• Peligro proyección de partículas	Precio:	2.03 €
• Peligro riesgo de atrapamiento	Precio:	2.03 €

Precio Total: **10.15 €**

Observaciones: *Será obligatorio el pegado de las señales en todas las máquinas para así prevenir el riesgo.*

Soluciones por este orden:



Imagen 8 Solución correspondiente a la señalización visual de los riesgos de la máquina

**Apartado 4
(Anexo II)**

Recogedor de virutas

**-RECOGE VIRUTAS MAGNÉTICO PARA
LIMPIAR REBABAS Y RESTOS DE
MANUFACTURAS**

Proveedor:

**Precio:****29.00 €**

El presupuesto total para la ejecución material de las medidas expuestas asciende a un total de cuatrocientos cincuenta y seis euros y sesenta euros y un céntimos, 456.61 €,

5.2. Fresadora Milko 35

La fresadora Milko 35 es una fresadora universal. Este tipo de fresadora se caracteriza porque la herramienta llamada fresa es cilíndrica y va colocada sobre un husillo para discos. La fresa realiza un movimiento rotatorio y al igual que la fresadora vertical, la pieza esta amordazada. Se puede usar tanto para un corte helicoidal, gracias al plato divisor donde se puede calcular el movimiento de la pieza que va sujeta por el plato de sujeción y el contrapunto permitiendo el movimiento rotatorio de la pieza, como para cortes longitudinales siempre que la pieza vaya amordazada, gracias al movimiento del carro, que se moverá en el plano horizontal y vertical.



**Imagen 10 Movimiento de corte y avance de la
fresadora horizontal. Dirección de la viruta**

El uso de este tipo de fresadora puede generar diversos peligros para el operario, en general, cualquier proceso de mecanizado genera viruta. En particular y valorando el movimiento de la fresadora horizontal como se aprecia en la imagen, la viruta tomará un sentido tangencial a la salida del diente de la fresa del contacto con la pieza.

Todo esto sumado con el movimiento “aleatorio de la viruta” hace que deba existir un resguardo lo suficientemente alto para que el peligro sea el menor posible para el operario y las personas que tenga alrededor. Además de esta acción, la fresadora universal permite realizar ranurados y cortes helicoidales como se ha comentado anteriormente. Al darse el giro de la pieza combinado con el movimiento horizontal del carro horizontal, genera una dirección de la viruta prácticamente invaluable. Por todo ello, se requerirá de la existencia de resguardos y no precisamente cualquier tipo de resguardo será válido porque de no pararse el funcionamiento de la maquina podría ocasionar otros peligros como el cizallamiento, corte o seccionamiento y el atrapamiento de los órganos superiores.

En este tipo de máquinas la fresa irá sujeta con una chaveta, para desmontar el husillo se deberá tener un especial cuidado y asegurarnos que han pasado unos minutos desde que se ha dejado de mecanizar, así sabremos con seguridad que la fresa no está caliente. Además, para realizar esta operación y todas las de mantenimiento, deberá de permanecer abierto el enclavamiento y la máquina apagada. Eliminándose así la posibilidad de accidente.



Imagen 11 Fresadora Milko 35

5.2.1. Inspección: Lista de verificación*FICHA DE IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO DE TRABAJO:*

Titular: <i>Universidad de Jaén</i>	
Emplazamiento/Ubicación: <i>Laboratorio de Mecánica, Dependencia 045, Edificio: A3, Campus de Las Lagunillas, Jaén</i>	
Tipo de Máquina o Equipo: <i>Fresadora Universal</i>	
Marca/Fabricante: <i>MILKO</i>	Año de Fabricación: <i>2005</i>
Tipo/Modelo: <i>35</i>	Nº de Identificación: <i>37031</i>

DISPOSICIONES MINIMAS APLICABLES (R.D. 1215/1997 ANEXO I):

En la siguiente tabla, se encuentran los requisitos que han de cumplir las máquinas herramientas que se van a analizar.

REQUISITO	INSPECCIÓN				
	SÍ	NO	N/A	OBSERVACIONES	NORMA QUE LA CONTEMPLA
0. Revisión documental					
0.1. ¿Dispone de Manual de Usuario?	✓				UNE EN ISO 12100:2012 APARTADO 6.4.5. Documentación que acompaña a la máquina
0.2. ¿Dispone de las Instrucciones de Mantenimiento y Registros de Mantenimiento?	✓				
0.3. ¿Dispone de Marcado CE?	✓				
0.4. ¿Se ha realizado alguna modificación de la máquina-herramienta? En caso afirmativo, ¿dispone de los Certificados de Inspecciones anteriores?	✓			Sí, al haber quitado el resguardo móvil que venía de fábrica.	
1. Órganos de Accionamiento					
1.1. ¿Son visibles e identificables con indicaciones, colores y pictogramas?	✓			En el cuadro de mandos hay un identificador luminoso pegado con cinta adhesiva	UNE EN 61310:2008 UNE EN ISO 13851:2002

1.2.	¿Están situados fuera de zonas peligrosas?	✓				
1.3.	¿El operador visualiza la zona peligrosa? En caso contrario, ¿dispone de las señalizaciones adecuadas?	✓				
2. Puesta en marcha						
2.1.	¿Se realiza de forma voluntaria en cualquier caso? Bien producido por parada voluntaria o involuntaria	✓				UNE EN 1037:2008
3. Órganos de parada						
3.1.	¿El equipo posee un órgano de parada total? Por ejemplo, un interruptor general de corte, un seccionador acerrojable...	✓				UNE EN ISO 13849:2008 UNE EN 60204-1:2013
3.2.	En situaciones anómalas, ¿el equipo necesitará un rearme manual para su puesta en servicio?	✓				
3.3.	¿Existen órganos de parada de emergencia si así se precisa?	✓				UNE EN ISO 13850:2006
4. Riesgo de caída de objetos y proyecciones						
4.1.	En condiciones de utilización, ¿las características de la máquina evitan la caída no intencionada de objetos?	✓				UNE EN ISO 13857:2008 R.D. 733/1997
5. Dispositivos de captación/extracción de gases						
5.1.	¿Poseen dispositivos cerca de la fuente emisora que sean capaces de realizar su trabajo en las condiciones más desfavorables?	✓				UNE EN 626-1:2008
6. Equipos sobre los que se sitúen los trabajadores						
6.1.	¿La máquina dispone de soportes suficientes para evitar una posible caída?			●		UNE EN 626:2008 R.D. 2177/2004
6.2.	¿La superficie de la plataforma es antideslizante?			●		
6.3.	¿Las escaleras de mano, andamios... poseen los elementos necesarios de apoyo y tienen los sistemas de cuerdas adecuados para que en caso de caída y/o deslizamiento eviten la caída del operario?			●		

7. Estallidos y rupturas					
7.1.	¿Las protecciones están presentes y son suficientemente amplias para abarcar cualquier proyección?			<i>La protección de las guías de la mesa está desgastadas.</i>	UNE EN 953:2009
8. Resguardos					
8.1.	¿La máquina tiene resguardos frente a riesgos de contacto mecánico con partes móviles?			<i>Existe un resguardo móvil. Está quitado con un empalme en el enclavamiento.</i>	UNE EN ISO 13857:2008 UNE EN ISO 14119:2014
9. Iluminación (*)					
9.1.	¿La iluminación es adecuada al tipo de tarea?			<i>Bombilla halógena fundida</i>	R.D. 486/1997
10. Temperaturas (*)					
10.1.	¿Existen protecciones al contacto a temperaturas extremas?				UNE EN ISO 13732:2005
11. Alarmas					
11.1.	¿Es adecuado el uso de la misma en el equipo?				UNE EN 981:2008
12. Separación de fuentes de energía					
12.1.	¿Dispone de un seccionamiento que permita la interrupción de la máquina?				UNE EN 60204-1:2013
13. Señalización					
13.1.	¿Las advertencias y señales de seguridad son perceptibles de ser vistas y oídas?				R.D. 485/1997
14. Protecciones ambientales frente a condiciones agresivas y/o incendios					
14.1.	¿Son adecuadas las protecciones que eviten el contacto frente a una atmósfera agresiva?				UNE EN 626-1:2008
14.2.	¿El equipo de trabajo dispone de sistemas de protección adecuados para proteger a los trabajadores contra los riesgos de incendio? Extintores...				R.D. 1942/1993

15. Explosión						
15.1.	¿Existe protección del equipo a sustancias producidas o almacenadas, evitando la existencia de atmosfera explosiva? De no ser así, ¿hay medidas especiales de emergencia?	✓				UNE EN 1127-1:2012
16. Contactos eléctricos (*)						
16.1.	¿El equipo de trabajo está protegido de contactos directos e indirectos? (Tomas de tierra adecuadas, tensiones de seguridad)		✗		Hay un empalme en el enclavamiento de la máquina que puede ocasionar el contacto directo. (Realizado por una ficha)	ITC MIE BT 021 (1973) ITC MIE 024 (2002) UNE EN 60204-1:2013
17. Ruido/Vibraciones/Radiaciones (*)						
17.1.	¿Es correcto que la utilización/no utilización de las protección contra ruido?	✓				UNE EN 352:2002 R.D. 286/2006
17.2.	¿Es correcto que la utilización/no utilización de las protección contra vibraciones?	✓				R.D. 379/2001
17.3.	¿Es correcto que la utilización/no utilización de las protección contra radiaciones?			●		UNE EN 14255/2007
18. Líquidos corrosivos						
18.1.	¿Los equipos de trabajo poseen protectores para evitar el contacto directo en el almacenamiento y/o uso de líquidos corrosivos?	✓				R.D. 379/2001
19. Herramientas manuales						
19.1.	¿El material de mangos y órganos de mando es adecuado (sin bordes agudos ni resbaladizos) y con una buena resistencia para evitar la rotura y proyecciones de los mismos?	✓				UNE EN 849:2009

MEDIDAS

Apartado 9.- Iluminación

Localización del punto de medida:				Evaluación:
Valor medio (lux):	Nula	Valor requerido de referencia:	500 lux	No apto

Apartado 16.- Protección eléctrica

Localización del punto de medida:					Evaluación:
Impedancia de bucle, Z (ohmios)		Sensibilidad del interruptor diferencial, Is (A)		$Z \cdot I_s =$ <50 V (con superficies secas) <24 V (con superficies húmedas)	No se valorará hasta que no tengamos todo lo que tenga relación con la electricidad en funcionamiento

Apartado 17.1.- Ruido

Localización del punto de medida:			
Medidas	Valores (dB)	Corrección $L_{Aeq,T}$ por ruido de fondo cuando $L_{Aeq,T} > 80$	No es competencia en este caso.
Nivel de calibrado inicial	94 dB.	$L_{Aeq} - L_{Af} =$	
Medición ruido de máquina ($L_{Aeq,T}$)	70.1 dB.	Valor correcto de medida (Inc L)=	
Tiempo de medición:	20 s.	Ruido máquina corregido ($L_{Aeq,T} - Inc L$)=	
Medida del Valor Pico:	85.3 dB.	Evaluación: Para este apartado no habrá que realizar ninguna corrección por ruido de fondo	
Medida del ruido de fondo (L_{Af}): (si $L_{Aeq,T} > 80$)	6 dB.		
Nivel de calibrado final	93.9 dB.		

Los equipos empleados para la realización de la inspección son los que a continuación se mencionan:

Inspección	Instrumento utilizado	Marca/Modelo	Nº de Serie
FRESADORA	Sonómetro integrador	CESVA SC310	10504712

DISPOSICIONES MÍNIMAS RELATIVAS A LA UTILIZACION DE LOS EQUIPOS (ANEXO II)

REQUISITOS	SÍ	NO
1. ¿La instalación y el uso del equipo se ha realizado de forma que se minimizan los riesgos para la seguridad y salud de los operarios, teniendo en cuenta los principios ergonómicos de la máquina, y disminuyendo el riesgo de terceros?		X
2. ¿El equipo se usa únicamente con el fin prefijado por el fabricante en su manual de usuario?	✓	
3. ¿Se han tomado las medidas necesarias, en equipos que quedan parcialmente descubiertos, para evitar la accesibilidad a partes móviles?		X
4. ¿Cuándo se produce la limpieza y/o mantenimiento del equipo se realiza con los instrumentos adecuados, evitando el contacto con zonas peligrosas de la máquina?		X
5. ¿El equipo está instalado de forma que se evite su desplazamiento?	✓	
6. ¿El operario que utiliza la máquina va equipado de forma adecuada según el manual de usuario?		X
7. ¿El equipo dispone de un diario de mantenimiento?	✓	
8. ¿Las herramientas manuales son adecuadas en dimensiones y formas para la máquina de trabajo?	✓	
Disconformidades detectadas: 1. El riesgo para los operarios y para las personas (alumnos) que están alrededor cuando se mecaniza alguna pieza es demasiado elevado ya que no tiene la protección adecuada para el proceso que se está realizando, que recordemos que puede haber proyecciones de viruta y de taladrina, líquido que es corrosivo para la piel. 3. El acceso a las partes móviles de la máquina es inseguro, cualquier persona sin experiencia y sin los conocimientos adecuados podría tocar la herramienta (fresa) mientras que la máquina está en funcionamiento. 4. La limpieza de la máquina se realiza con una brocha, ésta está muy desgastada y desde luego que no es la mejor forma que hay para recoger la viruta, sobre todo si en el proceso se ha utilizado taladrina porque se queda pegada a la viruta y limpiar la brocha se convierte en un riesgo. 6. El operario lleva una bata de laboratorio, adecuada para el trabajo ya que tapa los brazos. No usa gafas de protección, ni guantes. Ambos obligatorios para el trabajo de mecanizado.		

5.2.1.1. Evaluación de Riesgos

Como se hizo en el apartado anterior, para el desarrollo de este punto, seguiremos los pasos prefijados en el apartado 4, Evaluación de riesgos.

En la introducción de la fresadora, se ha expuesto el uso que tiene la máquina y sus limitaciones.

En la lista de verificación se encuentran los principales peligros que conlleva actualmente el uso de la máquina. En primer lugar comenzamos por el anexo I, Disposiciones mínimas de seguridad y salud. Puede ser que las deficiencias de uso, con las modificaciones ejecutadas a partir del anexo I, alcanzaran la solución de las deficiencias detectadas en el anexo II. No obstante, y como se dijo en las disconformidades detectadas, se encuentran problemas originados por un mal mantenimiento y no por las deficiencias determinadas en base a las disposiciones de seguridad y salud. Recordemos también que el proceso de evaluación de riesgos ha de ser iterativo conforme se hayan realizado las medidas correctoras para así no alcanzar otro riesgo.

Para valorar los peligros detectados, a continuación se muestran imágenes de los mismos. Esto va a permitir, además de un mayor entendimiento de los peligros, ubicarnos en la máquina para así emitir una solución de carácter racional.



Imagen 12 Indicador de puesta en marcha del equipo



Imagen 13 Sin resguardo móvil



**Imagen 14 Protector contra
atrapamiento**



Imagen 15 Guías de avance



**Imagen 16 Empalme en el
enclavamiento**

Así pues los peligros que se han encontrado y que se valorarán en este punto son los que a continuación se muestran:

Nº	Peligro	Gravedad	Probabilidad de que se produzca			Detectividad
			Exposición	Acaecimiento	Operario	
1.1	Indicador pegado con Adhesivo	1x2	3	1	1	10
7.1.	Guías anti atrapamiento entre mesa	3x1	3	1	1	5

8.1.	Resguardo contra proyecciones quitado.	5x2	3	1	1	10
9.1	Sin iluminación	5x1	3	1	1	10
16.1	Peligro de contactos directos por empalme en enclavamiento	4x2	3	1	1	5

El índice de probabilidad del riesgo será para cada peligro:

$$\text{IPR (1.1.)} = 1 \times 2 \times (3 + 1 + 1) \times 10 = 100$$

$$\text{IPR (7.1.)} = 3 \times 1 \times (3 + 1 + 1) \times 10 = 75$$

$$\text{IPR (8.1.)} = 5 \times 2 \times (3 + 1 + 1) \times 10 = 500$$

$$\text{IPR (9.1.)} = 5 \times 1 \times (3 + 1 + 1) \times 10 = 250$$

$$\text{IPR (16.1)} = 4 \times 2 \times (3 + 1 + 1) \times 5 = 200$$

Como se aprecia casi todos los índices están por encima del valor de 100, esto conlleva considerar el riesgo como una situación peligrosa y además, persistente. Respecto a lo comentado de las guías, decir que este riesgo está controlado y que podemos seguir trabajando con el mismo. El problema es que llegará el día que acabará rompiéndose del todo. Sería conveniente llevar a cabo medidas preventivas. No obstante, en las soluciones y justificaciones de los problemas detectados se comentará.

Pasamos a la evaluación de lo que respecta a las condiciones de uso.

Nº	Peligro	Gravedad	Probabilidad de que se produzca			Detectividad
			Exposición	Acaecimiento	Operario	
4	Limpieza de la máquina	2 x 1	3	1	1	10
6	Equipamiento de operario inadecuado	2 x 2	3	1	1	5

El índice de probabilidad de riesgo para cada peligro:

$$\text{IPR (4)} = 2 \times 1 \times (3 + 1 + 1) \times 10 = 100$$

$$\text{IPR (6)} = 2 \times 2 \times (3 + 1 + 1) \times 5 = 100$$

5.2.2. Soluciones y justificaciones a los problemas detectados

Las soluciones propuestas para paliar los problemas que hemos encontrado, y que como se ha comprobado en la evaluación de riesgos pueden conllevar la aparición de situaciones peligrosas para el operario y la gente que se encuentra alrededor de la máquina, se explican a continuación en base a la norma UNE EN 13128:2002+A2:2009, de Máquinas herramienta, seguridad, fresadoras (incluidas mandrinadoras)

1.1. En este caso, se podría valorar la forma más adecuada de pegar el indicador. El problema no está en que esté pegado con adhesivo, el problema está en que podría caerle proyecciones de taladrina y caer dentro de la máquina. En tal caso y de existir algún hilo de cable suelto puede generar un cortocircuito y deparar en un problema algo mayor.

7.1. En las observaciones del punto 7.1 de la lista de verificación que se le ha pasado a esta fresadora, se comentó que las guías estaban desgastadas. En la imagen 14 y 15, se puede apreciar dicho peligro. Esto es cierto aunque no es del todo el problema, al menos no de momento, ya que la función de resguardar del posible atrapamiento de las manos del operario lo realiza. Como se aprecia en la imagen, la protección corredera se ha salido de donde estaba anclada. Ante esto deberemos de proceder con medidas preventivas, y es que para volver a anclarlo, bastaría con sacar un poco los tornillos que la sujetan y volver a apretarlos.

No es un problema grave como se ha visto en el análisis de riesgos, pero valorando el coste que tiene su solución, resulta muy interesante realizarlo. El mismo técnico de laboratorio lo podría realizar, es por esto que no se va a presupuestar.

8.1. La máquina con un resguardo quitado no debería estar en funcionamiento, ya que existe un enclavamiento que hace que no pase corriente y no permita la puesta en marcha de la máquina. Para seguir con el funcionamiento de la máquina sólo existe la posibilidad de realizar un empalme y evitar el paso de corriente por el interruptor del enclavamiento. Y esto justamente es lo que ha hecho el técnico de laboratorio. En la imagen 16 se puede apreciar esta disconformidad.

En lo que respecta al resguardo, este debe retener la proyección previsible de materiales y fluidos de corte procesados, tal y como se expone en la norma anteriormente citada. En este caso, deberá de ser tan grande como para cubrir la totalidad del área de proyección ya sea viruta o fluido de corte (taladrina), es decir, desde el husillo hasta el carro transversal. Este resguardo tendrá forma convexa para así poder tapar ese movimiento aleatorio de la viruta con la taladrina, comentado en la introducción. El resguardo lo tenemos, por ende, sólo tendremos que instalarlo, para así cumplir las disposiciones mínimas aplicables al equipo. Es intolerable que se trabaje con la máquina en estas condiciones.

Con este problema bastaría para inhabilitar la máquina, por eso y como medida urgente, tendremos que ponernos en contacto con un electricista e instalar de nuevo la protección mencionada:



Imagen 17 Resguardo móvil quitado de la máquina

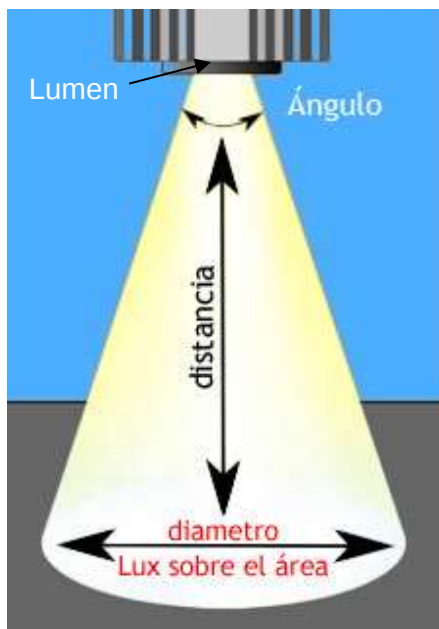


Ilustración 4 Esquema simbólico

9.1. La iluminación tiene un mínimo de 500 lux, según el punto 8.4. Iluminación inadecuada, medidos en la punta de la herramienta y con el resguardo móvil con enclavamiento abierto. La solución propuesta será la compra de una bombilla halógena y la limpieza de la pantalla que recubre la misma.

La lámpara deberá tener la suficiente potencia como para que sea capaz de emitir más de 500 lux. a una distancia de 200 mm, distancia mínima existente entre el foco emisor (bombilla) y el cabeza del husillo.

El cálculo de la potencia, suponiendo que sea una bombilla halógena se explica a continuación:

El lux, es la unidad con la que se mide la iluminancia. Esta se define como el cociente entre un lumen (que es la luminosidad que emite la lámpara) dividido entre la superficie sobre la que se proyecta en metros cuadrados.

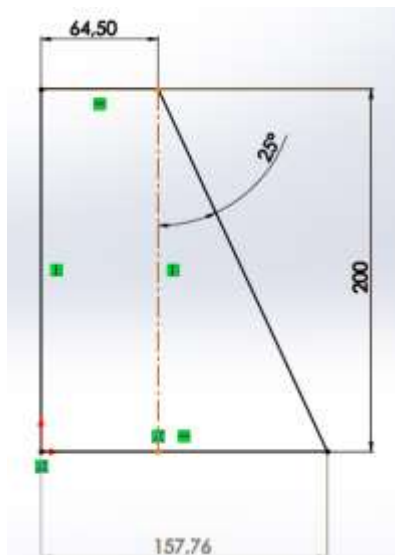


Ilustración 5 Aproximación del comportamiento de la iluminación de la máquina

En la imagen que se muestra se aprecia lo que se ha explicado anteriormente. Así pues pasamos al cálculo del diámetro proyectado para posteriormente calcular el área.

El diámetro emisor es conocido y de 129 mm. También sabemos el ángulo que es de 25 grados y la distancia que es 200 mm como se dijo anteriormente. Luego lo que hacemos es calcular el diámetro que refleja el foco.

$$R = 64.5 + 200 \times \tan 25^\circ;$$

$$R = 157.76 \text{ mm}$$

Tal y como se expresa en la imagen.

Ahora sí podemos calcular el área de luz proyectada:

$$S = \pi \times R^2 = \pi \times 157.76^2;$$

$$S = 0.0781 \text{ m}^2$$

Conocida el área proyectada, que acabamos de calcular, y a partir de la definición de lux, se puede calcular los lúmenes:

$$\Phi_v(\text{lumens}) = E_v \times S = 39.1 \text{ lumens}$$

Sabiendo que el rendimiento de una bombilla de este tipo es de 18.5 lumens/watt, la potencia en watts es igual a:

$$P(w) = \frac{\Phi_v(\text{lumens})}{\mu\left(\frac{\text{lumens}}{\text{watt}}\right)}$$

$$P = \frac{39.1}{18.5} = 2.11 \text{ watts} = 2.11 \text{ W}$$

La exigencia mínima que deberá tener esta bombilla es de 2.11 W. Hay que decir que esto no es del todo real, la bombilla deberá de tener una mayor potencia que la calculada, ya que sufre un desgaste enorme, por no contar también que a esta distancia la pantalla sufrirá mucho más por salpicaduras de taladrina y de viruta. Por ello, y como el lux es inversamente proporcional a la distancia, vamos a suponer un cálculo con la bombilla alejada a 600 mm de distancia de la cabeza del husillo. Con ello, obtendremos un radio $R = 344.28$ mm, la superficie $S = 0.372$ m², y ello supondrá una $\Phi_v = 186.19$ lumens. Que se traducen en una potencia de 10.06 W, valorando este deterioro con el paso del tiempo, es preferible exponer un valor sobredimensionado de 11 W (valor comercial). Si además valoramos lo que nos dice la norma UNE EN 1837:1999+A1:2010, que expone que en el caso de que la luz deba pasar una visera de protección, habría que multiplicarla por un factor recíproco del 50%, esto nos lleva a comprar una bombilla con el doble de potencia, es decir, 22 W (también valor comercial) que nos dará una permanencia de 8.000 horas de uso en la máquina.

13.1 La señalización es escasa en esta máquina. Esto no supone un riesgo para la persona que la usa habitualmente, no tanto así para las personas que no tengan experiencia con la misma. Como se ha dicho en distintas ocasiones, la máquina la debería saber utilizar cualquier persona que no tenga experiencia con la misma pero que disponga de conocimientos relativos a la mecanización de piezas. Por todo ello y como ocurrirá con el resto de máquinas, se deberán de introducir señales visuales. En concreto serán:

- Obligatoriedad de uso de guantes;
- Obligatoriedad de uso de botas de seguridad;
- Obligatoriedad de uso de gafas de protección
- Información de peligro de proyección de partículas;
- Información de riesgo de atrapamiento de manos

16.1. La solución de este apartado está relacionada con lo expuesto en el punto 7.1.a y 8.1. En el momento en que instalemos el resguardo móvil, se eliminará los dos cables unidos con la ficha que se mostraba en la imagen 16.

En lo que respecta a las disposiciones relativas a la utilización del equipo deberemos de valorar el punto 4 que supondrá una obligatoriedad la de realizar alguna modificación en base a la valoración de riesgos. No así el punto 6, que se dejará como opcional.

4. Aunque parece innecesario, los residuos de viruta encontrados en la máquina puede originar el corte superficial del operario y de las personas que tengan acceso al laboratorio, en las partes más expuestas de su cuerpo, es decir, en las manos. Por ello, la máquina ha de estar siempre limpia en el momento de su utilización.

Para subsanar este problema, lo que se va a proponer es la compra de un recoge virutas magnético. También se podrá recoger la viruta del suelo si previamente la sacamos de la máquina con aire a presión de un compresor. Esta medida es más sucia, aunque no siempre se taladra material que sea magnético por lo que se ha visto en la imagen.

6. Además de la solución del punto anterior, se va a proceder a la compra de ropa laboral junto con guantes y gafas de seguridad para el operario. Medida preventiva para evitar un posible riesgo para la salud con la utilización de la máquina, ya que el operario estará más expuesto al riesgo. Volviendo a lo que se ha comentado antes, es casi imposible que la máquina este limpia permanentemente, ya que el proceso de mecanizado es un proceso “sucio”, de ahí la compra de unos guantes. En el caso de las gafas de protección hay que reconocer que en el laboratorio hay dos pares de gafas, pero también es cierto que en las ocasiones que he podido ver a los técnicos de laboratorio realizando trabajos de mecanizado, no los he visto usar dichas gafas. Actualmente, será responsabilidad de la Universidad el no uso de las mismas, ya que en ninguna máquina se encuentra la obligatoriedad de uso de gafas de seguridad, guantes, etc. Una vez que se instalen dichas señales será problema del operario el usarlas o no, recayendo sobre él la responsabilidad del daño.

5.2.2.1. Presupuesto

Para la realización del presupuesto de la máquina, se mencionará el apartado disconforme al que va dirigido, una pequeña descripción técnica de la medida y el precio de su implantación (incluido el I.V.A. y la mano de obra).

Apartado 1.1. Cambio de indicador de marcha de la máquina

PEGADO DE INDICADOR LUMINOSO DE PUESTA EN MARCHA DE LA MÁQUINA.

Proveedor:



Precio: --,-- €

Observaciones:

Apartado 8.1. y Apartado 16.1 Instalación de resguardo móvil

-INSTALACIÓN Y VALORACIÓN DEL ENCLAVAMIENTO DEL RESGUARDO MÓVIL

Proveedor:



Precio: 12.00 €

Observaciones: *En caso de estar estropeado el enclavamiento, se deberá de comprar otro de las mismas características. El resguardo está en perfectas condiciones*

Apartado 9.1. Cambio de bombilla halógena

Bombilla halógena de 22 W.
-BOMBILLA BAJO CONSUMO E27, EQUIVALE A 100W DE UNA BOMBILLA CONVENCIONAL Y POSEE UNA VIDA UTIL DE 8000 HORAS. COLOR BLANCO NEUTRO (4200 K).

Proveedor:



Precio: 26.46 €

Apartado 13.1. Señalizaciones**-SEÑALIZACIONES PARA
INFORMACIÓN DE PELIGROS Y
OBLIGATORIEDAD**

Proveedor:
senyals.com
señalizar es prevenir

• Obligatorio Uso de Gafas	Precio:	2.03 €
• Obligatorio Uso de Botas	Precio:	2.03 €
• Obligatorio Uso de Guantes	Precio:	2.03 €
• Peligro proyección de partículas	Precio:	2.03 €
• Peligro riesgo de atrapamiento	Precio:	2.03 €

Precio Total: 10.15 €

Observaciones: *Será obligatorio el pegado de las señales en todas las máquinas para así prevenir el riesgo.*

Soluciones por este orden:



Imagen 18 Solución correspondiente a la señalización visual de los riesgos de la máquina

El presupuesto total para la ejecución material de las medidas expuestas asciende a un total de cuarenta y ocho euros y sesenta y un céntimos, 48.61 €.

5.3. Taladro de columna

Esta máquina herramienta no suele faltar en ningún taller, se utiliza para realizar perforaciones sobre piezas que se encuentra ancladas en la mordaza. Este proceso es de mecanizado con arranque de viruta, al igual que los anteriores y al igual que los anteriores se debe de tener especial cuidado con las posibles proyecciones de viruta. Estos tipos de máquinas tienen menor potencia que las fresas, de ahí también que las protecciones sean un poco más pequeñas. En este caso, no tendrán que cubrir la totalidad del husillo, bastará solo con la cabeza donde va insertada la broca y la pieza, eso sí, medido en condiciones de corte, es decir, cuando la herramienta comienza a mecanizar la pieza.

La perforación sobre la pieza puede ser pasante o bien no pasante, de ahí que tengamos una guía con lo que baja la herramienta. En lo que respecta a la iluminación, esta máquina posee un foco en la parte inferior. Este tipo de iluminación tiende a ser insuficiente ya que se encuentra muy cerca de las posibles proyecciones de taladrina lo que con el paso del tiempo corroe el plástico y puede llevar a que la máquina no cumpla la mínima iluminancia permitida.



Imagen 19 Taladro TSAR 25

5.3.1. Inspección: Lista de verificación*FICHA DE IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO DE TRABAJO:*

Titular: <i>Universidad de Jaén</i>	
Emplazamiento/Ubicación: <i>Laboratorio de Mecánica, Dependencia 045, Edificio: A3, Campus de Las Lagunillas, Jaén</i>	
Tipo de Máquina o Equipo: <i>Taladro</i>	
Marca/Fabricante: <i>TSAR</i>	Año de Fabricación: <i>2005</i>
Tipo/Modelo: <i>25</i>	Nº de Identificación: <i>633/1269</i>

DISPOSICIONES MINIMAS APLICABLES (R.D. 1215/1997 ANEXO I):

En la siguiente tabla, se encuentran los requisitos que han de cumplir las máquinas herramientas que se van a analizar.

REQUISITO	INSPECCIÓN				
	SÍ	NO	N/A	OBSERVACIONES	NORMA QUE LA CONTEMPLA
0. Revisión documental					
0.1. ¿Dispone de Manual de Usuario?	✓				UNE EN ISO 12100:2012 APARTADO 6.4.5. Documentación que acompaña a la máquina
0.2. ¿Dispone de las Instrucciones de Mantenimiento y Registros de Mantenimiento?	✓				
0.3. ¿Dispone de Marcado CE?	✓				
0.4. ¿Se ha realizado alguna modificación de la máquina-herramienta? En caso afirmativo, ¿dispone de los Certificados de Inspecciones anteriores?		✓		No se han realizado modificaciones sobre la máquina	
1. Órganos de Accionamiento					
1.1. ¿Son visibles e identificables con indicaciones, colores y pictogramas?	✓				UNE EN 61310:2008 UNE EN ISO 13851:2002
1.2. ¿Están situados fuera de zonas peligrosas?	✓				
1.3. ¿El operador visualiza la zona peligrosa? En caso contrario, ¿dispone de las señalizaciones adecuadas?	✓				

2. Puesta en marcha						
2.1.	¿Se realiza de forma voluntaria en cualquier caso? Bien producido por parada voluntaria o involuntaria			X	Al no tener pulsadores de marcha/paro, el restablecimiento de la corriente conlleva el funcionamiento de la máquina	UNE EN 1037:2008
3. Órganos de parada						
3.1.	¿El equipo posee un órgano de parada total? Por ejemplo, un interruptor general de corte, un seccionador acerrojable...	✓				UNE EN ISO 13849:2008 UNE EN 60204-1:2013
3.2.	En situaciones anómalas, ¿el equipo necesitará un rearme manual para su puesta en servicio?	✓				
3.3.	¿Existen órganos de parada de emergencia si así se precisa?			X	Existe, pero no tiene un funcionamiento correcto.	UNE EN ISO 13850:2006
4. Riesgo de caída de objetos y proyecciones						
4.1.	En condiciones de utilización, ¿las características de la máquina evitan la caída no intencionada de objetos?	✓				UNE EN ISO 13857:2008 R.D. 733/1997
5. Dispositivos de captación/extracción de gases						
5.1.	¿Poseen dispositivos cerca de la fuente emisora que sean capaces de realizar su trabajo en las condiciones más desfavorables?	✓				UNE EN 626-1:2008
6. Equipos sobre los que se sitúen los trabajadores						
6.1.	¿La máquina dispone de soportes suficientes para evitar una posible caída?			●		UNE EN 626:2008 R.D. 2177/2004
6.2.	¿La superficie de la plataforma es antideslizante?			●		
6.3.	¿Las escaleras de mano, andamios... poseen los elementos necesarios de apoyo y tienen los sistemas de cuerdas adecuados para que en caso de caída y/o deslizamiento eviten la caída del operario?			●		

7. Estallidos y rupturas					
7.1.	¿Las protecciones están presentes y son suficientemente amplias para abarcar cualquier proyección?			●	UNE EN 953:2009
8. Resguardos					
8.1.	¿La máquina tiene resguardos frente a riesgos de contacto mecánico con partes móviles?		X	No funciona de forma adecuada. Y el protector está partido en dos trozos.	UNE EN ISO 13857:2008 UNE EN ISO 14119:2014
9. Iluminación (*)					
9.1.	¿La iluminación es adecuada al tipo de tarea?		X	No se ajusta a la tarea.	R.D. 486/1997
10. Temperaturas (*)					
10.1.	¿Existen protecciones al contacto a temperaturas extremas?	✓			UNE EN ISO 13732:2005
11. Alarmas					
11.1.	¿Es adecuado el uso de la misma en el equipo?			●	UNE EN 981:2008
12. Separación de fuentes de energía					
12.1.	¿Dispone de un seccionamiento que permita la interrupción general de la máquina?	✓			UNE EN 60204-1:2013
13. Señalización					
13.1.	¿Las advertencias y señales de seguridad son perceptibles de ser vistas y oídas?			●	R.D. 485/1997
14. Protecciones ambientales frente a condiciones agresivas y/o incendios					
14.1.	¿Son adecuadas las protecciones que eviten el contacto frente a una atmósfera agresiva?			●	UNE EN 626-1:2008
14.2.	¿El equipo de trabajo dispone de sistemas de protección adecuados para proteger a los trabajadores contra los riesgos de incendio? Extintores...	✓			R.D. 1942/1993

15. Explosión						
15.1.	¿Existe protección del equipo a sustancias producidas o almacenadas, evitando la existencia de atmosfera explosiva? De no ser así, ¿hay medidas especiales de emergencia?	✓				UNE EN 1127-1:2012
16. Contactos eléctricos (*)						
16.1.	¿El equipo de trabajo está protegido de contactos directos e indirectos? (Tomas de tierra adecuadas, tensiones de seguridad)		✗		No dispone de cuadro eléctrico con interruptores y contactores de cada maniobra.	ITC MIE BT 021 (1973) ITC MIE 024 (2002) UNE EN 60204-1:2013
17. Ruido/Vibraciones/Radiaciones (*)						
17.1.	¿Es correcto que la utilización/no utilización de las protección contra ruido?	✓				UNE EN 352:2002 R.D. 286/2006
17.2.	¿Es correcto que la utilización/no utilización de las protección contra vibraciones?	✓				R.D. 379/2001
17.3.	¿Es correcto que la utilización/no utilización de las protección contra radiaciones?			●		UNE EN 14255/2007
18. Líquidos corrosivos						
18.1.	¿Los equipos de trabajo poseen protectores para evitar el contacto directo en el almacenamiento y/o uso de líquidos corrosivos?	✓				R.D. 379/2001
19. Herramientas manuales						
19.1.	¿El material de mangos y órganos de mando es adecuado (sin bordes agudos ni resbaladizos) y con una buena resistencia para evitar la rotura y proyecciones de los mismos?	✓				UNE EN 849:2009

MEDIDAS

Apartado 9.- Iluminación

Localización del punto de medida:				Evaluación:
Valor medio (lux):	110 lux	Valor requerido de referencia:	500 lux	No apto

Apartado 16.- Protección eléctrica

Localización del punto de medida:					Evaluación:
Impedancia de bucle, Z (ohmios)		Sensibilidad del interruptor diferencial, Is (A)		$Z \cdot I_s =$ <50 V (con superficies secas) <24 V (con superficies húmedas)	No se valorará hasta que no tengamos todo lo que tenga relación con la electricidad en funcionamiento

Apartado 17.1.- Ruido

Localización del punto de medida:			
Medidas	Valores (dB)	Corrección $L_{Aeq,T}$ por ruido de fondo cuando $L_{Aeq,T} > 80$	No es competencia en este caso.
Nivel de calibrado inicial	94 dB.	$L_{Aeq} - L_{Af} =$	
Medición ruido de máquina ($L_{Aeq,T}$)	74.3dB.	Valor correcto de medida (Inc L)=	
Tiempo de medición:	20 s.	Ruido máquina corregido ($L_{Aeq,T} - Inc L$)=	
Medida del Valor Pico:	87.3 dB.	Evaluación: Para este apartado no habrá que realizar ninguna corrección por ruido de fondo	
Medida del ruido de fondo (L_{Af}): (si $L_{Aeq,T} > 80$)	6 dB.		
Nivel de calibrado final	93.9 dB.		

Los equipos empleados para la realización de la inspección son los que a continuación se mencionan:

Inspección	Instrumento utilizado	Marca/Modelo	Nº de Serie
TALADRO	Sonómetro integrador	CESVA SC310	10504712
	Luxómetro digital	KAINOS 93421	95058926

DISPOSICIONES MÍNIMAS RELATIVAS A LA UTILIZACION DE LOS EQUIPOS (ANEXO II)

REQUISITOS	SÍ	NO
1. ¿La instalación y el uso del equipo se ha realizado de forma que se minimizan los riesgos para la seguridad y salud de los operarios, teniendo en cuenta los principios ergonómicos de la máquina, y disminuyendo el riesgo de terceros?		X
2. ¿El equipo se usa únicamente con el fin prefijado por el fabricante en su manual de usuario?	✓	
3. ¿Se han tomado las medidas necesarias, en equipos que quedan parcialmente descubiertos, para evitar la accesibilidad a partes móviles?		X
4. ¿Cuándo se produce la limpieza y/o mantenimiento del equipo se realiza con los instrumentos adecuados, evitando el contacto con zonas peligrosas de la máquina?		X
5. ¿El equipo está instalado de forma que se evite su desplazamiento?	✓	
6. ¿El operario que utiliza la máquina va equipado de forma adecuada según el manual de usuario?		X
7. ¿El equipo dispone de un diario de mantenimiento?		X
8. ¿Las herramientas manuales son adecuadas en dimensiones y formas para la máquina de trabajo?	✓	
Disconformidades detectadas: 1. El riesgo para los operarios y para las personas (alumnos) que están alrededor cuando se mecaniza alguna pieza es demasiado elevado ya que no tiene la protección adecuada para el proceso que se está realizando, que recordemos que puede haber proyecciones de viruta y de taladrina, líquido que es corrosivo para la piel. 3. El acceso a las partes móviles de la máquina es inseguro, ya que cuando se abre el resguardo móvil de la máquina, se tendría que parar el funcionamiento para eliminar el riesgo. Pero esto sucede ocasionalmente y se va a solventar con las modificaciones que se le van a realizar en base al anexo I. 4. La limpieza de la máquina se realiza con una brocha, ésta está muy desgastada y desde luego que no es la mejor forma que hay para recoger la viruta, sobre todo si en el proceso se ha utilizado taladrina porque se queda pegada a la viruta y limpiar la brocha se convierte en un riesgo. 6. El operario lleva una bata de laboratorio, adecuada para el trabajo ya que tapa los brazos. No usa gafas de protección, ni guantes. Ambos obligatorios para el trabajo de mecanizado. 7. El equipo no dispone de un diario de mantenimiento. Al menos no me lo han facilitado ni está por el taller como es el caso de otros casos.		

5.3.1.1. Evaluación de Riesgos

Como se hizo en el apartado anterior, para el desarrollo de este punto, seguiremos los pasos prefijados en el apartado 4, Evaluación de riesgos.

En la introducción del taladro, se ha expuesto el uso que tiene la máquina y sus limitaciones.

En la lista de verificación se encuentran los principales peligros que conlleva actualmente el uso de la máquina. En primer lugar comenzamos por el anexo I, Disposiciones mínimas de seguridad y salud. Puede ser que las disconformidades del uso (correspondiente con el anexo II), se subsanen con las modificaciones ejecutadas a partir del anexo I. No obstante, y como se dijo en las disconformidades detectadas, se encuentran problemas originados por un mal mantenimiento y no por las deficiencias determinadas en base a las disposiciones de seguridad y salud. Recordemos también que el proceso de evaluación de riesgos ha de ser iterativo conforme se hayan realizado las medidas correctoras para así no alcanzar otro riesgo.

Para valorar los peligros detectados, a continuación se muestran imágenes de los mismos. Esto va a permitir, además de un mayor entendimiento de los peligros, ubicarnos en la máquina para así emitir una solución de carácter racional.



Imagen 20 Órganos de accionamiento



Imagen 21 Enclavamiento del resguardo móvil



Imagen 22 Resguardo móvil



Imagen 23 Rotura del resguardo móvil



Imagen 24 Iluminación



Imagen 25 Tapa de contactores.

Respecto a los peligros encontrados, tenemos que decir que los relacionados con la documentación de la máquina no se van a valorar, aunque en el siguiente apartado, se comentará.

Luego, los peligros que se han encontrado y que se valorarán en este punto son los que a continuación se muestran:

Nº	Peligro	Gravedad	Probabilidad de que se produzca			Detectividad
			Exposición	Acaecimiento	Operario	
2.1	Puesta en marcha imprevista	3x2	3	1	1	5

3.3	Parada de emergencia	5x2	3	1	1	10
7.1	Protector	3x2	3	1	1	10
8.1	Enclavamiento del resguardo móvil	5x2	3	1	1	10
9.1	Iluminación insuficiente	5x1	3	1	1	10
16.1	No dispone de cuadro eléctrico.	3x2	3	1	1	5

El índice de probabilidad del riesgo será para cada peligro:

$$\text{IPR (2.1.)} = 3 \times 2 \times (3 + 1 + 1) \times 5 = 150$$

$$\text{IPR (3.3.)} = 5 \times 2 \times (3 + 1 + 1) \times 10 = 500$$

$$\text{IPR (7.1.)} = 3 \times 2 \times (3 + 1 + 1) \times 10 = 300$$

$$\text{IPR (8.1.)} = 5 \times 2 \times (3 + 1 + 1) \times 10 = 500$$

$$\text{IPR (9.1.)} = 5 \times 1 \times (3 + 1 + 1) \times 10 = 250$$

$$\text{IPR (16.1)} = 3 \times 2 \times (3 + 1 + 1) \times 5 = 150$$

Como se aprecia no todos los índices están por encima del valor de 100, lo que conlleva considerar el riesgo como una situación peligrosa y además, persistente.

Pasamos a la evaluación de lo que respecta a las condiciones de uso.

Nº	Peligro	Gravedad	Probabilidad de que se produzca			Detectividad
			Exposición	Acaecimiento	Operario	
4	Limpieza de la máquina	2 x 1	3	1	1	10
6	Equipamiento de operario inadecuado	2 x 2	3	1	1	5
7	Diario de Mantenimiento	2 x 2	3	1	1	5

El índice de probabilidad de riesgo para cada peligro:

$$\text{IPR (4)} = 2 \times 1 \times (3 + 1 + 1) \times 10 = 100$$

$$\text{IPR (6)} = 2 \times 2 \times (3 + 1 + 1) \times 5 = 100$$

$$\text{IPR (7)} = 2 \times 2 \times (3 + 1 + 1) \times 5 = 100$$

5.3.2. Soluciones y justificaciones a los problemas detectados

Las soluciones propuestas para paliar los problemas que hemos encontrado, y que como se ha comprobado en la evaluación de riesgos pueden conllevar la aparición de situaciones peligrosas para el operario y la gente que se encuentra alrededor de la máquina, se explican a continuación en base a la norma UNE EN 12717:2002+A1:2009, de Seguridad de las máquinas-herramientas, taladros.

2.1. La puesta en marcha imprevista va a suceder a consecuencia de que no tener pulsadores de Marcha y Paro. No está permitido que tras activar el seccionador la máquina entre en funcionamiento, en estas condiciones puede ocasionar un peligro que actualmente es elevado por lo que se comentará a continuación. Para solventar este problema se deberá crear un grupo con contactores. Es válido que la máquina siga poseyendo ese interruptor de rueda que actualmente actúa como seccionador, siempre y cuando venga seguido de un pulsador de marcha y paro.

3.3. Será necesaria el cambio de la parada de emergencia por otra nueva de similares características, ya que la existente hay ocasiones que no se enclava de forma adecuada, lo que hace que la máquina siga funcionando de la misma forma a pesar de estar la seta de emergencia pulsada.

8.1. En este caso, el resguardo móvil deberá de ser tan grande como para cubrir la totalidad del área de proyección ya sea viruta o fluido de corte (taladrina), es decir, desde la cabeza del husillo hasta la mordaza. Como vemos, este aspecto lo cumple. No así la totalidad, y es que aunque cubre más de un 98%, no es válido y se considera como una modificación en el funcionamiento de la máquina.

El área del original siendo 54 cm el largo del protector desarrollado y 14 cm el ancho será:

$$S = 54 \times 14 = 756 \text{ cm}^2$$

Si consideramos el área de la rotura como un triángulo de base 5 cm y altura 4 cm podemos definir cuál es el área del resguardo actual.

$$S' = 54 \times 14 - \frac{5 \times 4}{2} = 746 \text{ cm}^2$$

La diferencia se valora como:

$$S = \frac{(756 - 746)}{756} \times 100 = 1.32 \%$$

Este criterio no se puede dejar pasar, a fin de cuentas, el protector está partido en dos trozos y en un proceso de mecanizado, la máquina genera muchas vibraciones como para que el protector esté unido como se muestra en la imagen. Además cualquier golpe por parte del operario puede ocasionar otra ruptura, hay que pensar que la tendencia del protector a romperse es mucho mayor que cuando estaba hecho una pieza ya que tiene más concentradores de tensiones.

Por todo esto surge la necesidad de comprar otro resguardo de las mismas características o lo más similares posibles.

Como se ha comentado con anterioridad, la máquina tiene muchas vibraciones, es posible que esto haya sido la causa de la ruptura del enclavamiento móvil que tiene el resguardo. Lo sorprendente es que funciona pero sólo de vez en cuando.

Habiendo visto el análisis de riesgos, esta parte es una de las más críticas de la máquina. De esta forma, se deberá de cambiar el interruptor de enclavamiento.

A consecuencia de esto, se necesitará un resguardo que tenga las mismas medidas que estas que se han comentado anteriormente, al menos el ancho ha de ser de 230 mm. y el alto al menos de 140 mm.

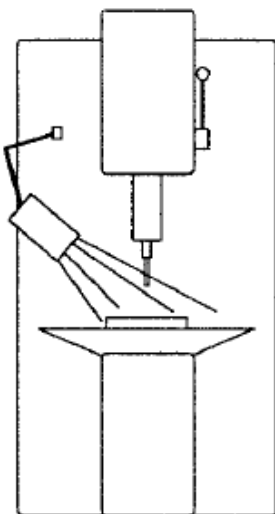


Ilustración 6 Anexo A,
UNE EN 1837:2010

9.1. La iluminación auxiliar de la máquina tiene que tener un mínimo de 500 lux, medidos en la punta de la herramienta y con el resguardo móvil con enclavamiento abierto. Particularmente para el caso del taladro, la luz deberá de incidir lateralmente y no como está instalada en la parte inferior del motor.

Se puede ver que la norma UNE EN 1837:1999+A1:2010, en concreto en el anexo A (Informativo), se encuentra este en este aspecto con la imagen que se ve a la izquierda.

La lámpara deberá tener la suficiente potencia como para que sea capaz de emitir más de 500 lux. Por sencillez, se va a proponer como solución la compra de una lámpara LED. El rendimiento de la lámpara se encuentra en torno al 60%. Este dato dice mucho del porqué es interesante la introducción de esta “nueva tecnología luminosa”.

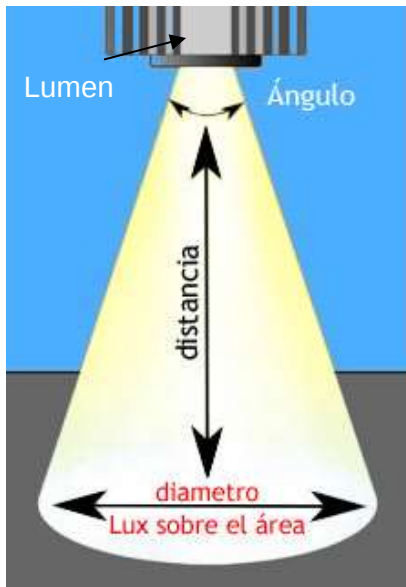


Ilustración 7 Esquema simbólico

El cálculo de la potencia, suponiendo que sea una bombilla LED, se realiza de la misma forma que si fuera halógena. También hay que indicar que el foco luminoso está mucho más cerca que en otras máquinas ya valoradas.

Calculando del mismo modo y valorando una distancia máxima de 150 mm a la pieza, el área de luz proyectada sobre la pieza será de $5.68 \times 10^{-2} \text{ m}^2$

Conocida el área proyectada, que acabamos de calcular, y a partir de la definición de lux, se puede calcular los lúmenes:

$$\Phi_v(\text{lumens}) = E_v \times S = 28.4 \text{ lumens}$$

Sabiendo que el rendimiento de una bombilla de este tipo es de 60 lumens/watt, la potencia en watts es igual a:

$$P(w) = \frac{\Phi_v(\text{lumens})}{\mu\left(\frac{\text{lumens}}{\text{watt}}\right)}$$

$$P = \frac{28.4}{60} = 0.473 \text{ watts} = 0.47 \text{ W}$$

La exigencia mínima que deberá tener esta bombilla es de 0.47 W.

Realizando las siguientes suposiciones:

- La bombilla deberá de tener una mayor potencia que la calculada, para que este valor no vaya justo, recordando que se puede manchar la pantalla.
- Desgaste de la bombilla por paso del tiempo.
- Factor recíproco de la pantalla de 50% según la norma.
- Recordar que la luz debe de llegar al operario a pleno régimen.

Todo esto nos lleva a sobredimensionar el cálculo. En concreto debemos de dividir esta potencia entre el 50%. Con lo que ya obtenemos 1 W.

Si además tenemos en cuenta la distancia al operador y el desgaste de la misma y las condiciones ergonómicas que buscamos, nos lleva a un valor mínimo de 3 W. (valor comercial).

16.1. La solución de este apartado pasa por la realización de un cuadro general con seccionamiento del mismo y en el que encontremos interruptores y contactores en base a lo argumentado en el punto 2.1 de las soluciones y justificaciones de la máquina. Una vez instalado tendremos que medir las tierras, que en principio y si la aplicación de las soluciones es correcta deberá salir pequeña.

En lo que respecta a las disposiciones relativas a la utilización del equipo deberemos de valorar el punto 4 que supondrá una obligatoriedad la de realizar alguna modificación en base a la valoración de riesgos. No así el punto 6, que se dejará como opcional.

4. Aunque parece innecesario, los residuos de viruta encontrados en la máquina puede originar el corte superficial del operario y de las personas que tengan acceso al laboratorio, en las partes más expuestas de su cuerpo, es decir, en las manos. Por ello, la máquina ha de estar siempre limpia en el momento de su utilización.

Para subsanar este problema, lo que se va a proponer es la compra de un recoge virutas magnético. También se podrá recoger la viruta del suelo si previamente la sacamos de la máquina con aire a presión de un compresor. Esta medida es más sucia, aunque no siempre se taladra material que sea magnético por lo que se ha visto en la imagen.

6. Además de la solución del punto anterior, se va a proceder a la compra de ropa laboral junto con guantes y gafas de seguridad para el operario. Medida preventiva para evitar un posible riesgo para la salud con la utilización de la máquina, ya que el operario estará más expuesto al riesgo. Volviendo a lo que se ha comentado anteriormente, es casi imposible que la máquina este limpia permanentemente, ya que el proceso de mecanizado es un proceso que genera residuos, de ahí la compra de unos guantes. En el caso de las gafas de protección hay que reconocer que en el laboratorio hay dos pares de gafas, pero también es cierto que en las ocasiones que he podido observar a los técnicos de laboratorio realizando trabajos de mecanizado, no los he visto usar dichas gafas. Actualmente, será responsabilidad de la Universidad el no uso de las mismas, ya que en ninguna máquina se encuentra la obligatoriedad de uso de gafas de seguridad, guantes, etc. Una vez que se instalen dichas señales será compromiso del operario el usarlas o no, recayendo sobre él la responsabilidad del daño.

5.3.2.1. Presupuesto

Para la realización del presupuesto de la máquina, se mencionará el apartado disconforme al que va dirigido, una pequeña descripción técnica de la medida y el precio de su implantación (incluido el I.V.A. y la mano de obra).

Apartado 2.1. Montaje de armario eléctrico

-ARMARIO ELECTRICO DE 15X35CM EN EL LATERAL IZQUIERDO DE LA MÁQUINA CON SECCIONAMIENTO, EN SU INTERIOR IRAN 2 CONTACTORES, 2 INTERRUPTORES (CARGA DE LA MÁQUINA Y TALADRINA) Y 2 FUSIBLES, LOS ÓRGANOS DE ACCIONAMIENTO SERÁN DOS PULSADORES DE MARCHA Y PARO. 3 m. DE MANGUERA 5X15 LIBRE DE HALÓGENOS.



Precio: 725,00 €

Observaciones: *Eliminación del actual seccionamiento, del interruptor de la luz y taladrina*

Apartado 3.3. Seta de emergencia

-REEMPLAZAMIENTO DE SETA DE EMERGENCIA E INSTALACIÓN EN EL CUADRO ELÉCTRICO.

Proveedor:



Precio: 62.00 €

LA SOLUCIÓN
PROPUESTA:



Imagen 26 Seta de emergencia

Apartado 8.1. y Cambio de resguardo móvil
Apartado 16.1 del taladro

- PROTECTOR DE SEGURIDAD UNIVERSAL PARA TALADRO.
ENCLAVAMIENTO DE RESGUARDO MÓVIL INCLUIDO

Proveedor:



Precio: 221.00 €

Observaciones: *En caso de estar estropeado el enclavamiento, se deberá de comprar otro de las mismas características. El resguardo está en perfectas condiciones*
Dimensiones: A=230 mm, B=180 mm, C=115 mm. Tiene ajuste de doble pantalla

LA SOLUCIÓN
PROPUESTA:

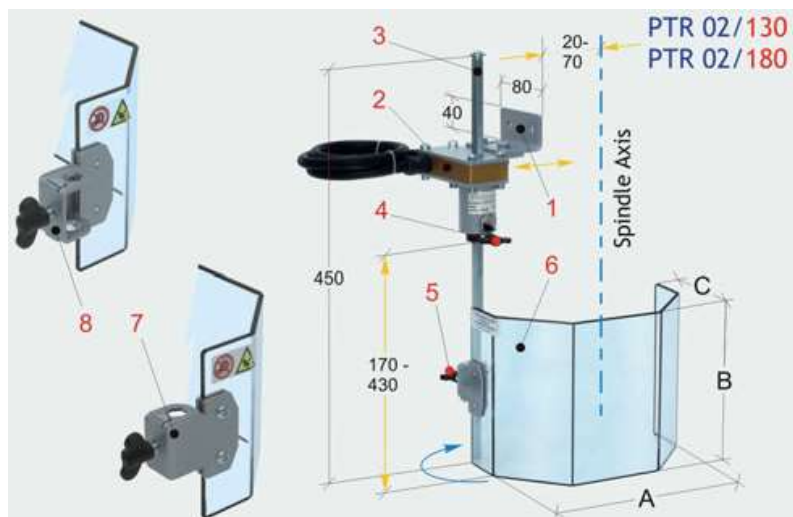


Imagen 27 Resguardo móvil con enclavamiento para taladro

Apartado 9.1. Introducción de lámpara LED.

Proveedor:

-BAJA TEMPERATURA EXTERIOR, NO AFECTAN LUBRICANTES. CABEZA ARTICULABLE. GRADO DE PROTECCIÓN IP65, LÁMPARA LED DE 8 x 1 W LED.

**Precio: 174.00 €**

LA SOLUCIÓN PROPUESTA:



Imagen 28 Lámpara LED para taladro.

Apartado 13.1. Señalizaciones

Proveedor:

-SEÑALIZACIONES PARA INFORMACIÓN DE PELIGROS Y OBLIGATORIEDAD

senyals.com
señalizar es prevenir

• Obligatorio Uso de Gafas	<i>Precio:</i>	2.03 €
• Obligatorio Uso de Botas	<i>Precio:</i>	2.03 €
• Obligatorio Uso de Guantes	<i>Precio:</i>	2.03 €
• Peligro proyección de partículas	<i>Precio:</i>	2.03 €
• Peligro riesgo de atrapamiento	<i>Precio:</i>	2.03 €

Precio Total: 10.15 €

Observaciones: *Será obligatorio el pegado de las señales en todas las máquinas para así prevenir el riesgo.*

Soluciones por este orden:



Imagen 29 Solución correspondiente a la señalización visual de los riesgos de la máquina

El presupuesto total para la ejecución material de las medidas expuestas asciende a un total de mil ciento noventa y dos euros y quince céntimos, 1192.15 €.

5.4. Sierra fija de Cinta

Esta máquina es básica al igual que el taladro de columna en cualquier taller mecánico. Son máquinas, por lo general, no especialmente caras y que realizan esa primera parte de acondicionar la pieza a las dimensiones y características con las que se van a trabajar.

En lo referente al uso de la sierra hay que decir que, en la mayoría de los casos, las piezas que se mecanizarán salen de perfiles más grandes (en torno a 2.7-3 m) ya que sale más barato a la larga.

La sierra que se encuentra en el laboratorio es de uso no industrial pero no porque este tipo de sierra sea así, sino por la ergonomía del taller que no permite el trabajo en serie por la cercanía con otras máquinas y una mesa. A pesar de esto, se deberá de valorar como si fuera de uso industrial, ya que si se cambiara de ubicación actuaría de dicha forma.

El funcionamiento de esta sierra comienza tras accionar un pulsador que tiene en el mango. Como característica resaltar que esta sierra es de metal y que realiza corte refrigerado, ya que se compró con bomba de taladrina de serie, lo que hace que no haya tanta dispersión de viruta y ponga en riesgo al operario. Posteriormente valoraremos que ocurre si se quedara sin taladrina la máquina, es decir, lo que ocurre con un corte no lubricado.



Imagen 30 Sierra fija de cinta

5.4.1. Inspección: Lista de verificación**FICHA DE IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO DE TRABAJO:**

Titular: <i>Universidad de Jaén</i>	
Emplazamiento/Ubicación: <i>Laboratorio de Mecánica, Dependencia 045, Edificio: A3, Campus de Las Lagunillas, Jaén</i>	
Tipo de Máquina o Equipo: <i>Sierra de Cinta</i>	
Marca/Fabricante: <i>STM</i>	Año de Fabricación: <i>2004</i>
Tipo/Modelo: <i>RMI 50 EL</i>	Nº de Identificación: <i>101010656</i>

DISPOSICIONES MINIMAS APLICABLES (R.D. 1215/1997 ANEXO I):

En la siguiente tabla, se encuentran los requisitos que han de cumplir las máquinas herramientas que se van a analizar.

REQUISITO	INSPECCIÓN				
	SÍ	NO	N/A	OBSERVACIONES	NORMA QUE LA CONTEMPLA
0. Revisión documental					
0.1. ¿Dispone de Manual de Usuario?		X		No hay constancia de su existencia. Hay que pedirlo a fabricante	UNE EN ISO 12100:2012 APARTADO 6.4.5. Documentación que acompaña a la máquina
0.2. ¿Dispone de las Instrucciones de Mantenimiento y Registros de Mantenimiento?		X		No se ha facilitado datos	
0.3. ¿Dispone de Marcado CE?	✓				
0.4. ¿Se ha realizado alguna modificación de la máquina-herramienta? En caso afirmativo, ¿dispone de los Certificados de Inspecciones anteriores?		✓		No se han realizado modificaciones sobre la máquina	
1. Órganos de Accionamiento					
1.1. ¿Son visibles e identificables con indicaciones, colores y pictogramas?	✓				UNE EN 61310:2008 UNE EN ISO 13851:2002

1.2.	¿Están situados fuera de zonas peligrosas?	✓				
1.3.	¿El operador visualiza la zona peligrosa? En caso contrario, ¿dispone de las señalizaciones adecuadas?	✓				
2. Puesta en marcha						
2.1.	¿Se realiza de forma voluntaria en cualquier caso? Bien producido por parada voluntaria o involuntaria	✓				UNE EN 1037:2008
3. Órganos de parada						
3.1.	¿El equipo posee un órgano de parada total? Por ejemplo, un interruptor general de corte, un seccionador acerrojable...		✗		No dispone de cuadro eléctrico	UNE EN ISO 13849:2008 UNE EN 60204-1:2013
3.2.	En situaciones anómalas, ¿el equipo necesitará un rearme manual para su puesta en servicio?	✓				
3.3.	¿Existen órganos de parada de emergencia si así se precisa?		✗		No existe.	UNE EN ISO 13850:2006
4. Riesgo de caída de objetos y proyecciones						
4.1.	En condiciones de utilización, ¿las características de la máquina evitan la caída no intencionada de objetos?		✗		Situándonos en la condición de trabajo en serie	UNE EN ISO 13857:2008 R.D. 733/1997
5. Dispositivos de captación/extracción de gases						
5.1.	¿Poseen dispositivos cerca de la fuente emisora que sean capaces de realizar su trabajo en las condiciones más desfavorables?	✓				UNE EN 626-1:2008
6. Equipos sobre los que se sitúen los trabajadores						
6.1.	¿La máquina dispone de soportes suficientes para evitar una posible caída?			●		UNE EN 626:2008 R.D. 2177/2004
6.2.	¿La superficie de la plataforma es antideslizante?			●		
6.3.	¿Las escaleras de mano, andamios... poseen los elementos necesarios de apoyo y tienen los sistemas de cuerdas adecuados para que en caso de caída y/o deslizamiento eviten la caída del operario?			●		

7. Estallidos y rupturas					
7.1.	¿Las protecciones están presentes y son suficientemente amplias para abarcar cualquier proyección?			No existe protección	UNE EN 953:2009
8. Resguardos					
8.1.	¿La máquina tiene resguardos frente a riesgos de contacto mecánico con partes móviles?			No tiene resguardos.	UNE EN ISO 13857:2008 UNE EN ISO 14119:2014
9. Iluminación (*)					
9.1.	¿La iluminación es adecuada al tipo de tarea?			No tiene iluminación	R.D. 486/1997
10. Temperaturas (*)					
10.1.	¿Existen protecciones al contacto a temperaturas extremas?				UNE EN ISO 13732:2005
11. Alarmas					
11.1.	¿Es adecuado el uso de la misma en el equipo?				UNE EN 981:2008
12. Separación de fuentes de energía					
12.1.	¿Dispone de un seccionamiento que permita la interrupción general de la máquina?				UNE EN 60204-1:2013
13. Señalización					
13.1.	¿Las advertencias y señales de seguridad son perceptibles de ser vistas y oídas?				R.D. 485/1997
14. Protecciones ambientales frente a condiciones agresivas y/o incendios					
14.1.	¿Son adecuadas las protecciones que eviten el contacto frente a una atmósfera agresiva?				UNE EN 626-1:2008
14.2.	¿El equipo de trabajo dispone de sistemas de protección adecuados para proteger a los trabajadores contra los riesgos de incendio? Extintores...				R.D. 1942/1993

15. Explosión						
15.1.	¿Existe protección del equipo a sustancias producidas o almacenadas, evitando la existencia de atmosfera explosiva? De no ser así, ¿hay medidas especiales de emergencia?	✓				UNE EN 1127-1:2012
16. Contactos eléctricos (*)						
16.1.	¿El equipo de trabajo está protegido de contactos directos e indirectos? (Tomas de tierra adecuadas, tensiones de seguridad)		✗		No dispone de cuadro eléctrico con interruptores de cada maniobra.	ITC MIE BT 021 (1973) ITC MIE 024 (2002) UNE EN 60204-1:2013
17. Ruido/Vibraciones/Radiaciones (*)						
17.1.	¿Es correcto que la utilización/no utilización de las protección contra ruido?	✓				UNE EN 352:2002 R.D. 286/2006
17.2.	¿Es correcto que la utilización/no utilización de las protección contra vibraciones?	✓				R.D. 379/2001
17.3.	¿Es correcto que la utilización/no utilización de las protección contra radiaciones?			●		UNE EN 14255/2007
18. Líquidos corrosivos						
18.1.	¿Los equipos de trabajo poseen protectores para evitar el contacto directo en el almacenamiento y/o uso de líquidos corrosivos?	✓				R.D. 379/2001
19. Herramientas manuales						
19.1.	¿El material de mangos y órganos de mando es adecuado (sin bordes agudos ni resbaladizos) y con una buena resistencia para evitar la rotura y proyecciones de los mismos?	✓				UNE EN 849:2009

MEDIDAS

Apartado 9.- Iluminación

Localización del punto de medida:				Evaluación:
Valor medio (lux):		Valor requerido de referencia:	500 lux	<i>No apto</i>

Apartado 16.- Protección eléctrica

Localización del punto de medida:					Evaluación:
Impedancia de bucle, Z (ohmios)		Sensibilidad del interruptor diferencial, Is (A)		$Z \cdot I_s =$ <50 V (con superficies secas) <24 V (con superficies húmedas)	

Apartado 17.1.- Ruido

Localización del punto de medida:			
Medidas	Valores (dB)	Corrección $L_{Aeq,T}$ por ruido de fondo cuando $L_{Aeq,T} > 80$	<i>No es competencia en este caso.</i>
Nivel de calibrado inicial	94 dB.	$L_{Aeq} - L_{Af} =$	
Medición ruido de máquina ($L_{Aeq,T}$)	75.4 dB.	Valor correcto de medida (Inc L)=	
Tiempo de medición:	20 s.	Ruido máquina corregido ($L_{Aeq,T} - Inc L$)=	
Medida del Valor Pico:	99.1 dB.	<i>Para este apartado no habrá que realizar ninguna corrección por ruido de fondo.</i>	
Medida del ruido de fondo (L_{Af}): (si $L_{Aeq,T} > 80$)	6 dB.		
Nivel de calibrado final	93.9 dB.		

Los equipos empleados para la realización de la inspección son los que a continuación se mencionan:

Inspección	Instrumento utilizado	Marca/Modelo	Nº de Serie
SIERRA FIJA	Sonómetro integrador	CESVA SC310	10504712

DISPOSICIONES MÍNIMAS RELATIVAS A LA UTILIZACION DE LOS EQUIPOS (ANEXO II)

REQUISITOS	SÍ	NO
20. ¿La instalación y el uso del equipo se ha realizado de forma que se minimizan los riesgos para la seguridad y salud de los operarios, teniendo en cuenta los principios ergonómicos de la máquina, y disminuyendo el riesgo de terceros?	✓	
21. ¿El equipo se usa únicamente con el fin prefijado por el fabricante en su manual de usuario?	✓	
22. ¿Se han tomado las medidas necesarias, en equipos que quedan parcialmente descubiertos, para evitar la accesibilidad a partes móviles?		✗
23. ¿Cuándo se produce la limpieza y/o mantenimiento del equipo se realiza con los instrumentos adecuados, evitando el contacto con zonas peligrosas de la máquina?		✗
24. ¿El equipo está instalado de forma que se evite su desplazamiento?	✓	
25. ¿El operario que utiliza la máquina va equipado de forma adecuada según el manual de usuario?		✗
26. ¿El equipo dispone de un diario de mantenimiento?		✗
27. ¿Las herramientas manuales son adecuadas en dimensiones y formas para la máquina de trabajo?	✓	
Disconformidades detectadas: 3. El acceso a las partes móviles de la máquina es inseguro, ya que cuando se abre el resguardo móvil de la máquina, se tendría que parar el funcionamiento para eliminar el riesgo. Pero esto sucede ocasionalmente y se va a solventar con las modificaciones que se le van a realizar en base al anexo I. 4. La limpieza de la máquina se realiza con una brocha, ésta está muy desgastada y desde luego que no es la mejor forma que hay para recoger la viruta, sobre todo si en el proceso se ha utilizado taladrina porque se queda pegada a la viruta y limpiar la brocha se convierte en un riesgo. 6. El operario lleva una bata de laboratorio, adecuada para el trabajo ya que tapa los brazos. No usa gafas de protección, ni guantes. Ambos obligatorios para el trabajo de mecanizado. 7. El equipo no dispone de un diario de mantenimiento. Al menos no me lo han facilitado ni está por el taller como es el caso de otros casos.		

5.4.1.1. Evaluación de Riesgos

Como se hizo en el apartado anterior, para el desarrollo de este punto, seguiremos los pasos prefijados en el apartado 4, Evaluación de riesgos.

En la introducción de la sierra de cinta, se ha expuesto el uso que tiene la máquina y sus limitaciones.

En la lista de verificación se encuentran los principales peligros que conlleva actualmente el uso de la máquina. En primer lugar comenzamos por el anexo I, Disposiciones mínimas de seguridad y salud. Puede ser que las disconformidades del uso (correspondiente con el anexo II), se subsanen con las modificaciones ejecutadas a partir del anexo I. No obstante, y como se dijo en las disconformidades detectadas, se encuentran problemas originados por un mal mantenimiento y no por las deficiencias determinadas en base a las disposiciones de seguridad y salud. Recordemos también que el proceso de evaluación de riesgos ha de ser iterativo conforme se hayan realizado las medidas correctoras para así no alcanzar otro riesgo.

Para valorar los peligros detectados, a continuación se muestran imágenes de los mismos. Esto va a permitir, además de un mayor entendimiento de los peligros, ubicarnos en la máquina para así emitir una solución de carácter racional.



Imagen 31 Órganos de accionamiento



Imagen 32 Ergonomía



Imagen 33 Hoja de la sierra, modificación para su protección

Respecto a los peligros encontrados, tenemos que decir que los relacionados con la documentación de la máquina no se van a valorar, aunque en el siguiente apartado si se comentarán.

Luego, los peligros que se han encontrado y que se valorarán en este punto son los que a continuación se muestran:

Nº	Peligro	Gravedad	Probabilidad de que se produzca			Detectividad
			Exposición	Acaecimiento	Operario	
3.1	Órgano de parada total	5x2	3	1	1	10
3.3	Parada de emergencia	5x2	3	1	1	10
4.1	Requisitos ergonómicos	2x2	3	1	1	10
7.1	Protección	5x2	3	1	1	10
8.1	Enclavamiento del resguardo móvil	5x2	3	1	1	10
9.1	Iluminación insuficiente	5x1	3	1	1	10
12.1	Sin seccionamiento de energía	3x1	3	1	1	10
16.1	No dispone de cuadro eléctrico.	3x2	3	1	1	5

El índice de probabilidad del riesgo será para cada peligro:

$$\text{IPR (3.1.)} = 5 \times 2 \times (3 + 1 + 1) \times 5 = 150$$

$$\text{IPR (3.3.)} = 5 \times 2 \times (3 + 1 + 1) \times 10 = 500$$

$$\text{IPR (4.1.)} = 2 \times 2 \times (3 + 1 + 1) \times 10 = 200$$

$$\text{IPR (7.1.)} = 5 \times 2 \times (3 + 1 + 1) \times 10 = 500$$

$$\text{IPR (8.1.)} = 5 \times 2 \times (3 + 1 + 1) \times 10 = 500$$

$$\text{IPR (9.1.)} = 5 \times 1 \times (3 + 1 + 1) \times 10 = 250$$

$$\text{IPR (12.1.)} = 3 \times 1 \times (3 + 1 + 1) \times 10 = 150$$

$$\text{IPR (16.1)} = 3 \times 2 \times (3 + 1 + 1) \times 5 = 150$$

Como se aprecia todos los índices están por encima del valor de 100, esto conlleva considerar el riesgo como una situación peligrosa y además, persistente. Respecto a lo comentado de las guías, decir que este riesgo está controlado y que podemos seguir trabajando con el mismo. El problema es que llegará el día que acabará rompiéndose del todo. Sería conveniente llevar a cabo medidas preventivas. No obstante, en las soluciones y justificaciones de los problemas detectados se comentará.

Pasamos a la evaluación de lo que respecta a las condiciones de uso.

Nº	Peligro	Gravedad	Probabilidad de que se produzca			Detectividad
			Exposición	Acaecimiento	Operario	
4	Limpieza de la máquina	2 x 1	3	1	1	10
6	Equipamiento de operario inadecuado	2 x 2	3	1	1	5
7	Diario de Mantenimiento	2 x 2	3	1	1	5

El índice de probabilidad de riesgo para cada peligro:

$$\text{IPR (4)} = 2 \times 1 \times (3 + 1 + 1) \times 10 = 100$$

$$\text{IPR (6)} = 2 \times 2 \times (3 + 1 + 1) \times 5 = 100$$

$$\text{IPR (7)} = 2 \times 2 \times (3 + 1 + 1) \times 5 = 100$$

5.4.2. Soluciones y justificaciones a los problemas detectados

Las soluciones propuestas para paliar los problemas que hemos encontrado, y que como se ha comprobado en la evaluación de riesgos pueden conllevar la aparición de situaciones peligrosas para el operario y la gente que se encuentra alrededor de la máquina, se explican a continuación en base a la norma UNE EN 13898:2004+A1:2009, de Seguridad de las máquinas-herramientas, sierras para metal en frío.

0.1. El manual de Usuario de la máquina, no nos lo han facilitado. Este no se encuentra publicado en Internet, por tanto, tendremos que pedirselo al fabricante de la máquina, puesto que es necesario para la utilización de la máquina. En él vienen

diversas puntualizaciones respecto al uso de la misma. Este caso es algo extraño, ya que si encontramos un dossier con algunos planos de la máquina y diversas operaciones de mantenimiento que se suponen se están siguiendo.

3.1. El equipo no posee ningún órgano de parada total, es decir, siempre está entrando energía en el mismo aunque la máquina esté parada, ya que lo único que posee el equipo son dos órganos de accionamiento uno de Marcha y otro de Parada. Esto no será suficiente para este tipo de equipos. Por tanto, habrá que colocar un interruptor general con seccionamiento incrustado en un cuadro por comodidad, ya que no se podrá incrustar en la máquina por la bomba de taladrina que tiene en su interior. También valdría una seta de emergencia en el cuadro que generará la parada total del equipo, requisito algo con un coste económico superior pero que solventaría el problema.

Al tener que colocar otra seta de emergencia cerca de los órganos de accionamiento como se expone a continuación, es preferible introducir un seccionador a la entrada, adoptándolo como medida resolutive y más ergonómica para el operario evitando posibles confusiones.

3.3. Tal y como se ha comentado anteriormente, el equipo no posee ningún órgano de parada total. Según la norma UNE En 60204, equipo eléctrico de las máquinas se estipula que la parada de emergencia se debe de colocar en lugares fácilmente accesibles y situar una en cada puesto de mando siempre que se pueda. Es cierto que el órgano de accionamiento es manual y que hay que dejarlo pulsado para el funcionamiento de la sierra, pero también tenemos que considerar la posibilidad de trabajar en serie provocando un atrapamiento del dedo por agarrotamiento. Por ello, debemos de colocar una seta de emergencia para que el operario pueda actuar con la otra mano y pueda producirse la parada instantánea de la máquina.

4.1. La máquina debe de tener un perímetro de seguridad para que se pueda dar el buen funcionamiento de la misma. La situación en el laboratorio de la máquina no favorece al riesgo de desaparición de la caída no intencionada de objetos, en concreto se hace prácticamente imposible la entrada de perfiles longitudinales para seguir trabajando en serie. Por tanto y siempre y que fuese posible, se deberá de modificar la posición de la máquina en el laboratorio.

7.1. En la condición más desfavorable del equipo surgirá cuando haya un problema con la bomba de taladrina tal y como se comentó en la introducción de la máquina, ya que puede haber proyecciones de viruta.

Al ser un laboratorio docente, es decir, destinado a la enseñanza, sería muy interesante la colocación del protector, ya que los alumnos se podrán colocar detrás del resguardo protector, evitando posibles proyecciones de viruta. Las dimensiones de este no deberán ser inferiores a 500 mm colocándose en el lateral de la máquina. Dicho protector será permanente, y es casi obligada la colocación en el lado derecho de la máquina.

No obstante y si valoramos los principios ergonómicos de la máquina lo ideal sería dos protecciones, una en cada lateral de la máquina. Serán pantallas que permitirán la visualización del corte lateralmente.

8.1. En cuanto a los resguardos, la norma UNE EN 13898:2009 es clara, este tipo de sierras de cinta horizontal con cabezal basculante, el principal peligro que tiene es la posible rotura de la cinta, sobre todo cuando se la somete al corte de un material distinto de metal. Por todo esto, es aconsejable, además de obligatorio por parte de la norma, la existencia de un resguardo fijo.

Para intentar que el daño en estas ocasiones sea el mínimo posible, se va a colocar una plaquita de acero en la zona mostrada en rojo en imagen 33. Por ponerle nombre a esta medida, crearemos un resguardo de guía de sierra de banda. Esta placa será de 20x6 cm, esta anchura no podrá variar en exceso.

9.1. Todas las máquinas herramientas deberán tener iluminación. En este caso y como la máquina es algo más pequeña no se necesitará un brazo de 800 mm para que el foco luminoso incida directamente sobre la pieza. En este caso, valdrá con un brazo de menor dimensión. Bastaría con que estuviera en torno a 500 mm o incluso que fuera fijo. Se colocaría en el lado izquierdo, cerca del cuadro eléctrico nuevo.

El cálculo de la potencia, suponiendo que sea una bombilla halógena se explica a continuación:

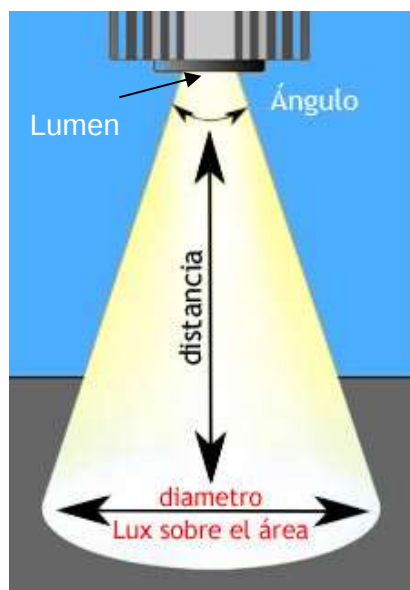


Ilustración 8 Esquema simbólico

El lux, es la unidad con la que se mide la iluminancia. Esta se define como el cociente entre un lumen (que es la luminosidad que emite la lámpara) dividido entre la superficie sobre la que se proyecta en metros cuadrados.

En la ilustración que se aprecia lo que se ha explicado anteriormente. Así pues pasamos al cálculo del diámetro proyectado para posteriormente calcular el área.

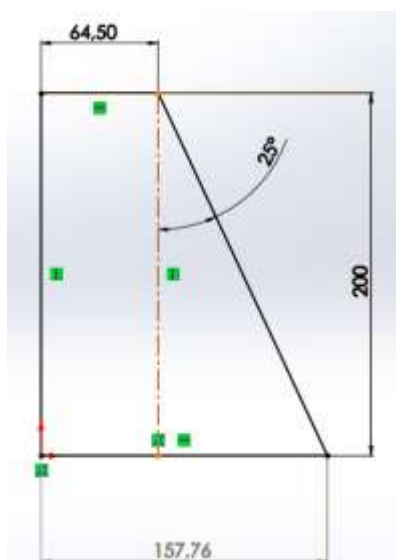


Ilustración 9 Aproximación del comportamiento de la iluminación de la máquina

El diámetro emisor es conocido y de 129 mm. También sabemos el ángulo que es de 25 grados y la distancia que es 200 mm como se dijo anteriormente. Luego lo que hacemos es calcular el diámetro que refleja el foco.

$$R = 64.5 + 200 \times \tan 25^\circ;$$

$$R = 157.76 \text{ mm}$$

Tal y como se expresa en la imagen.

Ahora sí podemos calcular el área de luz proyectada:

$$S = \pi \times R^2 = \pi \times 157.76^2;$$

$$S = 0.0781 \text{ m}^2$$

Conocida el área proyectada, que acabamos de calcular, y a partir de la definición de lux, se puede calcular los lúmenes:

$$\phi_v(\text{lumens}) = E_v \times S = 28.4 \text{ lumens}$$

Sabiendo que el rendimiento de una bombilla de este tipo es de 60 lumens/watt, la potencia en watts es igual a:

$$P(w) = \frac{\phi v(lumens)}{\mu\left(\frac{lumens}{watt}\right)}$$

$$P = \frac{28.4}{60} = 0.473 \text{ watts} = 0.47 \text{ W}$$

La exigencia mínima que deberá tener esta bombilla es de 0.47 W.

Realizando las siguientes suposiciones:

- La bombilla deberá de tener una mayor potencia que la calculada, para que este valor no vaya justo, recordando que se puede manchar la pantalla.
- Desgaste de la bombilla por paso del tiempo.
- Factor recíproco de la pantalla de 50% según la norma.
- Recordar que la luz debe de llegar al operario a pleno régimen.

Todo esto nos lleva a sobredimensionar el cálculo. En concreto debemos de dividir esta potencia entre el 50%. Con lo que ya obtenemos 1 W.

Si además tenemos en cuenta la distancia al operador y el desgaste de la misma y las condiciones ergonómicas que buscamos, nos lleva a un valor mínimo de 3 W. (valor comercial)

12.1. No existe ningún seccionamiento en la máquina, ni eléctrico ni de la bomba de la taladrina. Este último no será necesario. Sin embargo, si es necesario el uso del seccionamiento de la corriente eléctrica, obteniendo al mismo tiempo un órgano de parada total.

16.1. La solución de este apartado pasa por la realización de un cuadro general con seccionamiento del mismo y en el que encontremos interruptores y contactores en base a lo argumentado en el punto 3.1 de las soluciones y justificaciones de la

máquina. Una vez instalado tendremos que medir las tierras, que en principio y si la aplicación de las soluciones es correcta deberán salir pequeña, evitando así posibles contactos indirectos.

En lo que respecta a las disposiciones relativas a la utilización del equipo deberemos de valorar el punto 4 que supondrá una obligatoriedad la de realizar alguna modificación en base a la valoración de riesgos. No así el punto 6, que se dejará como opcional.

4. Como se ha visto en la imagen 32, la máquina no está limpia y los residuos de viruta encontrados en la máquina puede originar el corte del operario y de las personas que tengan acceso al laboratorio, en las partes más expuestas de su cuerpo, es decir, en las manos.

Para subsanar este problema, lo que se va a proponer es la compra de un recoge virutas magnético. También se podrá recoger la viruta del suelo si previamente la sacamos de la máquina con aire a presión de un compresor. Esta medida es más sucia, aunque no siempre se taladra material que sea magnético por lo que se ha visto en la imagen.

6. Para corregir este punto, se va a proceder a la compra de ropa laboral adecuada a trabajos de mecanizado y gafas de seguridad para el operario. Medida preventiva para evitar un posible riesgo para la salud con la utilización de la máquina, ya que éste estará más expuesto al riesgo.

5.4.2.1. Presupuesto

Para la realización del presupuesto de la máquina, se mencionará el apartado disconforme al que va dirigido, una pequeña descripción técnica de la medida y el precio de su implantación (incluido el I.V.A. y la mano de obra).

Apartado 3.1. Montaje de armario eléctrico

Apartado 12.1 y

Apartado 16.1

-ARMARIO ELECTRICO DE 20X35CM EN EL LATERAL IZQUIERDO DE LA MÁQUINA CON SECCIONAMIENTO, EN SU INTERIOR IRÁ 1 CONTACTOR, 2 INTERRUPTORES 2 FUSIBLES (CARGA DE LA MÁQUINA Y TALADRINA) Y OTRO PARA ILUMINACIÓN, REPRESENTADOS CON UN PULSADOR DE MARCHA Y PARO Y EL POSTERIOR PULSADOR YA EXISTENTES. EL CUADRO TENDRÁ UN INTERRUPTOR SECCIONADOR DE ENTRADA.

Proveedor:



Precio: 625,00 €

Observaciones: *El seccionador actuará como órgano de parada total de la máquina.*

Apartado 3.3 Introducción de la parada de emergencia

- SETA DE EMERGENCIA E INTRODUCCIÓN EN EL CUADRO ELÉCTRICO

Proveedor:



Precio: 36.00 €

Observaciones: *El posicionamiento de la misma será a la izquierda del operador y cercana al cuadro eléctrico.*

Apartado 4.1 Cambio de ubicación de la máquina Proveedor: -

- CAMBIO DE UBICACIÓN DE LA MÁQUINA A OTRA POSICIÓN, (JUNTO A LA HABITACIÓN DEDICADA A LA SOLDADURA).

Precio: --- €

Observaciones: Así podrá realizar la función de realizar trabajos en serie.

Apartado 7.1 Protector fijo con base magnética, SERIE PBM 11/325

Proveedor:



- PROTECTOR DE SEGURIDAD FLEXIBLE HOMOLOGADO QUE PROTEGE AL OPERARIO DE PROYECCIÓN DE VIRUTAS

Precio: 210.00 €

Observaciones: Se colocará a la derecha, es decir, junto a donde tiene lugar la salida de la pieza ya cortada.

LA SOLUCIÓN PROPUESTA:

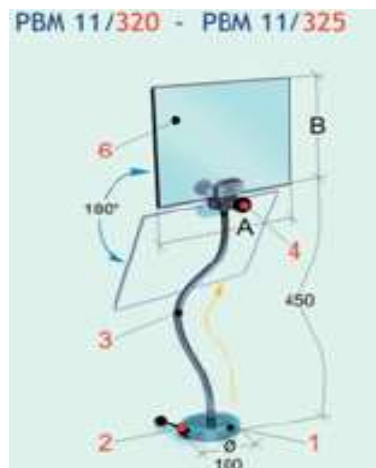


Imagen 34 Protector lateral

Apartado 8.1. Resguardo fijo

Proveedor:

- PLAQUITA DE ACERO INOXIDABLE,

Precio: -.- €

Observaciones: *En caso de estar estropeado el enclavamiento, se deberá de comprar otro de las mismas características. El resguardo está en perfectas condiciones*

*Dimensiones:**Largo=210 mm, ancho=40 mm y espesor de 0.5 mm. Se le aplicará un adhesivo para metal en frío. (Pattex Nural 21)***Apartado 9.1.** Introducción de lámpara LED.

Proveedor:

-BAJA TEMPERATURA EXTERIOR, NO AFECTAN LUBRICANTES. CABEZA ARTICULABLE. GRADO DE PROTECCIÓN IP65, LÁMPARA LED DE 8 x 1 W LED.

**Precio:** 174.00 €

Observaciones: *Su colocación la realizará el electricista, e irá junto al cuadro de la luz.*

LA SOLUCIÓN PROPUESTA:

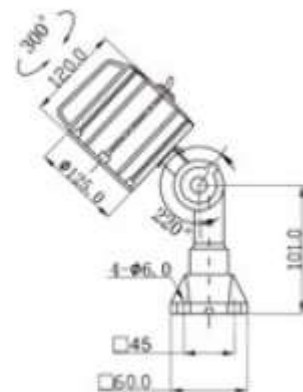


Imagen 35 Lámpara LED.

Apartado 13.1. Señalizaciones

Proveedor:

senyals.com
señalizar es prevenir**-SEÑALIZACIONES PARA
INFORMACIÓN DE PELIGROS Y
OBLIGATORIEDAD**

• Obligatorio Uso de Gafas	Precio:	2.03 €
• Obligatorio Uso de Botas	Precio:	2.03 €
• Obligatorio Uso de Guantes	Precio:	2.03 €
• Peligro proyección de partículas	Precio:	2.03 €
• Peligro riesgo de atrapamiento	Precio:	2.03 €

Precio Total:**10.15 €**

Observaciones: *Será obligatorio el pegado de las señales en todas las máquinas para así prevenir el riesgo.*

Soluciones por este orden:



Imagen 36 Solución correspondiente a la señalización visual de los riesgos de la máquina

El presupuesto total para la ejecución material de las medidas expuestas asciende a un total de mil cincuenta y cinco euros y quince céntimos, 1055.15 €.

5.5. Torno Cumbre 022

El torno se caracteriza por el movimiento rotativo de la pieza y un movimiento rectilíneo en lo que al avance de la herramienta se refiere. Esta máquina permite obtener distintos acabados en lo referente a las piezas, realizando operaciones de desbaste y de acabado donde la tolerancia geométrica es pequeña. Las piezas que se tornearn son de forma cilíndrica que vienen de perfiles longitudinales con esta forma. Al producirse el corte de la pieza, se genera viruta. Los riesgos mecánicos de la máquina son elevados: riesgos de atrapamiento en las guías y números sistemas de engranajes, riesgos de cizalladura en el cabezal donde se sujeta la pieza, riesgos relacionados con proyecciones de viruta y de refrigerante... entre otros.

El torno de eje horizontal que encontramos en el laboratorio es de finales de la mitad del siglo pasado, no dispone de demasiadas medidas de seguridad lo que convertirá la adecuación de la máquina en un proceso algo más complicado de analizar.



Imagen 37 Torno Cumbre 022

5.5.1. Inspección: Lista de verificación**FICHA DE IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO DE TRABAJO:**

Titular: <i>Universidad de Jaén</i>	
Emplazamiento/Ubicación: <i>Laboratorio de Mecánica, Dependencia 045, Edificio: A3, Campus de Las Lagunillas, Jaén</i>	
Tipo de Máquina o Equipo: <i>Torno horizontal</i>	
Marca/Fabricante: <i>CUMBRE</i>	Año de Fabricación: <i>1952</i>
Tipo/Modelo: <i>022</i>	Nº de Identificación: <i>-</i>

DISPOSICIONES MINIMAS APLICABLES (R.D. 1215/1997 ANEXO I):

En la siguiente tabla, se encuentran los requisitos que han de cumplir las máquinas herramientas que se van a analizar.

REQUISITO	INSPECCIÓN				
	SÍ	NO	N/A	OBSERVACIONES	NORMA QUE LA CONTEMPLA
0. Revisión documental					
0.1. ¿Dispone de Manual de Usuario?	✓			Buscado y encontrado en Internet	UNE EN ISO 12100:2012 APARTADO 6.4.5. Documentación que acompaña a la máquina
0.2. ¿Dispone de las Instrucciones de Mantenimiento y Registros de Mantenimiento?	✓				
0.3. ¿Dispone de Marcado CE?		✓			
0.4. ¿Se ha realizado alguna modificación de la máquina-herramienta? En caso afirmativo, ¿dispone de los Certificados de Inspecciones anteriores?		✓			
1. Órganos de Accionamiento					
1.1. ¿Son visibles e identificables con indicaciones, colores y pictogramas?		✗		No están identificados en cualquier caso	UNE EN 61310:2008 UNE EN ISO 13851:2002

1.2.	¿Están situados fuera de zonas peligrosas?			<i>Son cercanos a la máquina.</i>	
1.3.	¿El operador visualiza la zona peligrosa? En caso contrario, ¿dispone de las señalizaciones adecuadas?				
2. Puesta en marcha					
2.1.	¿Se realiza de forma voluntaria en cualquier caso? Bien producido por parada voluntaria o involuntaria			<i>No dispone de contactores que obliguen al rearme de la máquina.</i>	UNE EN 1037:2008
3. Órganos de parada					
3.1.	¿El equipo posee un órgano de parada total? Por ejemplo, un interruptor general de corte, un seccionador acerrojable...			<i>No dispone de cuadro eléctrico a la entrada que supone la no existencia de interruptores generales, etc.</i>	UNE EN ISO 13849:2008 UNE EN 60204-1:2013
3.2.	En situaciones anómalas, ¿el equipo necesitará un rearme manual para su puesta en servicio?			<i>No tiene ninguna protección eléctrica.</i>	
3.3.	¿Existen órganos de parada de emergencia si así se precisa?			<i>No dispone de ninguna seta de emergencia o similar</i>	UNE EN ISO 13850:2006
4. Riesgo de caída de objetos y proyecciones					
4.1.	En condiciones de utilización, ¿las características de la máquina evitan la caída no intencionada de objetos?				UNE EN ISO 13857:2008 R.D. 733/1997
5. Dispositivos de captación/extracción de gases					
5.1.	¿Poseen dispositivos cerca de la fuente emisora que sean capaces de realizar su trabajo en las condiciones más desfavorables?				UNE EN 626-1:2008
6. Equipos sobre los que se sitúen los trabajadores					
6.1.	¿La máquina dispone de soportes suficientes para evitar una posible caída?				UNE EN 626:2008 R.D. 2177/2004

6.2.	¿La superficie de la plataforma es antideslizante?			●		
6.3.	¿Las escaleras de mano, andamios... poseen los elementos necesarios de apoyo y tienen los sistemas de cuerdas adecuados para que en caso de caída y/o deslizamiento eviten la caída del operario?			●		
7. Estallidos y rupturas						
7.1.	¿Las protecciones están presentes y son suficientemente amplias para abarcar cualquier proyección?		X		No están presentes.	UNE EN 953:2009
8. Resguardos						
8.1.	¿La máquina tiene resguardos frente a riesgos de contacto mecánico con partes móviles?		X		Dispone de un resguardo móvil para evitar el atrapamiento con engranajes de motor	UNE EN ISO 13857:2008 UNE EN ISO 14119:2014
9. Iluminación (*)						
9.1.	¿La iluminación es adecuada al tipo de tarea?		X		No dispone de iluminación.	R.D. 486/1997
10. Temperaturas (*)						
10.1.	¿Existen protecciones al contacto a temperaturas extremas?	✓				UNE EN ISO 13732:2005
11. Alarmas						
11.1.	¿Es adecuado el uso de la misma en el equipo?			●		UNE EN 981:2008
12. Separación de fuentes de energía						
12.1.	¿Dispone de un seccionamiento que permita la interrupción de la máquina?		X		No dispone de cuadro eléctrico	UNE EN 60204-1:2013
13. Señalización						
13.1.	¿Las advertencias y señales de seguridad son perceptibles de ser vistas y oídas?		X			R.D. 485/1997

14. Protecciones ambientales frente a condiciones agresivas y/o incendios					
14.1.	¿Son adecuadas las protecciones que eviten el contacto frente a una atmósfera agresiva?			●	UNE EN 626-1:2008
14.2.	¿El equipo de trabajo dispone de sistemas de protección adecuados para proteger a los trabajadores contra los riesgos de incendio? Extintores...	✓			R.D. 1942/1993
15. Explosión					
15.1.	¿Existe protección del equipo a sustancias producidas o almacenadas, evitando la existencia de atmosfera explosiva? De no ser así, ¿hay medidas especiales de emergencia?	✓			UNE EN 1127-1:2012
16. Contactos eléctricos (*)					
16.1.	¿El equipo de trabajo está protegido de contactos directos e indirectos? (Tomas de tierra adecuadas, tensiones de seguridad)		✗	En ninguno de los casos.	ITC MIE BT 021 (1973) ITC MIE 024 (2002) UNE EN 60204-1:2013
17. Ruido/Vibraciones/Radiaciones (*)					
17.1.	¿Es correcto que la utilización/no utilización de las protección contra ruido?	✓			UNE EN 352:2002 R.D. 286/2006
17.2.	¿Es correcto que la utilización/no utilización de las protección contra vibraciones?	✓			R.D. 379/2001
17.3.	¿Es correcto que la utilización/no utilización de las protección contra radiaciones?			●	UNE EN 14255/2007
18. Líquidos corrosivos					
18.1.	¿Los equipos de trabajo poseen protectores para evitar el contacto directo en el almacenamiento y/o uso de líquidos corrosivos?	✓			R.D. 379/2001
19. Herramientas manuales					
19.1.	¿El material de mangos y órganos de mando es adecuado (sin bordes agudos ni resbaladizos) y con una buena resistencia para evitar la rotura y proyecciones de los mismos?		✗	Deberán de modificarse por su antigüedad.	UNE EN 849:2009

MEDIDAS

Apartado 9.- Iluminación

Localización del punto de medida:				Evaluación:
Valor medio (lux):	Nula	Valor requerido de referencia:	500 lux	No apto

Apartado 16.- Protección eléctrica

Localización del punto de medida:					Evaluación:
Impedancia de bucle, Z (ohmios)		Sensibilidad del interruptor diferencial, Is (A)		$Z \cdot I_s =$ <50 V (con superficies secas) <24 V (con superficies húmedas)	No se valorará hasta que no tengamos todo lo que tenga relación con la electricidad en el funcionamiento.

Apartado 17.1.- Ruido

Localización del punto de medida:			
Medidas	Valores (dB)	Corrección $L_{Aeq,T}$ por ruido de fondo cuando $L_{Aeq,T} > 80$	No es competencia en este caso.
Nivel de calibrado inicial	94 dB.	$L_{Aeq} - L_{Af} =$	
Medición ruido de máquina ($L_{Aeq,T}$)	79.8 dB.	Valor correcto de medida (Inc L)=	
Tiempo de medición:	20 s.	Ruido máquina corregido ($L_{Aeq,T} - Inc L$)=	
Medida del Valor Pico:	104.8 dB.	Evaluación: Para este apartado no habrá que realizar ninguna corrección por ruido de fondo	
Medida del ruido de fondo (L_{Af}): (si $L_{Aeq,T} > 80$)	6 dB.		
Nivel de calibrado final	93.9 dB.		

Los equipos empleados para la realización de la inspección son los que a continuación menciono:

Inspección	Instrumento utilizado	Marca/Modelo	Nº de Serie
TORNO	Sonómetro integrador	CESVA SC310	10504712

DISPOSICIONES MÍNIMAS RELATIVAS A LA UTILIZACION DE LOS EQUIPOS (ANEXO II)

REQUISITOS	SÍ	NO
1. ¿La instalación y el uso del equipo se ha realizado de forma que se minimizan los riesgos para la seguridad y salud de los operarios, teniendo en cuenta los principios ergonómicos de la máquina, y disminuyendo el riesgo de terceros?		X
2. ¿El equipo se usa únicamente con el fin prefijado por el fabricante en su manual de usuario?	✓	
3. ¿Se han tomado las medidas necesarias, en equipos que quedan parcialmente descubiertos, para evitar la accesibilidad a partes móviles?		X
4. ¿Cuándo se produce la limpieza y/o mantenimiento del equipo se realiza con los instrumentos adecuados, evitando el contacto con zonas peligrosas de la máquina?		X
5. ¿El equipo está instalado de forma que se evite su desplazamiento?	✓	
6. ¿El operario que utiliza la máquina va equipado de forma adecuada según el manual de usuario?		X
7. ¿El equipo dispone de un diario de mantenimiento?	✓	
8. ¿Las herramientas manuales son adecuadas en dimensiones y formas para la máquina de trabajo?	✓	
Disconformidades detectadas: 1. El riesgo para los operarios y para las personas (alumnos) que están alrededor cuando se mecaniza alguna pieza es demasiado elevado ya que no tiene la protección adecuada para el proceso que se está realizando, que recordemos que puede haber proyecciones de viruta y de taladrina, líquido que es corrosivo para la piel. 3. El acceso a las partes móviles de la máquina es inseguro, cualquier persona sin experiencia y sin los conocimientos adecuados podría tocar la herramienta torno mientras que la máquina está en funcionamiento. 4. La limpieza de la máquina se realiza con una brocha, ésta está muy desgastada y desde luego que no es la mejor forma que hay para recoger la viruta, sobre todo si en el proceso se ha utilizado taladrina porque se queda pegada a la viruta y limpiar la brocha se convierte en un riesgo. 6. El operario lleva una bata de laboratorio, adecuada para el trabajo ya que tapa los brazos. No usa gafas de protección, ni guantes. Ambos obligatorios para el trabajo de mecanizado.		

5.5.1.1. Evaluación de Riesgos

Como se hizo en el apartado anterior, para el desarrollo de este punto, seguiremos los pasos prefijados en el apartado 4, Evaluación de riesgos.

En la introducción del torno, se ha expuesto el uso que tiene la máquina y sus principales peligros.

En la lista de verificación se encuentran los riesgos que conlleva actualmente el uso de la máquina. En primer lugar comenzamos por el anexo I, Disposiciones mínimas de seguridad y salud. Puede ser que las deficiencias de uso, con las modificaciones ejecutadas a partir del anexo I, se alcanzarán las soluciones de las deficiencias detectadas en el anexo II. No obstante, y como se dijo en las disconformidades detectadas, se encuentran problemas originados por un mal mantenimiento y no por las deficiencias determinadas en base a las disposiciones de seguridad y salud. Recordemos también que el proceso de evaluación de riesgos ha de ser iterativo conforme se hayan realizado las medidas correctoras para así no alcanzar otro riesgo.

Para valorar los peligros detectados, a continuación se muestran imágenes de los mismos. Esto va a permitir, además de un mayor entendimiento de los peligros, ubicarnos en la máquina para así emitir una solución de carácter racional.



Imagen 38 Órgano de accionamiento



Imagen 39 Parte trasera de la máquina



Imagen 40 Sistema de transmisión por poleas



Imagen 41 Carro portaherramientas



Imagen 42 Cabezal



Imagen 43 Órganos de mando



Imagen 44 Contacto directo



Imagen 45 Guías de avance.

Así pues los peligros que se han encontrado y que se valorarán en este punto son los que a continuación se muestran:

Nº	Peligro	Gravedad	Probabilidad de que se produzca			Detectividad
			Exposición	Acaecimiento	Operario	
1.1	No hay identificación de órganos de accionamiento	3x2	3	1	1	10
1.2	Mala situación	5x1	3	1	1	10
2.1	Puesta en marcha imprevista	5x2	3	1	1	10
3.1	Órganos de parada	5x2	3	1	1	10
3.2	El equipo no necesita rearmarse en situaciones anómalas	5x1	3	1	1	10
3.3	No hay dispositivos que permitan la parada de emergencia	5x1	3	1	1	10
7.1.	Sin protecciones en la máquina.	5x2	3	1	1	10
8.1.a	Sin resguardo en cabezal	5x2	3	1	1	10
8.1.b	Sin protección de ejes de roscar	5x2	3	1	1	10
9.1	Sin iluminación	3x2	3	1	1	10
12.1	Sin seccionamiento energético	3x1	3	1	1	10
16.1	Peligro de contactos directos (Imagen 44) e indirectos.	5x2	3	1	1	5
19.1	Herramientas manuales antiguas	2x1	3	1	1	10

El índice de probabilidad del riesgo será para cada peligro:

$$\text{IPR (1.1)} = 3 \times 2 \times (3 + 1 + 1) \times 10 = 300$$

$$\text{IPR (1.2.)} = 5 \times 1 \times (3 + 1 + 1) \times 10 = 250$$

$$\text{IPR (1.2.)} = 5 \times 2 \times (3 + 1 + 1) \times 10 = 500$$

$$\text{IPR (3.1.)} = 5 \times 1 \times (3 + 1 + 1) \times 10 = 250$$

$$\text{IPR (3.3.)} = 5 \times 1 \times (3 + 1 + 1) \times 10 = 250$$

$$\text{IPR (7.1.a.)} = 5 \times 2 \times (3 + 1 + 1) \times 10 = 500$$

$$\text{IPR (7.1.b.)} = 5 \times 2 \times (3 + 1 + 1) \times 10 = 500$$

$$\text{IPR (8.1.a.)} = 5 \times 2 \times (3 + 1 + 1) \times 10 = 500$$

$$\text{IPR (9.1.)} = 5 \times 1 \times (3 + 1 + 1) \times 10 = 250$$

$$\text{IPR (12.1.)} = 3 \times 1 \times (3 + 1 + 1) \times 10 = 150$$

$$\text{IPR (16.1)} = 5 \times 2 \times (3 + 1 + 1) \times 5 = 200$$

$$\text{IPR (16.1)} = 2 \times 1 \times (3 + 1 + 1) \times 10 = 100$$

Como se aprecia casi todos los índices están por encima del valor de 100, esto conlleva considerar el riesgo como una situación peligrosa y además, persistente. Respecto a lo comentado de las guías, decir que este riesgo está controlado y que podemos seguir trabajando con el mismo. El problema es que llegará el día que acabará rompiéndose del todo. Sería conveniente llevar a cabo medidas preventivas. No obstante, en las soluciones y justificaciones de los problemas detectados se comentará.

Pasamos a la evaluación de lo que respecta a las condiciones de uso.

Nº	Peligro	Gravedad	Probabilidad de que se produzca			Detectividad
			Exposición	Acaecimiento	Operario	
4	Limpieza de la máquina	2 x 1	3	1	1	10
6	Equipamiento de operario inadecuado	2 x 2	3	1	1	5

El índice de probabilidad de riesgo para cada peligro:

$$\text{IPR (4)} = 2 \times 1 \times (3 + 1 + 1) \times 10 = 100$$

$$\text{IPR (6)} = 2 \times 2 \times (3 + 1 + 1) \times 5 = 100$$

5.5.2. Soluciones y justificaciones a los problemas detectados

Las soluciones propuestas para paliar los problemas que hemos encontrado, y que como se ha comprobado en la evaluación de riesgos pueden conllevar la aparición de situaciones peligrosas para el operario y la gente que se encuentra alrededor de la máquina, se explican a continuación en base a la norma UNE EN ISO 23125:2015, de Máquinas herramienta, seguridad, tornos.

1.1. Como se dijo anteriormente, realizar la adecuación de esta máquina es todo un desafío aunque para nada imposible. Según esta norma, se deben incluir órganos de accionamiento que sean pulsadores de marcha y paro, ya sea para activar la máquina junto con la iluminación y taladrina.

1.2. La posición de los órganos de accionamiento deberán estar a una altura mínima de 0.6 m. del suelo. Aprovechando esta disposición colocaremos los órganos de accionamiento en la escuadra izquierda de una estructura rectangular, para hacer un protector de la máquina, que posteriormente se va a dimensionar. Quedan dichos órganos a una altura de 1.63 m y alejándonos del portaherramientas, donde junto con el cabezal se encuentra el mayor peligro, en 0.35 m.

Subsanación de problemas eléctricos relacionados con los siguientes puntos:

2.1, 3.1, 3.2, 3.3, 12.1, 16.1. El principal problema que tiene esta máquina es que la entrada de electricidad es directa desde el cuadro general del laboratorio y no dispone de un cuadro eléctrico propio, esto puede dar lugar a que haya contactos directos, como se vio en la imagen 44, e indirectos. Además de que la máquina no tenga cuadro eléctrico, tampoco tenemos ningún órgano de parada total, incluyendo setas de emergencia y pedal de seguridad, obligatorios en esta máquina por sus dimensiones y por pertenecer al grupo 1 de tornos (tornos mecánicos manuales sin control numérico).

Por todo ello, se va a introducir un cuadro eléctrico con un interruptor general con seccionamiento, tres interruptores y dos contactores, que evitarán la puesta en marcha imprevista de la máquina y de la bomba de taladrina (en el caso que la

misma estuviera conectada). Además y por motivos de seguridad se le incluirán tres fusibles para así proteger la instalación.

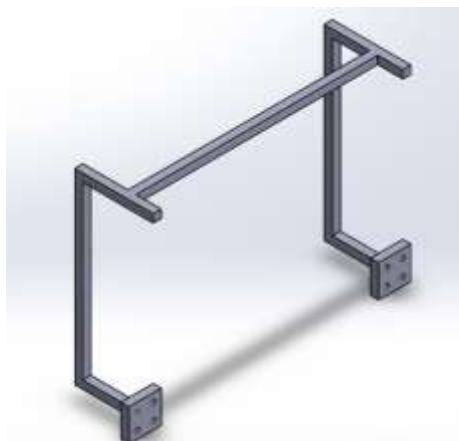
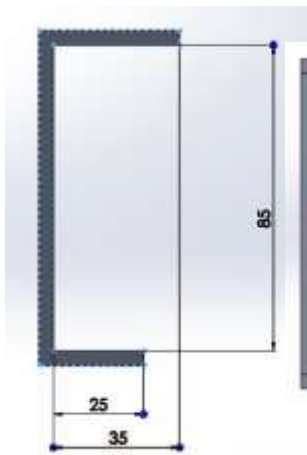
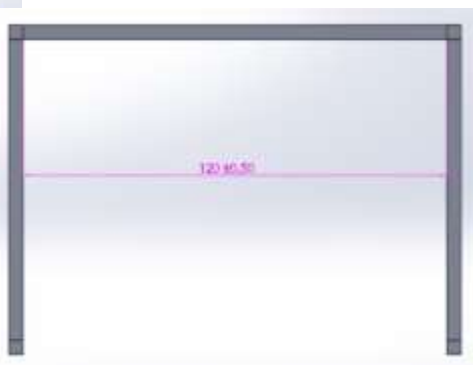
De cara a la seguridad, se introducirán una seta de emergencia que irá colocada en la escuadra antes mencionada y un pedal de seguridad, ambos poseen enclavamientos lo que permitirá al operario el paro de la máquina, teniendo que ser ambas protecciones rearmadas y obligando al operario a tener que pulsar el pulsador de marcha antes de continuar.

7.1. La máquina deberá contar con protección en la parte frontal, donde se encuentra el operario trabajando y en la parte posterior donde también pueden existir proyecciones de viruta y taladrina, y es posible que haya personas expuestas visualizando el proceso de mecanizado.

- Para subsanar el problema de la protección frontal, se deberá recurrir a la compra de una pantalla móvil que se colocará en el carro portaherramientas. Esto no es un resguardo, es una protección, es por ello que se le deberá informar de forma adecuada del uso que tiene la misma. Para la manipulación de dicho protector, el operario trabajará con el resguardo del cabezal abierto mientras que ancla la pieza al cabezal. En este proceso en el que la máquina está parada, el operario podrá desplazar la protección. Una vez acabada la colocación de la pieza, el operario colocará la protección y posteriormente, cerrará el resguardo del cabezal pudiendo así mecanizar controlando el proceso gracias a esta protección que será transparente y ajustable.

Las dimensiones en torno a las que se deberá llevar a cabo la selección de la protección serán 350 mm. de altura y 300 mm. de profundidad.

- Para la protección posterior de la máquina, se va a realizar una estructura con perfiles de metal cuadrados de 40x40 mm, esta se unirá a la máquina en la zona donde se muestra en imagen 39, en la parte de abajo.

**Ilustración 10 Estructura protectora****Ilustración 11 Perfil lateral****Ilustración 12 Perfil trasero**

La unión a la máquina se realizará con dos placas de anclaje y a través de ocho tornillos pasantes de métrica M16 con una tuerca, que conectarán el apoyo de la estructura con la máquina.

Las placas de anclaje serán de 80x80 mm y de 40 mm de profundidad y con cuatro agujeros pasantes cada placa para poder introducir los tornillos.

El material de la estructura será acero inoxidable. Las uniones de los perfiles se realizará con soldadura TIG, más rápida, resistente y limpia.

La estructura se recubrirá de metacrilato transparente para así evitar la proyección de partículas. Decir que sobre el travesaño horizontal de la parte superior se colocará el tubo fluorescente, con su respectiva estructura.

Debido a esta modificación tendremos que realizar la modificación de la bandeja recoge virutas alargándola en 10 cm. Con esto conseguimos el no estancamiento del fluido refrigerante en el protector de metacrilato que recubrirá la estructura en su parte más baja. El espesor del metacrilato será de 10 mm, aunque deberemos de pedir un ensayo de impactos al fabricante de cara a conseguir su homologación o bien realizarlo nosotros tras solicitar una muestra. Por recomendación del fabricante, presupuestaremos una placa de 20 mm.

- Además de todo esto, tendremos que cubrir la parte superior del sistema de transmisión de la máquina como se ve en la imagen 40. En este caso

sería suficiente con realizar un resguardo con chapa, de tal forma que pudiéramos sellar esa zona y permitir la apertura de la tapa.

- En el caso de las guías de avance, se deberán cubrir con unas cortinas de seguridad a ser posibles enrollables, formando así un resguardo fijo y evitándose así el contacto de las manos del operario con las guías. La anchura deberá de ser de 20 cm.

8.1. Como se expuso en la introducción de esta máquina, el mayor peligro mecánico existente será la cizalladura que puede provocar el cabezal del torno a consecuencia de su rotación. Por ello, y para el funcionamiento de la máquina, deberá existir un resguardo con enclavamiento para que cuando se habrá dicha protección, se pare la máquina. El diámetro máximo que deberá de tener la protección del cabeza será de 300 mm. Para poder instalar este resguardo, tendremos que cambiar de ubicación la palanca que permite la apertura de la caja de velocidades, modificándola y poniéndola en la zona superior de la máquina. Si es que se quiere seguir pudiendo levantar este resguardo.

9.1 La iluminación en el torno se deberá de realizar con un tubo fluorescente apantallado que sea fácil de limpiar tal y como expone la norma UNE EN 1837:2009, referente a la iluminación de las máquinas herramientas. La elección del mismo será de 30 W. Al ser de luz blanca tendrá la suficiente luminosidad, tal y como ocurre en los otros tornos del laboratorio, en los que encontramos valores de en torno a 700 lux, después de haber trabajado con ellos durante varios años.

La posición de la misma será en el travesaño de la estructura que hemos diseñado con anterioridad.

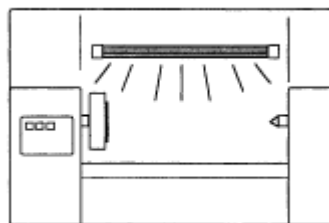


Ilustración 13 colocación de luminaria en torno horizontal

13.1 La señalización es escasa en esta máquina. Esto no supone un riesgo para la persona que la usa habitualmente, no tanto así para las personas que no tengan experiencia con la misma. Como se ha dicho en distintas ocasiones, la máquina la debería saber utilizar cualquier persona que no tenga experiencia con la misma pero que disponga de conocimientos relativos a la mecanización de piezas. Por todo ello y como ocurrirá con el resto de máquinas, se deberán de introducir señales visuales. En concreto serán:

- Obligatoriedad de uso de guantes.
- Obligatoriedad de uso de botas de seguridad.
- Obligatoriedad de uso de gafas de protección.
- Información de peligro de proyección de partículas.
- Información de riesgo de atrapamiento de manos.

19.1. La solución de este apartado se basa en el cambio de las manetas y asas de los órganos de mando, debido a su antigüedad. Por comodidad, se van a comprar manecillas que recubran las existentes, ya que la sustitución de las mismas probablemente generará un problema por los años de la máquina. Además hay que considerar que muchas de éstas no disponen ni siquiera de un recubrimiento de plástico que permita el agarre puesto que su acabado es en acero.

En lo que respecta a las disposiciones relativas a la utilización del equipo deberemos de valorar el punto 4 que supondrá una obligatoriedad la de realizar alguna modificación en base a la valoración de riesgos. No así el punto 6, que se dejará como opcional.

4. Aunque parece innecesario, los residuos de viruta encontrados en la máquina puede originar el corte superficial del operario y de las personas que tengan acceso al laboratorio, en las partes más expuestas de su cuerpo, es decir, en las manos. Por ello, la máquina ha de estar siempre limpia en el momento de su utilización.

Para subsanar este problema, lo que se va a proponer es la compra de un recoge virutas magnético. También se podrá recoger la viruta del suelo si previamente la sacamos de la máquina con aire a presión de un compresor. Esta

medida es menos limpia, aunque no siempre se taladra material que sea magnético por lo que se ha visto en la imagen.

6. Además de la solución del punto anterior, se va a proceder a la compra de ropa laboral junto con guantes y gafas de seguridad para el operario. Medida preventiva para evitar un posible riesgo para la salud con la utilización de la máquina, ya que el operario estará más expuesto al riesgo.

Volviendo a lo que se ha comentado antes, es casi imposible que la máquina este limpia permanentemente, ya que el proceso de mecanizado es un proceso que genera residuos, de ahí la compra de unos guantes. En el caso de las gafas de protección hay que reconocer que en el laboratorio hay dos pares de gafas, pero también es cierto que en las ocasiones que he podido ver a los técnicos de laboratorio realizando trabajos de mecanizado, no los he visto usar dichas gafas. Actualmente, será responsabilidad de la Universidad el no uso de las mismas, ya que en ninguna máquina se encuentra la obligatoriedad de uso de gafas de seguridad, guantes, etc. Una vez que se instalen dichas señales será problema del operario el usarlas o no, recayendo sobre él la responsabilidad del daño.

5.5.2.1. Presupuesto

Para la realización del presupuesto de la máquina, se mencionará el apartado disconforme al que va dirigido, una pequeña descripción técnica de la medida y el precio de su implantación (incluido el I.V.A. y la mano de obra). En este caso, se va a comenzar solucionando los peligros mecánicos encontrados y posteriormente, se expondrán los eléctricos.

Apartado 7.1

Protector de seguridad para
carro del torno

- ELEMENTO MULTIAJUSTABLE
ESPECÍFICO PARA INSTALAR EN EL
CARRO LONGITUDINAL.

Proveedor:



Precio:

210.00 €

Observaciones: *Dimensiones:*
A=350 mm, B=300 mm, C=280 mm, D=550 mm

LA SOLUCIÓN

PROPUESTA:

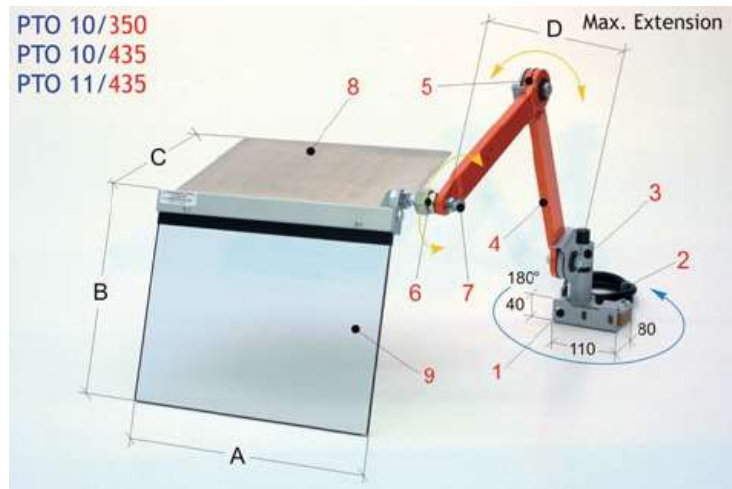


Imagen 46 protección de colocación en portaherramientas

Apartado 7.1 Estructura de protección del
panel trasero de la máquina

- PANTALLA DE METACRILATO DE 20
mm DE ESPESOR de 1000x1200 mm
YA CORTADA SEGÚN NECESIDAD DE
CONSUMIDOR

Proveedor:
rotuplax

Precio: **477.96 €**

Observaciones: *Dimensiones:*
A=350 mm, B=300 mm, C=280 mm, D=550 mm

Apartado 7.1 Estructura de chapa para
protección de sistema dinámico

- ESTRUCTURA REALIZADA DE
CHAPA DE ACERO INOXIDABLE DE 0.5
mm,

Proveedor:
-

Precio: **-,-- €**

Observaciones: *Cortada y soldada por puntos según el croquis que se muestra*

Apartado 7.1

Protector de seguridad para las
guías de avance del torno

- ELEMENTO PROTECCIÓN PARA LAS
GUÍAS DEL TORNO,
AUTOENROLLABLE

Proveedor:



Precio:

422.75 €

Observaciones: *Dimensiones:
A=1500 mm, B=200 mm*

LA SOLUCIÓN
PROPUESTA:

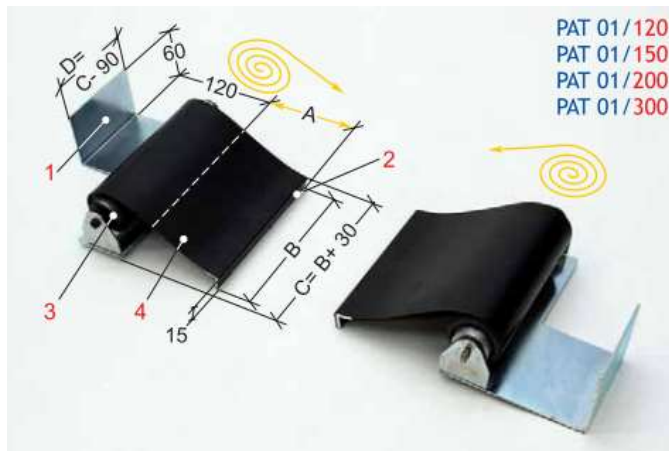


Imagen 47 Cubre guías de avance

Apartado 7.1

Resguardo del cabezal.

Serie: PTO 01/300

- PROTECCIÓN DEL CABEZAL DEL
TORNO. RESGUARDO MÓVIL CON
ENCLAVAMIENTO QUE PERMITA LA
PARADA DE LA MÁQUINA.

Proveedor:



Precio:

279.00 €

Observaciones: *Protector que subsanará el peligro más grave que tiene la
máquina. El cizallamiento de las manos.
Dimensiones:
A=300 mm, B=200 mm, C=180 mm, D=0-215 mm.*

LA SOLUCIÓN

PROPUESTA:

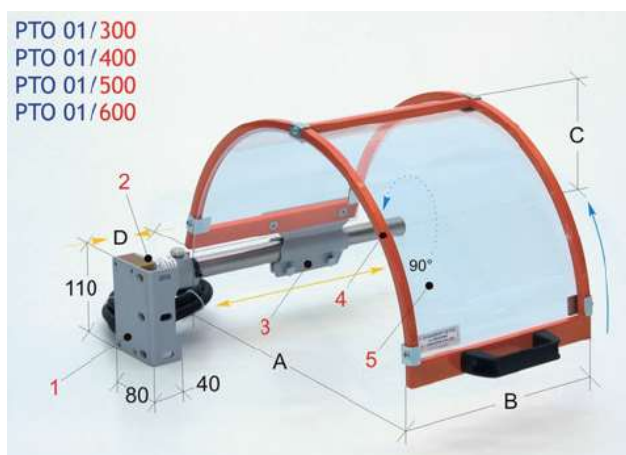


Imagen 48 Resguardo cabezal

Apartado 9.1. Introducción de Luminaria

-LÁMPARA FLUORESCENTE DE 30 W,
CON PANTALLA DE 67 cm ESPECIAL
ANTISALPICADURAS DE VIRUTAS Y
PROYECCIONES

Proveedor:

**Precio:** 365.00 €

Observaciones: *Su colocación la realizará el electricista, en el travesaño horizontal de la estructura realizada.*

Apartado 13.1. Señalizaciones

-SEÑALIZACIONES PARA
INFORMACIÓN DE PELIGROS Y
OBLIGATORIEDAD

Proveedor:

senyals.com
señalizar es prevenir

• Obligatorio Uso de Gafas	Precio:	2.03 €
• Obligatorio Uso de Botas	Precio:	2.03 €
• Obligatorio Uso de Guantes	Precio:	2.03 €
• Peligro proyección de partículas	Precio:	2.03 €
• Peligro riesgo de atrapamiento	Precio:	2.03 €

Precio Total: 10.15 €

Observaciones: *Será obligatorio el pegado de las señales en todas las máquinas para así prevenir el riesgo.*

LAS SOLUCIONES POR ESTE ORDEN SON:



Imagen 49 Solución correspondiente a la señalización visual de los riesgos de la máquina

Apartado 19.1 Adecuación de manetas

Proveedor:

-

- MANECILLA TE HEMBRA 2304
DIAMETRO 2.

Cantidad: 4 piezas

Precio: 1.08 €

Precio Total:

4.32 €

Apartado 1.1. Solución relativa a los
Apartado 1.2. problemas eléctricos
Apartado 2.1.
Apartado 3.1.
Apartado 3.2.
Apartado 12.1 y
Apartado 16.1

Proveedor:



-ARMARIO ELECTRICO DE 40X35CM EN EL FRONTAL IZQUIERDO DE LA MÁQUINA CON SECCIONAMIENTO, EN SU INTERIOR ALBERGARÁ 2 CONTACTORES, 2 INTERRUPTORES, 2 FUSIBLES (CARGA DE LA MÁQUINA Y TALADRINA) Y OTRO PARA ILUMINACIÓN. AL ACTIVAR LA MÁQUINA SE ENCENDERÁ LA MÁQUINA A TRAVÉS DE UN PULSADOR DE MARCHA Y PARO Y OTRO POSTERIOR YA EXISTENTE. DE IGUAL FORMA OCURRIRÁ CON LA ACTIVACIÓN DE LA BOMBA DE LA TALADRINA. EL CUADRO TENDRÁ UN INTERRUPTOR SECCIONADOR DE ENTRADA. QUE SERÁ UN ÓRGANO DE PARADA TOTAL

Precio: 930,00 €

Observaciones: *El seccionador actuará como órgano de parada total de la máquina.*

Apartado 3.3 Introducción de la parada de emergencia

- SETA DE EMERGENCIA E INTRODUCCIÓN EN EL CUADRO ELÉCTRICO.
 - PARO DE EMERGENCIA DE PIE CON ENCLAVAMIENTO.

Proveedor:

**Precio: 121.00 €**

Observaciones: *El posicionamiento de la seta junto a la derecha del carro portaherramientas. Mientras que el paro del pie con enclavamiento se situará bajo la bancada de la máquina.*

El presupuesto total para la ejecución material de las medidas expuestas asciende a un total de dos mil ochocientos veinte euros y dieciocho céntimos, 2820.18 €.

5.6. Fresa Correa F1U

La fresadora Correa F1U es una fresadora universal, de fabricación antigua y que responde a las cortas medidas de seguridad existentes durante ese periodo de tiempo.

Este tipo de fresadora se caracteriza porque la herramienta llamada fresa es cilíndrica y va colocada sobre un husillo para discos. La fresa realiza un movimiento rotatorio y al igual que la fresadora vertical, la pieza esta amordazada. Se puede usar tanto para un corte helicoidal, gracias al plato divisor donde se puede calcular el movimiento de la pieza que va sujeta por el plato de sujeción y el contrapunto permitiendo el movimiento rotatorio de la pieza, como para cortes longitudinales siempre que la pieza vaya amordazada, gracias al movimiento del carro, que se moverá en el plano horizontal y vertical.



Imagen 50 Movimiento de corte y avance de la fresadora horizontal. Dirección de la viruta

El uso de este tipo de fresadora puede generar diversos peligros para el operario, en general, cualquier proceso de mecanizado genera viruta y esto siempre es un peligro para el operario. Si además le sumamos la escasez de resguardo y protecciones, los problemas eléctricos que tiene y los problemas acústicos que suelen conllevar la utilización de estas máquinas, resultará complicado minimizar los riesgos hasta que estos se conviertan en residuales.

Cabe decir, que esta máquina se encuentra fuera de su vida útil, se puede observar con una simple inspección visual que incluso los engranajes que quedan fuera de la máquina tienen dientes partidos, y esto puede motivar a que haya una rotura grave en la máquina que podría generar un peligro.



Imagen 51 Fresadora Universal Correa F1U

5.6.1. Inspección: Lista de verificación*FICHA DE IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO DE TRABAJO:*

Titular: <i>Universidad de Jaén</i>	
Emplazamiento/Ubicación: <i>Laboratorio de Mecánica, Dependencia 045, Edificio: A3, Campus de Las Lagunillas, Jaén</i>	
Tipo de Máquina o Equipo: <i>Fresadora Universal</i>	
Marca/Fabricante: <i>Correa</i>	Año de Fabricación: <i>1963</i>
Tipo/Modelo: <i>F1U</i>	Nº de Identificación: <i>-</i>

DISPOSICIONES MINIMAS APLICABLES (R.D. 1215/1997 ANEXO I):

En la siguiente tabla, se encuentran los requisitos que han de cumplir las máquinas herramientas que se van a analizar.

REQUISITO	INSPECCIÓN				
	SÍ	NO	N/A	OBSERVACIONES	NORMA QUE LA CONTEMPLA
0. Revisión documental					
0.1. ¿Dispone de Manual de Usuario?	✓				UNE EN ISO 12100:2012 APARTADO 6.4.5. Documentación que acompaña a la máquina
0.2. ¿Dispone de las Instrucciones de Mantenimiento y Registros de Mantenimiento?	✓				
0.3. ¿Dispone de Marcado CE?		✓			
0.4. ¿Se ha realizado alguna modificación de la máquina-herramienta? En caso afirmativo, ¿dispone de los Certificados de Inspecciones anteriores?		✓			
1. Órganos de Accionamiento					
1.1. ¿Son visibles e identificables con indicaciones, colores y pictogramas?		✗		No están identificados ni visibles en cualquier caso	UNE EN 61310:2008 UNE EN ISO 13851:2002

1.2.	¿Están situados fuera de zonas peligrosas?	✓				
1.3.	¿El operador visualiza la zona peligrosa? En caso contrario, ¿dispone de las señalizaciones adecuadas?	✓				
2. Puesta en marcha						
2.1.	¿Se realiza de forma voluntaria en cualquier caso? Bien producido por parada voluntaria o involuntaria		✗		No dispone de contactores que obliguen al rearme de la máquina.	UNE EN 1037:2008
3. Órganos de parada						
3.1.	¿El equipo posee un órgano de parada total? Por ejemplo, un interruptor general de corte, un seccionador acerrojable...	✓				UNE EN ISO 13849:2008 UNE EN 60204-1:2013
3.2.	En situaciones anómalas, ¿el equipo necesitará un rearme manual para su puesta en servicio?		✗		No tiene ningún contactor.	
3.3.	¿Existen órganos de parada de emergencia si así se precisa?		✗		No dispone de ninguna seta de emergencia o similar	UNE EN ISO 13850:2006
4. Riesgo de caída de objetos y proyecciones						
4.1.	En condiciones de utilización, ¿las características de la máquina evitan la caída no intencionada de objetos?	✓				UNE EN ISO 13857:2008 R.D. 733/1997
5. Dispositivos de captación/extracción de gases						
5.1.	¿Poseen dispositivos cerca de la fuente emisora que sean capaces de realizar su trabajo en las condiciones más desfavorables?	✓				UNE EN 626-1:2008
6. Equipos sobre los que se sitúen los trabajadores						
6.1.	¿La máquina dispone de soportes suficientes para evitar una posible caída?			●		UNE EN 626:2008 R.D. 2177/2004
6.2.	¿La superficie de la plataforma es antideslizante?			●		

6.3.	¿Las escaleras de mano, andamios... poseen los elementos necesarios de apoyo y tienen los sistemas de cuerdas adecuados para que en caso de caída y/o deslizamiento eviten la caída del operario?			●		
7. Estallidos y rupturas						
7.1.	¿Las protecciones están presentes y son suficientemente amplias para abarcar cualquier proyección?			X	No están presentes.	UNE EN 953:2009
8. Resguardos						
8.1.	¿La máquina tiene resguardos frente a riesgos de contacto mecánico con partes móviles?			X	Dispone de un resguardo móvil para evitar el atrapamiento con engranajes de motor	UNE EN ISO 13857:2008 UNE EN ISO 14119:2014
9. Iluminación (*)						
9.1.	¿La iluminación es adecuada al tipo de tarea?			X	No dispone de iluminación.	R.D. 486/1997
10. Temperaturas (*)						
10.1.	¿Existen protecciones al contacto a temperaturas extremas?	✓				UNE EN ISO 13732:2005
11. Alarmas						
11.1.	¿Es adecuado el uso de la misma en el equipo?			●		UNE EN 981:2008
12. Separación de fuentes de energía						
12.1.	¿Dispone de un seccionamiento que permita la interrupción de la máquina?			X	No dispone de cuadro eléctrico	UNE EN 60204-1:2013
13. Señalización						
13.1.	¿Las advertencias y señales de seguridad son perceptibles de ser vistas y oídas?			X		R.D. 485/1997
14. Protecciones ambientales frente a condiciones agresivas y/o incendios						

14.1.	¿Son adecuadas las protecciones que eviten el contacto frente a una atmósfera agresiva?			●		UNE EN 626-1:2008
14.2.	¿El equipo de trabajo dispone de sistemas de protección adecuados para proteger a los trabajadores contra los riesgos de incendio? Extintores...	✓				R.D. 1942/1993
15. Explosión						
15.1.	¿Existe protección del equipo a sustancias producidas o almacenadas, evitando la existencia de atmosfera explosiva? De no ser así, ¿hay medidas especiales de emergencia?	✓				UNE EN 1127-1:2012
16. Contactos eléctricos (*)						
16.1.	¿El equipo de trabajo está protegido de contactos directos e indirectos? (Tomas de tierra adecuadas, tensiones de seguridad)		✗		En ninguno de los casos.	ITC MIE BT 021 (1973) ITC MIE 024 (2002) UNE EN 60204-1:2013
17. Ruido/Vibraciones/Radiaciones (*)						
17.1.	¿Es correcto que la utilización/no utilización de las protección contra ruido?		✗			UNE EN 352:2002 R.D. 286/2006
17.2.	¿Es correcto que la utilización/no utilización de las protección contra vibraciones?	✓				R.D. 379/2001
17.3.	¿Es correcto que la utilización/no utilización de las protección contra radiaciones?			●		UNE EN 14255/2007
18. Líquidos corrosivos						
18.1.	¿Los equipos de trabajo poseen protectores para evitar el contacto directo en el almacenamiento y/o uso de líquidos corrosivos?	✓				R.D. 379/2001
19. Herramientas manuales						
19.1.	¿El material de mangos y órganos de mando es adecuado (sin bordes agudos ni resbaladizos) y con una buena resistencia para evitar la rotura y proyecciones de los mismos?		✗		Deberán de modificarse por su antigüedad.	UNE EN 849:2009

MEDIDAS

Apartado 9.- Iluminación

Localización del punto de medida:				Evaluación:
Valor medio (lux):	Nula	Valor requerido de referencia:	500 lux	No apto

Apartado 16.- Protección eléctrica

Localización del punto de medida:					Evaluación:
Impedancia de bucle, Z (ohmios)		Sensibilidad del interruptor diferencial, Is (A)		$Z \cdot I_s =$ <50 V (con superficies secas) <24 V (con superficies húmedas)	No se valorará hasta que no tengamos todo lo que tenga relación con la electricidad en el funcionamiento.

Apartado 17.1.- Ruido

Localización del punto de medida:			
Medidas	Valores (dB)	Corrección $L_{Aeq,T}$ por ruido de fondo cuando $L_{Aeq,T} > 80$	No es competencia en este caso.
Nivel de calibrado inicial	94 dB.	$L_{Aeq} - L_{Af} =$	
Medición ruido de máquina ($L_{Aeq,T}$)	94.2 dB.	Valor correcto de medida (Inc L)=	
Tiempo de medición:	20 s.	Ruido máquina corregido ($L_{Aeq,T} - Inc L$)=	
Medida del Valor Pico:	109.5 dB.	Evaluación: Para este apartado no habrá que realizar ninguna corrección por ruido de fondo	
Medida del ruido de fondo (L_{Af}): (si $L_{Aeq,T} > 80$)	6 dB.		
Nivel de calibrado final	93.9 dB.		

Los equipos empleados para la realización de la inspección son los que a continuación se mencionan:

Inspección	Instrumento utilizado	Marca/Modelo	Nº de Serie
FRESADORA	Sonómetro integrador	CESVA SC310	10504712

DISPOSICIONES MÍNIMAS RELATIVAS A LA UTILIZACION DE LOS EQUIPOS (ANEXO II)

REQUISITOS	SÍ	NO
28. ¿La instalación y el uso del equipo se ha realizado de forma que se minimizan los riesgos para la seguridad y salud de los operarios, teniendo en cuenta los principios ergonómicos de la máquina, y disminuyendo el riesgo de terceros?		X
29. ¿El equipo se usa únicamente con el fin prefijado por el fabricante en su manual de usuario?	✓	
30. ¿Se han tomado las medidas necesarias, en equipos que quedan parcialmente descubiertos, para evitar la accesibilidad a partes móviles?		X
31. ¿Cuándo se produce la limpieza y/o mantenimiento del equipo se realiza con los instrumentos adecuados, evitando el contacto con zonas peligrosas de la máquina?		X
32. ¿El equipo está instalado de forma que se evite su desplazamiento?	✓	
33. ¿El operario que utiliza la máquina va equipado de forma adecuada según el manual de usuario?		X
34. ¿El equipo dispone de un diario de mantenimiento?	✓	
35. ¿Las herramientas manuales son adecuadas en dimensiones y formas para la máquina de trabajo?	✓	
Disconformidades detectadas: 1. El riesgo para los operarios y para las personas (alumnos) que están alrededor cuando se mecaniza alguna pieza es demasiado elevado ya que no tiene la protección adecuada para el proceso que se está realizando, que recordemos que puede haber proyecciones de viruta y de taladrina, líquido que es corrosivo para la piel. 3. El acceso a las partes móviles de la máquina es inseguro, cualquier persona sin experiencia y sin los conocimientos adecuados podría tocar la herramienta torno mientras que la máquina está en funcionamiento. 4. La limpieza de la máquina se realiza con una brocha, ésta está muy desgastada y desde luego que no es la mejor forma que hay para recoger la viruta, sobre todo si en el proceso se ha utilizado taladrina porque se queda pegada a la viruta y limpiar la brocha se convierte en un riesgo. 6. El operario lleva una bata de laboratorio, adecuada para el trabajo ya que tapa los brazos. No usa gafas de protección, ni guantes. Ambos obligatorios para el trabajo de mecanizado.		

5.6.1.1. Evaluación de Riesgos

Como se hizo en el apartado anterior, para el desarrollo de este punto, seguiremos los pasos prefijados en el apartado 4, Evaluación de riesgos.

En la introducción de la fresadora, se ha expuesto el uso que tiene la máquina y sus principales peligros.

En la lista de verificación se encuentran los riesgos que conlleva actualmente el uso de la máquina. En primer lugar comenzamos por el anexo I, Disposiciones mínimas de seguridad y salud. Puede ser que las deficiencias de uso, con las modificaciones ejecutadas a partir del anexo I, se alcanzará la solución de las deficiencias detectadas en el anexo II. No obstante, y como se dijo en las disconformidades detectadas, se encuentran problemas originados por un mal mantenimiento y no por las deficiencias determinadas en base a las disposiciones de seguridad y salud. Recordemos también que el proceso de evaluación de riesgos ha de ser iterativo conforme se hayan realizado las medidas correctoras para así no alcanzar otro riesgo.

Para valorar los peligros detectados, a continuación se muestran imágenes de los mismos. Esto va a permitir, además de un mayor entendimiento de los peligros, ubicarnos en la máquina para así emitir una solución de carácter racional.



Imagen 52 Interruptor general



Imagen 53 Sin protección en el lateral de la máquina



Imagen 54 Riesgo de atrapamiento por el movimiento de las guías



Imagen 55 Sin resguardo móvil antiproyecciones



Imagen 56 Mangos deteriorados

Así pues los peligros que se han encontrado y que se valorarán en este punto son los que a continuación se muestran:

Nº	Peligro	Gravedad	Probabilidad de que se produzca			Detectividad
			Exposición	Acaecimiento	Operario	
1.1	No hay identificación de órganos de accionamiento	3x2	3	1	1	10
1.2	Mala situación	5x1	3	1	1	10
2.1	Puesta en marcha imprevista	5x2	3	1	1	10
3.2	El equipo no necesita rearmarse en situaciones anómalas	5x1	3	1	1	10
3.3	No hay dispositivos que permitan la parada de emergencia	5x1	3	1	1	10
7.1.a	Sin protección que cubra los engranajes del lateral de la máquina	5x2	3	1	1	10
7.1.b	Sin protección en la bancada de la máquina.	4x1	3	1	1	
8.1.	Sin resguardo cubre husillo	5x2	3	1	1	10
9.1	Sin iluminación	3x2	3	1	1	10
12.1	Sin seccionamiento energético	3x1	3	1	1	10
16.1	Peligro de contactos directos e indirectos.	5x2	3	1	1	5
17.1	Ruido	2x2	3	1	1	5
19.1	Herramientas manuales antiguas	2x1	3	1	1	10

El índice de probabilidad del riesgo será para cada peligro:

$$IPR (1.1) = 3 \times 2 \times (3 + 1 + 1) \times 10 = 300$$

$$IPR (1.2.) = 5 \times 1 \times (3 + 1 + 1) \times 10 = 250$$

$$\text{IPR (1.2.)} = 5 \times 2 \times (3 + 1 + 1) \times 10 = 500$$

$$\text{IPR (3.1.)} = 5 \times 1 \times (3 + 1 + 1) \times 10 = 250$$

$$\text{IPR (3.3.)} = 5 \times 1 \times (3 + 1 + 1) \times 10 = 250$$

$$\text{IPR (7.1.a.)} = 5 \times 2 \times (3 + 1 + 1) \times 10 = 500$$

$$\text{IPR (7.1.b.)} = 5 \times 2 \times (3 + 1 + 1) \times 10 = 500$$

$$\text{IPR (8.1.a.)} = 5 \times 2 \times (3 + 1 + 1) \times 10 = 500$$

$$\text{IPR (9.1.)} = 5 \times 1 \times (3 + 1 + 1) \times 10 = 250$$

$$\text{IPR (12.1.)} = 3 \times 1 \times (3 + 1 + 1) \times 10 = 150$$

$$\text{IPR (16.1)} = 5 \times 2 \times (3 + 1 + 1) \times 5 = 200$$

$$\text{IPR (16.1)} = 2 \times 1 \times (3 + 1 + 1) \times 10 = 100$$

Como se aprecia casi todos los índices están por encima del valor de 100, esto conlleva considerar el riesgo como una situación peligrosa y además, persistente. Respecto a lo comentado de las guías, decir que este riesgo está controlado y que podemos seguir trabajando con el mismo. El problema es que llegará el día que acabará rompiéndose del todo. Sería conveniente llevar a cabo medidas preventivas. No obstante, en las soluciones y justificaciones de los problemas detectados se comentará.

Pasamos a la evaluación de lo que respecta a las condiciones de uso.

Nº	Peligro	Gravedad	Probabilidad de que se produzca			Detectividad
			Exposición	Acaecimiento	Operario	
4	Limpieza de la máquina	2 x 1	3	1	1	10
6	Equipamiento de operario inadecuado	2 x 2	3	1	1	5

El índice de probabilidad de riesgo para cada peligro:

$$\text{IPR (4)} = 2 \times 1 \times (3 + 1 + 1) \times 10 = 100$$

$$\text{IPR (6)} = 2 \times 2 \times (3 + 1 + 1) \times 5 = 100$$

5.6.2. Soluciones y justificaciones a los problemas detectados

Las soluciones propuestas para disminuir los problemas que se han encontrado, y que como se ha comprobado en la evaluación de riesgos pueden conllevar la aparición de situaciones peligrosas para el operario y la gente que se encuentra alrededor de la máquina, se explican a continuación en base a la norma UNE EN 13128:2002+A2:2009, de Máquinas herramienta, seguridad, fresadoras (incluidas mandrinadoras).

Para plantear soluciones a esta máquina, tendremos que comenzar exponiendo la medida más novedosa y que cambiará la apariencia de la máquina:

7.1.a. Como se ha apreciado en la valoración del riesgo y sobre todo en la imagen 53, la máquina no posee ninguna protección, esto se convierte en un grave riesgo, sobre todo para la salud de las personas que haya alrededor del técnico, y es que recordemos el uso de la instalación sobre la que está instalada la fresadora. Es por ello, que se propone la compra de un carenado para la máquina.

Es mi deber el de caracterizarlo con las instrucciones técnicas pertinentes, y es que esta instalación irá a medida diseñada.

Las características que deberá de tener son las siguientes:

- Las dimensiones que deberá de poseer esta estructura es de tres metros de largo por dos metros de ancho. Mientras que la altura deberá de ser de dos metros de alto.
- En ambos laterales deberá de existir dos puertas, ambas con enclavamientos, con lo que su apertura significaría la parada de la máquina, con apertura hacia afuera y una distancia de 40 cm con la máquina cuando el banco esté centrado.
- En la parte frontal de la estructura, deberá de existir una apertura de 1.20 m coincidiendo con la zona en la que se encuentra los órganos de mando, para que los mismos se sigan utilizando. Quedando así:

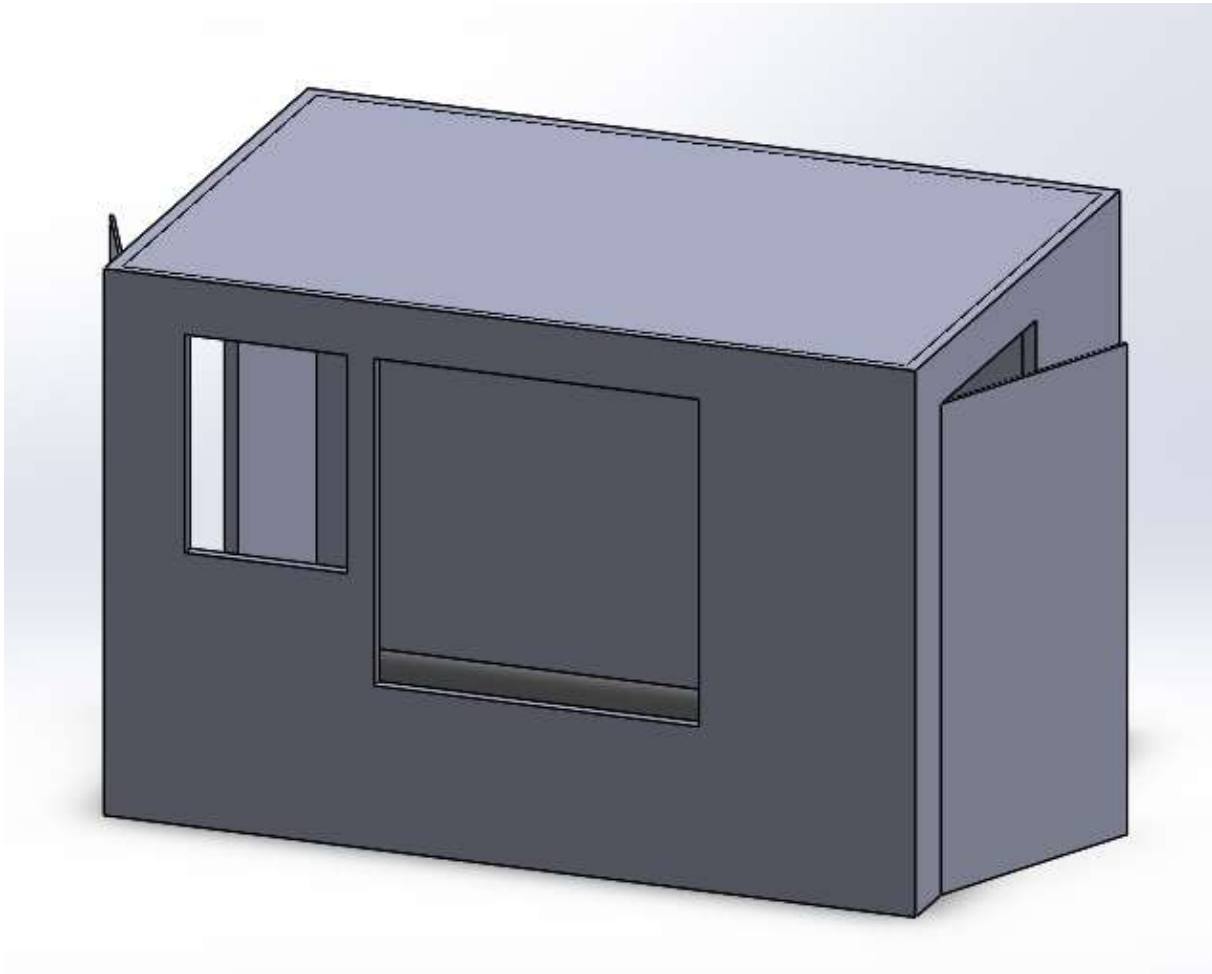


Ilustración 14 Carenado propuesto como solución

- El material empleado para realizar este carenado será acero inoxidable, ya tratado.
- Valorar también la existencia de una ventana además de las dos ventanas existentes en las puertas para poder observar el proceso y del hueco propio sin ventana para permitir al operario manipular la máquina.

Además será obligatorio informar de forma adecuada al operario de la forma nueva que ha de tener, siendo obligatorio comunicarselo de forma verbal y por escrito.

7.1.b. Será obligatorio también la compra de una protección para las guías para evitar el peligro por atrapamiento. Se dispondrá junto entre el banco transversal y el horizontal. Y cuando el de arriba se desplace hacia adentro, la cortina se desenrollará y si va hacia afuera, ocurrirá lo contrario. El ancho será de al menos 200 mm, mientras que el largo deberá de ser al menos de 400 mm.

1.1. Llegados a este punto, introduciremos los órganos de accionamiento de la máquina justo bajo el hueco que se le ha dejado al operario para que pueda operar. Se podrán introducir los mismos, habrá que identificarlos, para así no poner en peligro la salud del operario.

2.1, 3.2, 3.3, 12.1, 16.1. La subsanación de estos problemas se dará con la colocación de un cuadro que contendrá dos interruptores para el avance del carro y para la velocidad del husillo. Actualmente están en la parte trasera de la máquina. Anterior a estos, se colocaran dos pulsadores de marcha y paro. Uno de ellos, será el de la carga de la máquina, y por otro lado, el correspondiente a la bomba de la taladrina. Decir también que la máquina no entrará en funcionamiento hasta que no se active el pulsador de carga y alguno de los interruptores (avance y/o corte).

En lo que respecta al cuadro eléctrico, estará formado con un interruptor general con seccionamiento, tres interruptores y dos contactores, que evitarán la puesta en marcha imprevista de la máquina y de la bomba de taladrina (en el caso que la misma estuviera conectada). Además y por motivos de seguridad se le incluirán tres fusibles para así proteger la instalación.

En lo que respecta a la iluminación, se iluminará la cabina y la lámpara LED que se le va a instalar cuando se active se ponga en marcha el seccionamiento antes comentado.

3.3. De cara a la seguridad, se integrará en el cuadro una seta de emergencia que permitirá la parada total del equipo y el consiguiente rearme del mismo. Decir que la ubicación de esta seta de emergencia será junto a los interruptores de avance y de corte.

8.1. En la máquina, tampoco hay constancia de la existencia de ningún tipo de resguardo para evitar las proyecciones de viruta y taladrina. Es por ello, que se deberá de poner un resguardo móvil. Este tendrá enclavamiento, de tal forma que cada vez que esté abierto el resguardo, no funcionará la máquina. Si se interrumpiese el proceso de mecanizado, ocurrirá lo mismo. Será necesario un resguardo de dimensiones máximas de 400 mm de diámetro y al menos 200 mm de ancho.

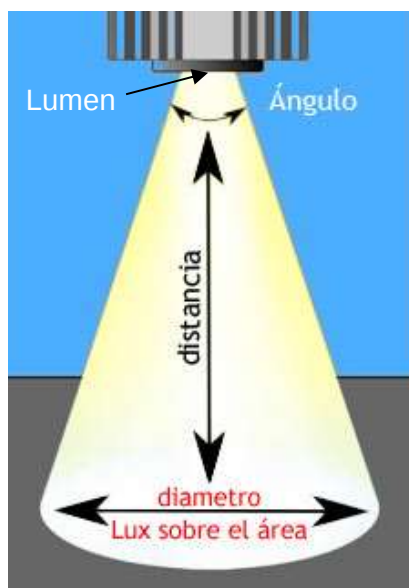


Ilustración 15 Esquema simbólico

9.1. Para este caso, se va a aprovechar que es una nueva instalación y es por esto que se va a hacer con una lámpara LED. Debido a que el rendimiento de la misma está en torno al 60%.

La lámpara deberá tener la suficiente potencia como para que sea capaz de emitir más de 500 lux. a una distancia de 200 mm, distancia mínima existente entre el foco emisor (bombilla) y el cabeza del husillo.

El cálculo de la potencia, suponiendo que sea una bombilla halógena se explica a continuación:

El lux, es la unidad con la que se mide la iluminancia. Esta se define como el cociente entre un lumen (que es la luminosidad que emite la lámpara) dividido entre la superficie sobre la que se proyecta en metros cuadrados.

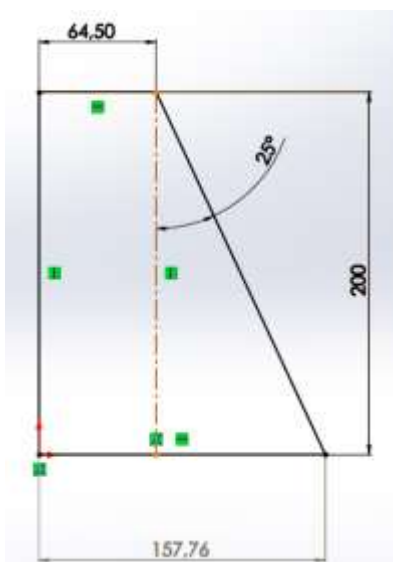


Ilustración 16 Aproximación del comportamiento de la iluminación de la máquina

En la ilustración que se muestra se aprecia lo que se ha explicado anteriormente. Así pues pasamos al cálculo del diámetro proyectado para posteriormente calcular el área.

El diámetro emisor es conocido y de 129 mm. También sabemos el ángulo que es de 25 grados y la distancia que es 200 mm como se dijo anteriormente. Luego lo que hacemos es calcular el diámetro que refleja el foco.

$$R = 64.5 + 200 \times \tan 25^\circ;$$

$$R = 157.76 \text{ mm}$$

Tal y como se expresa en la ilustración.

Ahora sí podemos calcular el área de luz proyectada:

$$S = \pi \times R^2 = \pi \times 157.76^2;$$

$$S = 0.0781 \text{ m}^2$$

Conocida el área proyectada, que acabamos de calcular, y a partir de la definición de lux, se puede calcular los lúmenes:

$$\phi_v(\text{lumens}) = E_v \times S = 28.4 \text{ lumens}$$

Sabiendo que el rendimiento de una bombilla de este tipo es de 60 lumens/watt, la potencia en watts es igual a:

$$P(w) = \frac{\phi_v(\text{lumens})}{\mu\left(\frac{\text{lumens}}{\text{watt}}\right)}$$

$$P = \frac{28.4}{60} = 0.473 \text{ watts} = 0.47 \text{ W}$$

La exigencia mínima que deberá tener está bombilla es de 0.47 W.

Realizando las siguientes suposiciones:

- La bombilla deberá de tener una mayor potencia que la calculada, para que este valor no vaya justo, recordando que se puede manchar la pantalla.
- Desgaste de la bombilla por paso del tiempo.
- Factor recíproco de la pantalla de 50% según la norma.
- Recordar que la luz debe de llegar al operario a pleno régimen.

Todo esto nos lleva a sobredimensionar el cálculo. En concreto debemos de dividir esta potencia entre el 50%. Con lo que ya obtenemos 1 W.

Si además tenemos en cuenta la distancia al operador y el desgaste de la misma y las condiciones ergonómicas que buscamos, nos lleva a un valor mínimo de 3 W. (valor comercial)

13.1 La señalización es escasa en esta máquina. Esto no supone un riesgo para la persona que la usa habitualmente, no tanto así para las personas que no tengan experiencia con la misma. Como se ha dicho en distintas ocasiones, la máquina la debería saber utilizar cualquier persona que no tenga experiencia con la misma pero que disponga de conocimientos relativos a la mecanización de piezas. Por todo ello y como ocurrirá con el resto de máquinas, se deberán de introducir señales visuales. En concreto serán:

- Obligatoriedad de uso de guantes,
- Obligatoriedad de uso de botas de seguridad,
- Obligatoriedad de uso de gafas de protección,
- Obligatoriedad de uso de protección acústica,
- Información de peligro de proyección de partículas,
- Información de riesgo de atrapamiento de manos.

17.1. Es obligatoria la reducción de la contaminación acústica de la máquina. A la larga puede suponer un riesgo para la salud. Con la compra del carenado de la máquina habrá una disminución de los niveles sonoros de la máquina, pero no sabemos en cuánto hasta que no se lleve a cabo dicha solución. Es por ello, que además del carenado será obligatorio el uso de protector auditivo. Bastará con tapones o bien orejeras, dependiendo del gusto del consumidor.

19.1. La solución de este apartado se basa en el cambio de las manetas y asas de los órganos de mando, debido a su antigüedad. Por comodidad, se van a comprar manecillas que recubran las existentes, ya que la sustitución de las mismas probablemente generará un problema por la antigüedad de la máquina. Además hay que considerar que muchas de estas no disponen ni siquiera de un recubrimiento de plástico que permita el agarre puesto que su acabado es en acero.

En lo que respecta a las disposiciones relativas a la utilización del equipo deberemos de valorar el punto 4 que supondrá una obligatoriedad la de realizar alguna modificación en base a la valoración de riesgos. No así el punto 6, que se dejará como opcional.

4. Aunque parece innecesario, los residuos de viruta encontrados en la máquina puede originar el corte superficial del operario y de las personas que tengan acceso al laboratorio, en las partes más expuestas de su cuerpo, es decir, en las manos. Por ello, la máquina ha de estar siempre limpia en el momento de su utilización.

Para subsanar este problema, lo que se va a proponer es la compra de un recoge virutas magnético. También se podrá recoger la viruta del suelo si previamente la sacamos de la máquina con aire a presión de un compresor. Esta medida es más sucia, aunque no siempre se taladra material que sea magnético por lo que se ha visto en la imagen.

6. Además de la solución del punto anterior, se va a proceder a la compra de ropa laboral junto con guantes y gafas de seguridad para el operario. Medida preventiva para evitar un posible riesgo para la salud con la utilización de la máquina, ya que el operario estará más expuesto al riesgo. Volviendo a lo que se ha comentado antes, es casi imposible que la máquina este limpia permanentemente, ya que el proceso de mecanizado es un proceso “sucio”, de ahí la compra de unos guantes. En el caso de las gafas de protección hay que reconocer que en el laboratorio hay dos pares de gafas, pero también es cierto que en las ocasiones que he podido ver a los técnicos de laboratorio realizando trabajos de mecanizado, no los he visto usar dichas gafas. Actualmente, será responsabilidad de la Universidad el no uso de las mismas, ya que en ninguna máquina se encuentra la obligatoriedad de uso de gafas de seguridad, guantes, etc. Una vez que se instalen dichas señales será problema del operario el usarlas o no, recayendo sobre él la responsabilidad del daño.

5.6.2.1. Presupuesto

Para la realización del presupuesto de la máquina, se mencionará el apartado disconforme al que va dirigido, una pequeña descripción técnica de la medida y el precio de su implantación (incluido el I.V.A. y la mano de obra). En este caso, se va a comenzar solucionando los peligros mecánicos encontrados y posteriormente, se expondrán los eléctricos.

Apartado 7.1.a. Carenado máquina.

Proveedor:



- CARENADO DE ACERO INOXIDABLE, RECUBIERTO DE PANELES SIMPLES DE IR-S-2, PANELES DE DOBLE SANDWICH. PARA LA INSONORIZACIÓN POSTERIOR CON LANA DE ROCA.
- VENTANAS CON DOBLE ACRISTALAMIENTO Y METALES DEFINIDOS SEGÚN LOS REQUISITOS A CUMPLIR

Precio: --- €

Observaciones: *En función de las necesidades técnicas expuestas, un técnico de la empresa proveedora tomará los datos pertinentes y presupuestará la instalación en base a sus conocimientos. Puede reducir la contaminación acústica en torno a un 5%.*

Apartado 7.1.b Guía protectora

Proveedor:



- Guías protectora protectoras frente a atrapamiento de las manos

Precio: 422.75 €

Observaciones: *Dimensiones:
A=1500 mm, B=200 mm*

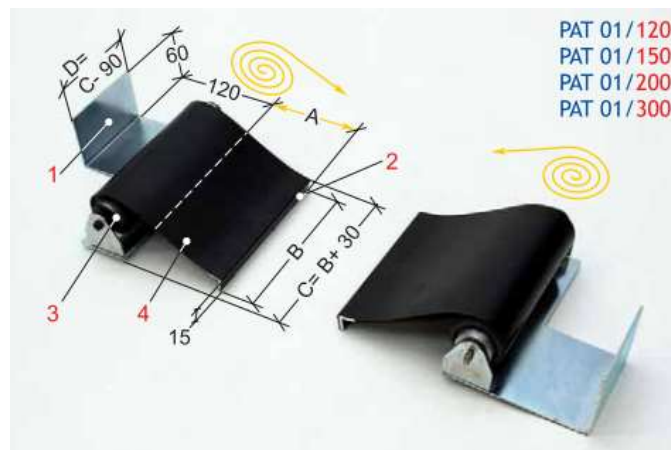


Imagen 57 Cortina enrollable cubreguías.

Deberemos pedir presupuesto de una de estas cubreguías, ya que sólo necesitaremos una. (También se podrían usar una de estas para la otra fresadora universal).

Apartado 8.1 Protector de seguridad regulable para fresadora universal. PFR 01/400

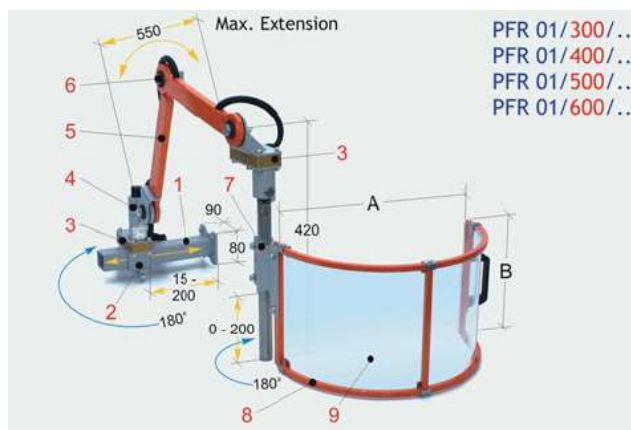
Proveedor:



- PROTECTOR UNIVERSAL CON BRAZOS ARTICULADOS. PROTEGE AL OPERARIO DEL CONTACTO DIRECTO CON EL EJE DE ROTACION Y DE LA PROYECCIÓN VERTICAL DE VIRUTAS Y REFRIGERANTE.

Precio:**634.00 €**

Observaciones: *Dimensiones:
A=400 mm, B=235 mm.*



LA SOLUCIÓN PROPUESTA:

Imagen 58 Resguardo móvil antiproyecciones

Apartado 13.1. Señalizaciones

Proveedor:

senyals.com
señalizar es prevenir

-SEÑALIZACIONES PARA INFORMACIÓN DE PELIGROS Y OBLIGATORIEDAD

• Obligatorio Uso de Gafas	<i>Precio:</i>	2.03 €
• Obligatorio Uso de Botas	<i>Precio:</i>	2.03 €
• Obligatorio Uso de Guantes	<i>Precio:</i>	2.03 €
• Obligatorio Uso de Protección acústica	<i>Precio</i>	2.03 €
• Peligro proyección de partículas	<i>Precio:</i>	2.03 €
• Peligro riesgo de atrapamiento	<i>Precio:</i>	2.03 €

Precio Total:**12.18 €**

Observaciones: *Será obligatorio el pegado de las señales en todas las máquinas para así prevenir el riesgo.*

LAS SOLUCIONES POR ESTE ORDEN SON:



Imagen 59 Solución correspondiente a la señalización visual de los riesgos de la máquina

Apartado 19.1

Adecuación de manetas

Proveedor:

-

- MANECILLA TE HEMBRA 2304
DIAMETRO 2 cm. x 4 piezas
- MANECILLA TE HEMBRA 2304
DIAMETRO 4 cm. x 2 piezas

Cantidad: 6 piezas

Precio: 1.08 €

Precio Total:

6.48 €

**Apartado
17.1**

Protectores acústicos

Proveedor:

- PROTECTOR ACÚSTICO QUE
REDUCE LA EXPOSICIÓN AL RUIDO
EN 31 dB. LA CAJA DE CONTIENTE
250 TAPONES.

**Precio:****56.45 €**

LA SOLUCIÓN ADOPTADA

Imagen 10 Tapones 3M

Apartado 1.1.
Apartado 1.2.
Apartado 2.1.
Apartado 3.2.
Apartado 12.1 y
Apartado 16.1

Solución relativa a los
problemas eléctricos

Proveedor:



-ARMARIO ELECTRICO DE 40X35CM EN EL
FRONTAL IZQUIERDO DE LA MÁQUINA
CON SECCIONAMIENTO, EN SU INTERIOR
ALBERGARÁ 2 CONTACTORES, 2
INTERRUPTORES, 2 FUSIBLES (CARGA DE
LA MÁQUINA Y TALADRINA) Y OTRO PARA
ILUMINACIÓN. AL ACTIVAR LA MÁQUINA
SE ENCENDERÁ LA MÁQUINA A TRAVÉS
DE UN PULSADOR DE MARCHA Y PARO Y
DOS POSTERIOR YA EXISTENTES
(MODIFICACIÓN EN SU LOCALIZACIÓN).
DE IGUAL FORMA OCURRIRÁ CON LA
ACTIVACIÓN DE LA BOMBA DE LA
TALADRINA. EL CUADRO TENDRÁ UN
INTERRUPTOR SECCIONADOR DE
ENTRADA. QUE SERÁ UN ÓRGANO DE
PARADA TOTAL

Precio:**960,00 €**

Observaciones:

*El seccionador actuará como órgano de parada total de la
máquina. La colocación del cuadro eléctrico, será en el
exterior del carenado.*

Apartado 3.3Introducción de la parada de
emergencia

- SETA DE EMERGENCIA E
INTRODUCCIÓN EN EL CUADRO
ELÉCTRICO.

Proveedor:

**Precio: 36.00 €**

Observaciones: *La parada de emergencia se colocará fuera del carenado junto a los pulsadores de marcha y paro de la máquina y taladrina.*

El presupuesto total para la ejecución material de las medidas expuestas asciende a un total de dos mil ciento veintisiete euros y ochenta y seis céntimos, 2127.86 €. A falta de conocer el presupuesto del carenado de la máquina.

6. Conclusión

La Adecuación de Maquinaria supone un conjunto de acciones dirigidas a obtener la certificación de los equipos de trabajo con las disposiciones mínimas de seguridad y salud, identificando los riesgos existentes, evaluando dichos riesgos, determinando medidas correctoras para eliminar dichos riesgos y/o valorando si esto no es posible como minimizarlos y ejecutando dichas medidas correctoras.

Esto justamente es lo que se ha realizado con este proyecto de adecuación de máquinas. Han sido un total de seis máquinas las que se han valorado, cuatro de ellas con marcado CE. Y como se ha podido comprobar, que un equipo posea el marcado CE no siempre quiere significar que cumpla las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los equipos de trabajo.

En concreto, los equipos de trabajo que se encuentran en el laboratorio de la Universidad de Jaén, se les han podido encontrar numerosas deficiencias propiciadas en gran parte por el uso que tiene la máquina y por otro lado, por la antigüedad de la misma. Hablo en este último caso de la Fresadora Universal Correa y del Torno Cumbre.

Tras valorar las soluciones propuestas, se puede percibir que no todas, pero casi todas las máquinas tienen problemas relacionados con el cuadro eléctrico, dándose la existencia de este problema en cuatro de las seis máquinas que hemos analizado. También ha sido bastante común encontrar máquinas que han sido modificadas en el uso, es decir, que han tenido alguna modificación en sus resguardos, protecciones, iluminación, etc.

Quiero destacar la especial importancia que tiene realizar esta inspección en el laboratorio de la Universidad de Jaén, y es que recordemos el uso que tiene este laboratorio, que está orientado a la docencia. A este laboratorio, van todos los días diversos alumnos y alumnas para observar distintos procesos de mecanizado y es que como se ha podido comprobar estas máquinas generan un peligro desde que se produce el accionamiento de las mismas, es por esto que se debería de valorar el llevar a cabo estas medidas correctoras que se han propuesto. Están prácticamente

calculadas al milímetro. Es cierto que cambiaríamos de cierta forma el aspecto de las máquinas pero se ganaría en seguridad.

Hay ocasiones que no queda otra que aceptar el riesgo, pero no es nuestro caso, ya que como se ha podido comprobar paso a paso en cada máquina, no hemos encontrado una deficiencia que no se pudiera solucionar.

En lo personal, este Trabajo Fin de Carrera me ha servido mucho para poder ver el avance en materia de seguridad. Me han parecido francamente increíbles las condiciones en las que están el torno y la fresadora que no tienen marcado CE, y en las que se trabaja de antaño, aunque también es destacable que estas máquinas sigan funcionando. Desde mi punto de vista, ambas máquinas deberían de pasar ya a una vida como pieza de exposición, valorando que encontramos otro torno y otra fresadora universal en el laboratorio.

Como conclusión y a mi juicio, se deberían de llevar a cabo estas medidas de seguridad y después realizar la inspección por parte de un organismo de control autorizado, ya que es la única forma real de saber oficialmente si estas medidas que se han propuesto subsanarían los problemas que tienen las máquinas y más importante aún, los problemas que puedan generar al personal que las utiliza.

7. Referencias legislativas

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.

Directiva de máquinas 2009/104/CE del Parlamento Europeo y del consejo de 16 de septiembre, relativo a las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores en el trabajo de los equipos de trabajo y por la que se modifica la Directiva 89/391/CE.

Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de equipos de trabajo. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

UNE-EN ISO 12100:2010, de Seguridad de máquinas, principios generales para el diseño, evaluación del riesgo y reducción del riesgo.

UNE-EN 61310:2008, de Seguridad de máquinas. Indicación, marcado y maniobra. En sus tres partes respectivamente: especificaciones para las señales visuales, audibles y táctiles; requisitos para el marcado; requisitos para la ubicación y el funcionamiento de los órganos de accionamiento.

UNE-EN ISO 9355-2:1999, de Requisitos ergonómicos para el diseño de los dispositivos de información y accionadores de los elementos de control. En su parte 2: Dispositivos de visualización.

UNE-EN ISO 13851:2002, de Seguridad de máquinas. Dispositivos de control de dos manos. Aspectos funcionales y principios de diseño.

UNE-EN ISO 12100-2:2010, de Seguridad de máquinas. Conceptos básicos, principios generales para el diseño. En su parte 2: Principios técnicos.

UNE-EN 1037: 2008 de Seguridad de máquinas. Prevención de una puesta en marcha imprevista.

Norma UNE-EN ISO 13849-1 de Seguridad de máquinas. Partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad, en su primera parte: principios generales para el diseño.

UNE-EN ISO 14121-1:2008 de seguridad de las máquinas, evaluación del riesgo, en su parte 1: Principios.

UNE EN ISO 13850:2006, de Seguridad de máquinas, parada de emergencia, en los principios para el diseño.

UNE-EN ISO 13857:2008, de Seguridad de máquinas, distancias de seguridad para impedir que se alcancen zonas peligrosas con los miembros superiores e inferiores.

UNE-EN 626-1:1995, de Seguridad de máquinas, reducción de riesgos para la salud debido a sustancias peligrosas emitidas por las máquinas, en su parte 1: Principios y especificaciones para los fabricantes de maquinaria.

UNE-EN 953:1998+A1:2009, de Seguridad de máquinas, resguardos, requisitos generales para el diseño y construcción de resguardos fijos y móviles

UNE-EN 626:2008 de Seguridad de máquinas, medios de acceso permanente a máquinas e instalaciones industriales, en su primera parte: selección de medios de acceso fijos entre dos niveles.

Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el 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 materia de trabajos temporales en altura.

UNE EN ISO 14119:2014 de Seguridad de máquinas, dispositivos de enclavamiento asociados a los resguardos, principios para el diseño y la selección.

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.

UNE EN 1837:1999+A1:2010 de Seguridad de máquinas, iluminación integrada en las máquinas.

UNE-EN ISO 13732:2005 de Ergonomía del ambiente térmico, métodos para la evaluación de la respuesta de contacto con superficies.

UNE EN 981:1997+A1:2008 de Seguridad de máquinas, sistemas de señales de peligro y de informaciones auditivas y visuales.

UNE EN ISO 7731:2008, de Ergonomía, señales de peligro para lugares públicos y lugares de trabajo, señales acústicas de peligro.

UNE EN 842:1997+A1:2008, de Seguridad de máquinas, señales visuales de peligro.

Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.

UNE EN 1127-1:2012 de Atmósferas explosivas, prevención y protección contra la explosión, en su primera parte conceptos básicos y metodología.

Real Decreto 286/2006, del 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.

Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, en cuanto a la organización de recursos para el desarrollo de actividades preventivas.

UNE EN 352:2002 de Protectores auditivos, principios generales. Y sus partes: orejeras, tapones, orejeras acopladas a cascos de protección, orejeras dependientes del nivel, orejeras acopladas con reducción activa del ruido, tapones dependientes del nivel, orejeras con audio de entretenimiento.

Real Decreto 379/2001, de 6 de abril por el que se aprueba el Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias.

UNE EN 894:2001+A1:2009 de Seguridad de máquinas, requisitos ergonómicos para el diseño de dispositivos de información y mandos, en su parte tres relativa a mandos.

8. Anexo I

Informe del Tutor del Trabajo Fin de Grado

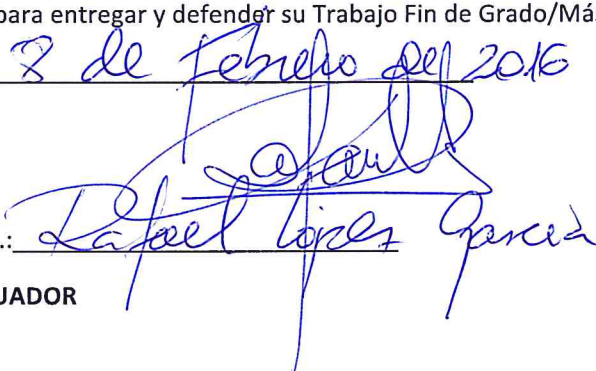
Autor (Apellido1-Apellido2, Nombre)			
Anguita Peña, Carlos José			
Título del Trabajo			
Proyecto de Adecuación de Seguridad de Máquinas Herramientas del Taller Mecánico de la EPS de Jaén			
Titulación	Grado en Ingeniería Mecánica	Especialidad/ Mención	Ingeniería y Fabricación Mecánica
Centro	Escuela Politécnica Superior	Departamento	Ingeniería Mecánica y Minera
Tutor/a del TFG/TFM			Universidad/Institución
RAFAEL LÓPEZ GARCÍA			UNIVERSIDAD DE JAÉN
Resumen Castellano (máx. 150 palabras)			
Desde el punto de vista de la seguridad, encontramos seis máquinas en el laboratorio de la universidad que no disponen de las suficientes medidas para evitar el peligro existente que tiene trabajar con las mismas. Para analizar las medidas de seguridad de la máquina se recurrirá a la realización de una lista de verificación realizada en base al Real Decreto 1215/1997, que expone las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo. El fin de este proyecto, será el de analizar dichas máquinas y proponer soluciones a las posibles no conformidades que se detecten en cada máquina, habiendo analizado los riesgos previamente.			
Resumen Inglés (máx. 150 palabras)			
From the point of view of security management, there are six machines at the University of Jaen's laboratory which don't dispose enough measures to avoid the existent risk to worker when the use these machines. To analyze this security measures needed, we drew on a check list done based on a royal Decree 1215/1997 which set the minimum health and safety provisions for the use of working machines. The project's end will be to analyce these machines and suggest some solutions for the possible no pitfalls which we detect in each machine.			
Nomenclatura Internacional de Unesco para la Ciencia y Tecnología(http://skos.um.es/unesco6/)			
Códigos UNESCO	Descriptor castellano	Descriptor Inglés	
49	Máquina herramienta	Machine Tools	
76	Seguridad	Safety	
456	Norma	Standards	

Observaciones y Comentarios:

Los/as Tutores/as dan el Visto Bueno para entregar y defender su Trabajo Fin de Grado/Máster

Jaén, a 8 de Febrero del 2016

Fdo.:


Rafael López García

SR. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL EVALUADOR

9. Anexo II

Autorización para la publicación de Trabajos Fin de Grado en TAUJA

Datos personales			
DNI	Primer Apellido	Segundo Apellido	Nombre
<u>77366530-G</u>	<u>ANGUITA</u>	<u>-PEÑA</u>	<u>-CARLOS JOSÉ</u>
Datos Académicos			
Titulación que ha cursado (Grado o Máster)			
<u>GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA</u>			
Centro	<u>ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE JÁEN</u>		
Título del trabajo			
<u>PROYECTO DE ADECUACION DE SEGURIDAD DE MÁQUINAS HERRAMIENTAS DEL TALLER MECÁNICO DE LA EPS DE JÁEN</u>			
Tutor/a del TFG/TFM		Universidad/Institución	
<u>RAFAEL LÓPEZ GARCÍA</u>		<u>UNIVERSIDAD DE JÁEN</u>	
Propiedad intelectual compartida (artículo 17.2 del RRAEA - <i>márquese lo que corresponda</i>):		Sí	No
EL AUTOR MANIFIESTA Que es el autor de la obra y por tanto titular de los derechos de explotación, o en su caso, cuenta con el consentimiento del resto de los autores. Igualmente declara que es autor original del trabajo, en el sentido de que no ha utilizado fuentes sin citarlas debidamente.			
AMBOS AUTORIZAN A la Universidad de Jaén (UJA) para publicar el citado Trabajo Fin de Grado/Máster en TAUJA con fines docentes y de investigación, en el formato que se considere necesario para su libre acceso, permitiendo solamente la visualización del mismo. Esta autorización viene refrendada por la firma del director/a o tutor/a del trabajo. La UJA, en virtud del presente documento, adquiere el derecho de poder difundir el Trabajo Fin de Grado/Máster a través de Internet o de otros medios.			Sí No

En Jaén, a 8 de Febrero de 2016

Firma del autor /a

Firma del Tutor/a

De interés:

La Universidad de Jaén expone que:

- Los derechos de autor quedan protegidos mediante la autorización de cesión no exclusiva de derechos entre la Universidad y el autor, o en su caso, autores, que se reserva/n el derecho de publicar sus trabajos en otras editoriales y soportes. Por su parte, la Universidad garantiza la visibilidad y acceso a la producción científica y docente que genera.
- Los Trabajos Fin de Grado/Máster estarán protegidos por licencias Creative Commons del tipo "Reconocimiento -no comercial - sin obra derivada" de modo que los usuarios estarán obligados a citar y reconocer los créditos de los trabajos de la manera que especifique el autor, no se podrán utilizar para fines comerciales y no se podrán alterar, transformar o generar una obra derivada a partir de los mismos.
- La integridad del contenido del Trabajo queda garantizada por las opciones de seguridad del formato de almacenamiento utilizado que será PDF u otros de similares características que en el futuro pudieran determinarse.
- La autorización tiene, en principio, una vigencia indefinida, si bien se podrá, en cualquier momento, revocar la autorización que ha prestado, siempre y cuando el autor o autores manifiesten dicha voluntad por escrito ante la Universidad de Jaén.

Circunstancias excepcionales

Se contempla como **circunstancia excepcional** la no autorización de acceso abierto a los trabajos depositados en TAUJA, como puede ser, la existencia de convenios de confidencialidad con empresas o la posibilidad de generación de patentes que recaigan sobre el contenido del trabajo, o cualquier otro motivo estimado, se establece el siguiente procedimiento para asegurar la no publicidad de estos trabajos:

- **Informe motivado.** Se adjuntará un Informe motivado del director/a del TFG/TFM, exponiendo la razón por la cual no considera oportuno la difusión en abierto de dicho trabajo.
- **Fecha fin de embargo.** En este informe se indicará la fecha a partir de la cual, vencen los motivos del embargo. A partir de la fecha indicada se podrá visualizar el documento a texto completo.

Motivación de la **NO** aceptación de publicación en abierto del TFG/TFM en TAUJA

Fecha de embargo (en su caso): _____