

1. INTRODUCCION

El objetivo del Reglamento de Seguridad y Salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo Decreto Ejecutivo No. 2393. RO/ 565 de 17 de Noviembre de 1986 es la prevención, disminución o eliminación de los riesgos del trabajo y el mejoramiento del medio ambiente de trabajo.

Las disposiciones del dicho Reglamento se aplican a toda actividad laboral y en todo centro de trabajo dentro del Ecuador

En lo concerniente a equipos de trabajo en dicho reglamento se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización de Aparatos máquinas y herramientas como se describe a continuación:

TITULO III	APARATOS, MAQUINAS Y HERRAMIENTAS
CAPITULO I	INSTALACIONES DE MAQUINAS FIJAS
Art. 73	UBICACION.
Art. 74	SEPARACION DE LAS MAQUINAS.
Art. 75	COLOCACION DE MATERIALES Y UTILES.
CAPITULO II	PROTECCION DE MAQUINAS FIJAS
Art. 76	INSTALACION DE RESGUARDOS Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD.
Art. 77	CARACTERISTICAS DE LOS RESGUARDOS DE MAQUINAS.
Art. 78	ABERTURAS DE LOS RESGUARDOS.
Art. 79	DIMENSIONES DE LOS RESGUARDOS.
Art. 80	INTERCONEXION DE LOS RESGUARDOS Y LOS SISTEMAS DE MANDO.
Art. 81	ARBOLES DE TRANSMISION.
Art. 82	TRANSMISIONES POR CORREA.
Art. 83	TRANSMISIONES POR CABLES Y CADENAS.
Art. 84	VIAS DE PASO.
CAPITULO III	ORGANOS DE MANDO
Art. 85	ARRANQUE Y PARADA DE MAQUINAS FIJAS.
Art. 86	INTERRUPTORES.
Art. 87	PULSADORES DE PUESTA EN MARCHA.
Art. 88	PULSADORES DE PARADA.
Art. 89	PEDALES.
CAPITULO IV	UTILIZACION Y MANTENIMIENTO DE MAQUINAS FIJAS

Art. 90	PALANCAS
Art. 91	UTILIZACION.
Art. 92	MANTENIMIENTO.
Art. 93	REPARACION Y PUESTA A PUNTO.
CAPITULO V	MAQUINAS PORTATILES
Art. 94	UTILIZACION Y MANTENIMIENTO.
CAPITULO VI	HERRAMIENTAS MANUALES
Art. 95	NORMAS GENERALES Y UTILIZACION.

Debido a la amplitud del campo de aplicación de aparatos, máquinas y herramientas, el Decreto Ejecutivo 2393 se puede considerar una norma macro para todos los aparatos, máquinas y herramientas, por lo que existe la necesidad de contar con una guía mas específica que ayude a disminución o eliminación de los riesgos asociados al uso de máquinas.

El presente trabajo pretende crear una herramienta que ayude a los técnicos en prevención a identificar y evaluar los riesgos asociados al uso de máquinas fijas, excluyendo máquinas móviles, herramientas manuales, herramientas portátiles y máquinas para la elevación de personas y cargas

Por lo anteriormente mencionado para el desarrollo de la herramienta se ha tomado como referencia Real Decreto 1215 / 1997 y la Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los equipos de trabajo primera parte, edición 2004. Dicha guía tiene como objetivo el facilitar el cumplimiento 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.

1.1 DEFINICION MAQUINA

Conjunto de órganos unidos entre sí, uno de los cuales ha de ser móvil, accionado por una energía o fuerza distinta de la humana.

1.2 ESTADISTICAS

De acuerdo a bases estadísticas del ministerio de Trabajo e Inmigración de España dentro de las situaciones que generan accidentes de trabajo mortales están golpes contra un objeto inmóvil, quedar atrapado, ser aplastado o sufrir una amputación. Se deduce que estos accidentes son generados por el uso de máquinas.

La incidencia de las máquinas en la accidentalidad de distintos sectores de actividad es elevada, pudiéndose calificar de preocupante en la distribución de accidentes graves en actividades de extracción e industrias de transformación de metales en que las máquinas causan el 20% de los accidentes y especialmente grave es la incidencia de las máquinas en la accidentalidad de las industrias manufactureras, ya que representan mas del 40% del total de accidentes graves.

A continuación se muestra en una tabla el % de accidentes en máquinas distribuidos por sector de actividad

ACTIVIDADES	Agricultura	Energía	Extracción	Industrias transformación	Industrias manufactureras	Construcción	Comercio	Transporte	Otros servicios
Accidentes totales	6.18	3.47	11.98	13.16	19.71	6.21	7.24	2.8	4.12
Accidentes graves	9.83	5.42	20.43	21.67	41.91	9.95	10.1	3.25	4.95
Accidentes mortales	5.22	6.98	16.54	8.96	10.78	5.02	5.33	2.07	5.84

*Fuente: NTP 325

2. REVISION DE LA LITERATURA

2.1 OBJETIVO DEL REAL DECRETO 1215 / 1997

El Real decreto establece, en el marco de la ley 31 / 1995, de 8 de noviembre, de prevención de riesgos laborales, las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización de los equipos de trabajo empleados por los trabajadores en el trabajo.

2.2 OBJETIVO DE LA GUIA PARA LA EVALUACION Y PREVENCION DE LOS RIESGOS RELATIVOS A LA UTILIZACION DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO

El principal objetivo de la guía es proporcionar criterios y recomendaciones que puedan facilitar a los empresarios y a los responsables de prevención la interpretación y aplicación del Real Decreto 1215 / 1997 especialmente en lo que se refiere a la evaluación de riesgos para la salud de los trabajadores involucrados y en lo concerniente a medidas preventivas aplicables.

2.3 OBJETIVO DEL METODO PARA LA IDENTIFICACION Y EVALUACION DE RIESGOS ASOCIADOS AL USO DE MAQUINAS

El principal objetivo es crear una herramienta de evaluación que facilite a los responsables de prevención la aplicación de la guía para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los equipos e trabajo

2.4. DESARROLLO DE LA HERRAMIENTA DE IDENTIFICACION Y EVALUACION DE RIESGOS ASOCIADOS AL USO DE MAQUINAS

La metodología que se va a utilizar es citar las disposiciones mínimas aplicables a los equipos de trabajos del Real Decreto 1215 /1997, y tomar los criterios explicativos más importantes para cada disposición de la guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los equipos de trabajo y del Decreto Ejecutivo 2393 para finalmente resumir todo en una lista de chequeo de identificación y evaluación de riesgos, usando la metodología de la NTP 330, y métodos de evaluación específicos para riesgos físicos.

Real decreto 1215 / 1997

Disposiciones mínimas generales aplicables a los equipos de trabajo

1. Órganos de accionamiento de un equipo de trabajo:
 - Los órganos de accionamiento deben ser claramente visibles e identificables y con señalización adecuada
 - Los órganos de accionamiento deben estar fuera de la zona de peligro
 - Los órganos de accionamiento deben estar claramente identificados y para ello se deben utilizar colores y pictogramas normalizados

- Los órganos de accionamiento no deberán acarrear riesgos como consecuencia de una manipulación involuntaria, por lo que se deben implementar dispositivos que impidan un accionamiento involuntario

2. Puesta en marcha del equipos de trabajo

- La puesta en marcha de un equipo de trabajo solamente se podrá efectuar mediante una acción voluntaria sobre un órgano de accionamiento previsto a tal efecto. La puesta en marcha después de una parada, está sujeta a los mismos requisitos.

3. Cada equipo de trabajo deberá estar provisto de un órgano de accionamiento que permita su parada total en condiciones de seguridad

- El operador debe tener a su disposición medios para detener todo el equipo de trabajo en condiciones seguras. Principalmente se debe garantizar que la máquina no se pueda poner en marcha en forma intempestiva.
- La orden de parada debe tener prioridad sobre las órdenes de puesta en marcha.
- Se debe disponer de un órgano de accionamiento para parada de emergencia, éste órgano de mando que permite obtener esta parada de emergencia debe ser de color rojo y preferentemente sobre un fondo amarillo, tratándose especialmente de máquinas usadas, la aplicación de este dispositivo no tiene sentido mas que si el tiempo de parada que

se obtiene es netamente mas corto que el obtenido mediante la parada normal

Para mayor información se incluye el ANEXO A TECNICAS, PRINCIPIOS Y COMPONENTES DE EFICACIA PROBADA PARA PREVENIR LOS SUCESOS PELIGROSOS ORIGINADOS POR LOS FALLOS MAS FRECUENTES EN LOS SISTEMAS DE MANDO Y CATEGORIAS DE LOS SISTEMAS DE MANDO

4. Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgos de caída de objetos o de proyecciones deberá estar provisto de dispositivos de protección adecuados a dichos riesgos
 - La máquina debe contar con dispositivos de protección para objetos cuya caída o proyección están ligadas a las condiciones de operación normales del equipo, tales como virutas, productos incandescentes de soldadura, partículas abrasivas, etc.
 - La máquina debe contar con dispositivos de protección para los objetos que previsiblemente pueden salir proyectados o caer accidentalmente como fragmentos de herramientas, contrapesos, elementos de equilibrado, etc.
 - En la medida de lo posible se debe disponer los equipos de trabajo de manera que se evite que las personas se puedan encontrar permanentemente en la trayectoria de los objetos y partículas en movimiento, se deben colocar obstáculos o cualquier otro medio para

impedir que las personas puedan circular por las zonas en las que se pueden producir estos peligros.

5. Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo por emanación de gases, vapores o líquidos o por emisión de polvo deberá estar provisto de dispositivos adecuados de captación o extracción cerca de la fuente emisora correspondiente

- Las máquinas “nuevas” sujetas al mercado CE que presenten peligro por emisión de gases, vapores, líquidos o polvos deben estar provistas de campanas o conductos a los que se les puede adaptar un sistema de extracción
- En el caso de las máquinas que no cuenten con el mercado CE es necesario evaluar el riesgo para decidir si es necesario tomar medidas preventivas como ventilación localizada.

6. Si fuera necesario para la seguridad o la salud de los trabajadores, los equipos de trabajo y sus elementos deberán estabilizarse por fijación o por otros medios. Los equipos de trabajo cuya utilización prevista requiera que los trabajadores se sitúen sobre los mismos deberán disponer de los medios adecuados para garantizar que el acceso y permanencia en esos equipos no suponga.

- La estabilidad de la máquina debe estar garantizada si es preciso mediante fijación al suelo, y según sea el caso se deberá aplicar otras medidas tales como limitar los movimientos de determinadas partes del

equipo, si la estabilidad de una máquina no es inherente a su diseño y utilización, o si está montada en una posición en la que podría estar comprometida su estabilidad, se deberán tomar medidas adicionales para garantizarla.

- Si la utilización de la máquina requiere de la presencia de uno o varios operarios sobre la misma, y en particular en zonas con peligro de caída de altura de mas de 2 m, debe dedicarse una atención especial tanto a los medios de acceso como a la zona de permanencia. Las características de los medios de acceso se aplicarán de acuerdo a la legislación vigente (DE 2393)

7. En los casos en que exista riesgo de estallido o rotura de elementos de un equipo de trabajo que pueda afectar significativamente a la seguridad o a la salud de los trabajadores, se deberán adoptar las medidas de protección adecuadas.

- El operador de la máquina debe conocer y respetar las condiciones de utilización especificadas por el fabricante.
- Se debe contar con un adecuado plan de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo
- En el caso de proyecciones de alta energía como por ejemplo fluidos a alta presión en máquinas hidráulicas, las medidas preventivas comprenden: instalación de válvulas limitadoras de presión, instalación de resguardos fijos para la protección de latigazos de las tuberías.

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

- Los resguardos y dispositivos de protección :

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

9. Las zonas y puntos de trabajo o mantenimiento de un equipo de trabajo deberán estar adecuadamente iluminadas en función de las tareas que debe realizarse

- Se debe cumplir con lo establecido en el DE 2393 Art 56 ILUMINACION NIVELES MINIMOS.

NIVEL DE ILUMINACION	ACTIVIDAD
20 Luxes	Pasillos, patios y lugares de paso.
50 Luxes	Operaciones en los que la distinción no sea esencial como manejo de materias, desechos de mercancías embalaje, servicios higiénicos
100 Luxes	Cuando sea necesario una ligera distinción de detalles como fabricación de productos de hierro y acero, taller de textiles y de industria manufacturera, salas de máquinas y calderos, ascensores
200 Luxes	Si es esencial una distinción moderada de detalles, tales como: talleres de metal mecánica, costura, industria de conserva, imprentas.
300 Luxes	Siempre que sea esencial la distinción media de detalles, tales como: trabajos de montaje, pintura a pistola, tipografía, contabilidad, taquigrafía
500 Luxes	Trabajos en que sea indispensable una fina distinción de detalles, bajo condiciones de contraste, tales como: corrección de pruebas, fresado y torneado, dibujo
1000 Luxes	Trabajos en que exijan una distinción extremadamente fina o bajo condiciones de contraste difíciles, tales como trabajos con colores o artísticos, inspección delicada, montajes de precisión electrónicos, relojería.

10. Las partes de un equipo de trabajo que alcancen temperaturas elevadas o muy bajas deberán estar protegidas cuando correspondan contra los riesgos de contacto o la proximidad de los trabajadores.

- La temperatura superficial a considerar para evaluar el riesgo depende de la naturaleza del material (metal, material plástico...) y de la duración del contacto con la piel. A título indicativo, en el caso de una superficie metálica lisa, se admite generalmente que no existe riesgo de quemadura por contacto involuntario (máximo 2 a 3 segundos) si su temperatura no excede de 65°C. Por debajo de esta temperatura no es

necesario, por tanto, la aplicación de medidas preventivas. En el caso de que exista riesgo de quemaduras, se pueden aplicar una o varias de las medidas siguientes, siempre que no interfieran en el proceso de trabajo: colocación de un aislante térmico alrededor de los elementos peligrosos; adaptación de resguardos para permitir la evacuación de calorías (rejillas, chapa perforada...); supresión global de acceso a la zona peligrosa mediante barandillas o cualquier otro tipo de resguardo material; aplicación de cortinas de aire o de agua. En los casos en que las superficies deben estar calientes y accesibles, será necesario utilizar los equipos de protección individual apropiados.

- Si es preciso se señalarán e identificarán convenientemente las partes calientes o frías accesibles que no puedan reconocerse fácilmente y se proporcionarán la formación e información oportuna.

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

12. Todo equipo de trabajo deberá estar provisto de dispositivos claramente identificables que permitan separarlo de cada una de sus fuentes de energía.

- Comprende principalmente las acciones de separación y bloqueo
- Toda máquina deberá tener un dispositivo de separación de todas las fuentes de energía (eléctrica, neumática, hidráulica, mecánica, térmica.

- Toda máquina deberá tener un sistema de bloqueo de todos los aparatos de separación , lo que implica que dichos dispositivos deberán disponer de los medios para poder ser bloqueados.

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

- Esta es una medida preventiva clasificada como medida de información, que en ningún caso podrá considerarse como medida sustitutiva de medidas técnicas y organizativas.
- Las informaciones de seguridad están generalmente ligadas a la detección de umbrales de advertencia (presión, temperatura, velocidad, etc) y son útiles para parámetros sobre los que el operador tiene la posibilidad de actuar, deben ser percibidas claramente desde el puesto de mando o en una zona más amplia si afectan a terceros que puedan estar expuestos o que tengan la posibilidad de intervenir.

14. Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado para proteger los trabajadores contra riesgos de incendio, de calentamiento del propio equipo o de emanaciones de gases, polvos, líquidos, vapores u otras sustancias producidas, utilizadas o almacenadas por este. Los equipos de trabajo que se utilicen en condiciones ambientales climatológicas o industriales agresivas que supongan un riesgo para la seguridad y salud de los trabajadores , deberán estar acondicionados para el

trabajo en dichos ambientes y disponer, en su caso, de sistemas de protección adecuados, tales como cabinas u otros.

15. Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado, para prevenir el riesgo de explosión, tanto en el equipo de trabajo como en las sustancias producidas, utilizadas o almacenadas por este.

- El riesgo de incendio o explosión depende básicamente de las características del combustible y las posibles fuentes de ignición. Entre las características del combustible se deben tener particularmente en cuenta su inflamabilidad, su estado de disgregación (los más peligrosos son los gases y vapores, en segundo lugar los líquidos o sólidos finamente pulverizados) y su carga térmica. Por su parte, las fuentes de ignición pueden ser de muy diferentes tipos (chispas de origen eléctrico o mecánico, llamas, gases o superficies calientes, reacciones exotérmicas, etc) y deben considerarse tanto las originadas por el equipo, como las que se pueden producir en su entorno.
- Las medidas de seguridad están dirigidas fundamentalmente a la sustitución, confinamiento, captación-extracción o dilución del combustible y a la prevención de las fuentes de ignición.
- En cuanto a la protección frente a las condiciones ambientales agresivas, se refiere principalmente a los equipos que se utilizan a la intemperie y a las instalaciones que por las características de proceso generan tales condiciones. De acuerdo con la evaluación de riesgos se deberá disponer de los sistemas de protección adecuados para el caso.

16. Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado para proteger a los trabajadores expuestos contra el riesgo de contacto directo o indirecto con la electricidad. En cualquier caso, las partes eléctricas de los equipos de trabajo deberán ajustarse a lo dispuesto a la normativa específica correspondiente.

- El objetivo es evitar que se produzcan contactos con partes activas, es decir, con partes que normalmente están en tensión (contacto directo) o con partes que se han puesto en tensión accidentalmente, en general debido a un fallo de aislamiento (contacto indirecto)
- En todas las partes en tensión debe existir protección contra contactos directos, mediante alejamiento, interposición de obstáculos y aislamiento. Una solución muy extendida contra contactos eléctricos directos en los equipos de protección mediante envolventes (armarios o cuadros eléctricos). Además, de las soluciones contempladas también se considera aceptable utilizar envolventes cuya apertura requiera el empleo de una llave o herramienta; sólo se permitirá el acceso al interior de dichas envolventes a personal autorizado, que deberá tener la formación y experiencia adecuadas. Como complemento a esta medida, se debe colocar una señalización en dicha envolvente, que indique el peligro eléctrico y que sólo se permite el acceso a personal autorizado.

17. Todo equipo de trabajo que entrañe riesgos por ruido, vibraciones o radiaciones deberá disponer de las protecciones o dispositivos

adecuados para limitar en la medida de lo posible, la generación y propagación de estos agentes físico.

- Se debe actuar en la medida de lo posible sobre aquellos equipos de trabajo generadores de ruido, vibraciones o radiaciones con el objeto de limitar sus efectos sobre las personas expuestas o como en el caso del ruido, evitar posibles interferencias con la comunicación oral.
- Para el caso de ruido y vibraciones a continuación se transcribe lo dispuesto por el DE 2393 en su Art 55:

Art. 55.- RUIDOS Y VIBRACIONES.

1. La prevención de riesgos por ruidos y vibraciones se efectuará aplicando la metodología expresada en el apartado 4 del artículo 53.
2. El anclaje de máquinas y aparatos que produzcan ruidos o vibraciones se efectuará con las técnicas que permitan lograr su óptimo equilibrio estático y dinámico, aislamiento de la estructura o empleo de soportes antivibratorios.
3. Las máquinas que produzcan ruidos o vibraciones se ubicarán en recintos aislados si el proceso de fabricación lo permite, y serán objeto de un programa de mantenimiento adecuado que aminore en lo posible la emisión de tales contaminantes físicos.
4. Se prohíbe instalar máquinas o aparatos que produzcan ruidos o vibraciones, adosados a paredes o columnas. Excluyéndose los dispositivos de alarma o señales acústicas.
5. Los conductos con circulación forzada de gases, líquidos o sólidos en suspensión, especialmente cuando estén conectados directamente

a máquinas que tengan partes en movimiento, siempre y cuando contribuyan notablemente al incremento de ruido y vibraciones, estarán provistos de dispositivos que impidan la transmisión de las vibraciones que generan aquellas mediante materiales absorbentes en sus anclajes y en las partes de su recorrido que atraviesen muros o tabiques.

6. Se fija como límite máximo de presión sonora el de 85 decibeles escala A del sonómetro, medidos (sic) en el lugar en donde el trabajador mantiene habitualmente la cabeza, para el caso de ruido continuo con 8 horas de trabajo. No obstante, los puestos de trabajo que demanden fundamentalmente actividad intelectual, o tarea de regulación o de vigilancia, concentración o cálculo, no excederán de 70 decibeles de ruido.

7. Para el caso de ruido continuo, los niveles sonoros, medidos en decibeles con el filtro "A" en posición lenta, que se permitirán, estarán relacionados con el tiempo de exposición según la siguiente tabla:

Nivel Sonoro /dB (A - lento)	Tiempo de exposición por jornada/hora
85	8
90	4
95	2
100	1
110	0 25
115	0 125

Los distintos niveles sonoros y sus correspondientes tiempos de exposición permitidos señalados, corresponden a exposiciones continuas equivalentes en que la dosis de ruido diaria (D) es igual a 1.

En el caso de exposición intermitente a ruido continuo, debe considerarse el efecto combinado de aquellos niveles sonoros que son iguales o que excedan de 85 dB (A). Para tal efecto la Dosis de Ruido Diaria (D) se calcula de acuerdo a la siguiente fórmula y no debe ser mayor de 1:

$$D = \frac{C_1}{T_1} + \frac{C_2}{T_2} + \dots + \frac{C_n}{T_n}$$

C = Tiempo total de exposición a un nivel sonoro específico.

T = Tiempo total permitido a ese nivel.

En ningún caso se permitirá sobrepasar el nivel de 115 dB (A) cualquiera que sea el tipo de trabajo.

RUIDO DE IMPACTO.- Se considera ruido de impacto a aquél cuya frecuencia de impulso no sobrepasa de un impacto por segundo y aquél cuya frecuencia sea superior, se considera continuo.

Los niveles de presión sonora máxima de exposición por jornada de trabajo de 8 horas dependerá del número total de impactos en dicho período de acuerdo con la siguiente tabla:

Número de Impulsos o impactos por jornada de 8 horas	Nivel de presión sonora máxima (dB)
100	140

500	135
1000	130
5000	125
10000	120

8. Las máquinas - Herramientas que originen vibraciones tales como martillos neumáticos, apisonadoras, remachadoras, compactadoras y vibradoras o similares, deberán estar provistas de dispositivos amortiguadores y al personal que los utilice se les proveerá de equipo de protección antivibratorio.

Los trabajadores sometidos a tales condiciones deben ser anualmente objeto de estudio y control audiométrico.

9. Los equipos pesados como tractores, traillas, excavadoras o análogas que produzcan vibraciones, estarán provistas de asientos con amortiguadores, y suficiente apoyo para la espalda.

Nota: Artículo reformado por Decreto Ejecutivo No. 4217, publicado en Registro Oficial 997 de 10 de Agosto de 1988.

18. Los equipos de trabajo para el almacenamiento, trasiego o tratamiento de líquidos corrosivos o a alta temperatura deberán disponer de las protecciones adecuadas para evitar el contacto accidental de los trabajadores con los mismos.

19. Las herramientas manuales deberán estar construidas con materiales resistentes y la unión entre sus elementos deberá ser firme, de manera que se eviten las roturas o proyecciones de los mismos. Sus mangos o empuñaduras deberán ser de dimensiones adecuadas, sin bordes agudos ni superficies resbaladizas, y aislantes en caso necesario

3. METODOLOGIA

Utilizando todos los criterios anteriormente descritos se ha creado una lista de chequeo, se utilizará la metodología de la NTP 330 Sistema simplificado de evaluación de riesgos de accidente para evaluar los primeros 16 puntos, con respecto a los tres últimos ítems correspondientes a riesgos físicos relacionados al puesto de trabajo, se utilizarán métodos específicos de evaluación de riesgos que a continuación se describen:

Ruido: Se mide el nivel de presión sonora y se evalúa mediante los criterios del DE 2393

Iluminación: Se mide el nivel de iluminación y se evalúa mediante los criterios del DE 2393

Estrés térmico:

Para calor se utilizará el método WBGT

Para frío extremo se utilizará el método Estrés por frío: Evaluación de las exposiciones laborales NTP 462

METODOS DE EVALUACION DE RIESGOS

NTP 330: Sistema simplificado de evaluación de riesgos de accidente

Conceptos clave

La probabilidad de que determinados factores de riesgo se materialicen en daños, y la magnitud de las consecuencias.

Probabilidad

La probabilidad de un accidente está determinada en función de las probabilidades del suceso inicial que lo genera y de los siguientes sucesos desencadenantes. En tal sentido, la probabilidad del accidente será más compleja de determinar cuanto más larga sea la cadena causal, ya que habrá que conocer todos los sucesos que intervienen, así como las probabilidades de los mismos, para efectuar el correspondiente producto. Los métodos complejos de análisis nos ayudan a llevar a cabo esta tarea.

Tengamos en cuenta que cuando hablamos de accidentes laborales, en el concepto probabilidad está integrado el término exposición de las personas al riesgo.

Consecuencia

La materialización de un riesgo puede generar consecuencias diferentes (C_i), cada una de ellas con su correspondiente probabilidad (P_i). Así por ejemplo, ante una caída al mismo nivel al circular por un pasillo resbaladizo, las consecuencias normalmente esperables son leves (magulladuras, contusiones, etc.), pero, con una probabilidad menor, también podrían ser graves o incluso mortales.

A mayor gravedad de las consecuencias previsibles, mayor deberá ser el rigor en la determinación de la probabilidad, teniendo en cuenta que las consecuencias del accidente han de ser contempladas tanto desde el aspecto de daños materiales como de lesiones físicas, analizando ambos por separado.

Ante un posible accidente es necesario plantearnos cuáles son las consecuencias previsibles, las normalmente esperables o las que pueden acontecer con una probabilidad remota. En la valoración de los riesgos convencionales se consideran las consecuencias normalmente esperables pero, en cambio, en instalaciones muy peligrosas por la gravedad de las consecuencias (nucleares, químicas, etc.), es imprescindible considerar las consecuencias más críticas aunque su probabilidad sea baja, y por ello es necesario ser, en tales circunstancias, más rigurosos en el análisis probabilístico de seguridad.

El método nos permite cuantificar la magnitud de los riesgos y jerarquizar su prioridad de corrección.

Para ello se parte de la detección de las deficiencias existentes en los lugares de trabajo para, a continuación, estimar la probabilidad de que ocurra un accidente y, teniendo en cuenta la magnitud esperada de las consecuencias, evaluar el riesgo asociado a cada una de dichas deficiencias.

La información que nos aporta este método es orientativa. Cabría contrastar el nivel de probabilidad de accidente que aporta el método a partir de la deficiencia detectada, con el nivel de probabilidad estimable a partir de otras fuentes más precisas, como por ejemplo datos estadísticos de accidentabilidad o de fiabilidad de componentes. Las consecuencias normalmente esperables habrán de ser preestablecidas por el ejecutor del análisis.

Dado el objetivo de simplicidad que perseguimos, en esta metodología no emplearemos los valores reales absolutos de riesgo, probabilidad y consecuencias, sino sus "niveles" en una escala de cuatro posibilidades. Así, hablaremos de "nivel de riesgo", "nivel de probabilidad" y "nivel de consecuencias". Existe un compromiso entre el número de niveles elegidos, el grado de especificación y la utilidad del método. Si optamos por pocos niveles no podremos llegar a discernir entre diferentes situaciones. Por otro lado, una clasificación amplia de niveles hace difícil ubicar una situación en uno u otro nivel, sobre todo cuando los criterios de clasificación están basados en aspectos cualitativos.

En esta metodología consideraremos, según lo ya expuesto, que el nivel de probabilidad es función del nivel de deficiencia y de la frecuencia o nivel de exposición a la misma.

El nivel de riesgo (NR) será por su parte función del nivel de probabilidad (NP) y del nivel de consecuencias (NC) y puede expresarse como:

$$NR = NP \times NC$$

Nivel de deficiencia

Llamaremos nivel de deficiencia (ND) a la magnitud de la vinculación esperable entre el conjunto de factores de riesgo considerados y su relación causal directa con el posible accidente. Los valores numéricos empleados en esta metodología y el significado de los mismos se indica en el cuadro

ND	Nivel de deficiencia
10	Muy deficiente
6	Deficiente
2	Mejorable
-	Aceptable

Nivel de exposición

El nivel de exposición (NE) es una medida de la frecuencia con la que se da exposición al riesgo. Para un riesgo concreto, el nivel de exposición se puede estimar en función de los tiempos de permanencia en áreas de trabajo, operaciones con máquina, etc.

Los valores numéricos, como puede observarse en el cuadro 4, son ligeramente inferiores al valor que alcanzan los niveles de deficiencias, ya que, por ejemplo, si la situación de riesgo está controlada, una exposición alta no debiera ocasionar, en principio, el mismo nivel de riesgo que una deficiencia alta con exposición baja.

ND	Nivel de Exposición	Significado
4	Continuada	Varias veces en su jornada laboral
3	Frecuente	Varias veces en su jornada laboral, en tiempos c ortos
2	Ocasional	Alguna vez en su jornada laboral
1	Esporadica	Irregularmente

Nivel de probabilidad

En función del nivel de deficiencia de las medidas preventivas y del nivel de exposición al riesgo, se determinará el nivel de probabilidad (NP), el cual se puede expresar como el producto de ambos términos:

$$NP = ND \times NE$$

A continuación se muestran los cuatro niveles de probabilidad establecidos

NP	Nivel de probabilidad	Significado
Entre 2 y 4	Baja	Situación mejorable con exposición ocasional o esporádica. No es esperable que se materialice el riesgo aunque puede suceder
Entre 8 y 6	Media	Situación deficiente con exposición esporádica, o bien situación mejorable con exposición continuada o frecuente, es posible que se materialice el riesgo alguna vez
Entre 10 y 20	Alta	Situación deficiente con exposición frecuente u ocasional, o situación muy deficiente con exposición ocasional o esporádica. Es posible que se materialice el riesgo varias veces en el ciclo laboral
Entre 24 y 40	Muy alta	Situación deficiente con exposición continuada o muy deficiente con exposición frecuente, el riesgo se materializa con frecuencia

Nivel de consecuencias

Se han considerado igualmente cuatro niveles para la clasificación de las consecuencias (NC). Se ha establecido un doble significado; por un lado, se han categorizado los daños físicos y, por otro, los daños materiales.

Ambos significados deben ser considerados independientemente, teniendo más peso los daños a personas que los daños materiales. Cuando las lesiones no son importantes la consideración de los daños materiales debe ayudarnos a establecer prioridades con un mismo nivel de consecuencias establecido para personas.

La escala numérica de consecuencias es muy superior a la de probabilidad. Ello es debido a que el factor consecuencias debe tener siempre un mayor peso en la valoración

NC	Nivel de consecuencias	Daños personales
10	Leve	Pequeñas lesiones que no requieren hospitalización
25	Grave	Lesiones con incapacidad laboral transitoria
60	Muy grave	Lesiones graves que pueden ser irreparables
100	Mortal	1 muerto o mas

Nivel de riesgo y nivel de intervención

El siguiente cuadro permite determinar el nivel de riesgo y, mediante agrupación de los diferentes valores obtenidos, establecer priorización en la intervención mediante el establecimiento de cuatro niveles.

Priorización:

Valores menores de 40: NR **Bajo**; NI: No hacer nada

Valores entre 40 y 120: NR: **Moderado**; NI: Mejorar si es posible

Valores entre 120 y 500 NR: **Alto**; NI: Corregir y adoptar medidas de control

Valores mayores de 500 NR: **Intolerable**; NI: Intervención urgente

		Nivel de probabilidad			
		24 y 40	10 y 20	6 y 8	2 y 4
nivel de consecuencias	100	2400 - 4000	1200 - 2000	600 - 800	200 - 400
	60	1440 - 2400	600 - 1200	360 - 480	240 - 120
	25	100 - 600	250 - 500	150 - 200	50 - 100
	10	240 - 400	200 - 100	60 - 80	40 - 20

Evaluación de Ruido

Definiciones

- Ruido: se lo puede definir como un sonido no deseado el ruido la música y la conversación son las tres manifestaciones básicas del sonido.
- Decibelio: se define como una unidad dimensional relacionada con el logaritmo de una cantidad media y de otra de referencia.
- Ruido continuo o estacionario aquel en el que el nivel de presión acústica se mantiene constante en el tiempo y si posee máximos estos se producen en intervalos menores de un segundo. Los ruidos continuos pueden ser estables y variables.
- Ruido estable: cuando su nivel de presión acústica ponderado A en un punto se mantiene prácticamente constante en el tiempo, la diferencia de valores máximo y mínima es inferior a 5 dB (A)
- Ruido variable: cuando el nivel de presión acústica oscila a más de 5 dB(A) a lo largo del tiempo.

Metodología.

Se mide el nivel de presión sonora y se coloca en el cuadro Dba del formato, luego se coloca el tiempo de exposición por jornada y automáticamente estos datos se comparan con los niveles máximos permitidos establecido en el DE 2393.

Se procede de igual manera para el ruido de impacto, si es que aplica

Evaluación de Iluminación

Definiciones.

- **Iluminación:** es la relación entre el flujo luminoso que recibe la superficie y su extensión o densidad de flujo por unidad de superficie.
- **Flujo luminoso:** se define como la velocidad de emisión de luz o como la energía radiante que afecta a la sensibilidad del ojo en la unidad de tiempo su unidad de medida es el lumen.
- **Intensidad luminosa:** se define la intensidad luminosa de una fuente de luz en una dirección determinada como la relación entre el flujo luminoso contenido en un ángulo sólido su unidad es la candela.
- **Cantidad de luz:** expresa la potencia luminosa o flujo luminoso emitido en unidad de tiempo.
- **Luminancia:** se define como luminancia de una superficie en una dirección determinada, la relación existente entre la intensidad luminosa en dicha dirección y la superficie aparente.
- **Iluminación natural:** es la suministrada por la luz diurna y presenta ventajas sobre la luz artificial como permitir definir perfectamente los colores, es la más económica, es la que produce menos fatiga visual.
- **Iluminación artificial:** es la suministrada por fuentes luminosas artificiales como lámparas de incandescencias o fluorescentes.
- **Deslumbramiento:** perturbación producida por contraste lumino técnicas excesivas por causa de visión directa de la fuente, visión indirecta de la fuente como reflejo sobre una superficie.

Metodología

Se mide el nivel de iluminación con el luxómetro y se coloca en el cuadro luxes del formato, luego se coloca el tipo de actividad que se realiza y automáticamente estos datos se comparan con los niveles mínimos permitidos establecidos en el DE 2393.

NTP 322: Valoración del riesgo de estrés térmico: índice WBGT

Definiciones.

Temperatura de globo (TG): Es la temperatura indicada por un sensor colocado en el centro de una esfera de las siguientes características:

- 150 mm de diámetro.
- Coeficiente de emisión medio: 90 (negro y mate).
- Grosor: tan delgado como sea posible.
- Escala de medición: 20 °C-120 °C.
- Precisión: $\pm 0,5$ °C de 20 °C a 50 °C y ± 1 °C de 50 °C a 120 °C.

Temperatura húmeda natural (THN): Es el valor indicado por un sensor de temperatura recubierto de un tejido humedecido que es ventilado de forma natural, es decir, sin ventilación forzada. El sensor debe tener las siguientes características:

- Forma cilíndrica.
- Diámetro externo de 6mm ± 1 mm.
- Longitud 30mm ± 5 mm.
- Rango de medida 5 °C 40 °C.
- Precisión $\pm 0,5$ °C.
- La parte sensible del sensor debe estar recubierta de un tejido (p.e. algodón) de alto poder absorbente de agua.

- El soporte del sensor debe tener un diámetro de 6mm, y parte de él (20 mm) debe estar cubierto por el tejido, para reducir el calor transmitido por conducción desde el soporte al sensor.
- El tejido debe formar una manga que ajuste sobre el sensor. No debe estar demasiado apretado ni demasiado holgado.
- El tejido debe mantenerse limpio.
- La parte inferior del tejido debe estar inmersa en agua destilada y la parte no sumergida del tejido, tendrá una longitud entre 20 mm y 30 mm.
- El recipiente del agua destilada estará protegido de la radiación térmica.

Temperatura seca del aire (TA): Es la temperatura del aire medida, por ejemplo, con un termómetro convencional de mercurio u otro método adecuado y fiable.

- El sensor debe estar protegido de la radiación térmica, sin que esto impida la circulación natural de aire a su alrededor.
- Debe tener una escala de medida entre 20 °C y 60 °C ($\pm 1^\circ\text{C}$).

Consumo metabólico (M)

La cantidad de calor producido por el organismo por unidad de tiempo es una variable que es necesario conocer para la valoración del estrés térmico. Para estimarla se puede utilizar el dato del consumo metabólico, que es la energía total generada por el organismo por unidad de tiempo (potencia), como consecuencia de la tarea que desarrolla el individuo, despreciando en este caso la potencia útil (puesto que el rendimiento es muy bajo) y considerando que toda la energía consumida se transforma en calorífica.

El término M puede medirse a través del consumo de oxígeno del individuo, o estimarlo mediante tablas (5). Esta última forma, es la más utilizada, pese a su imprecisión, por la complejidad instrumental que comporta la medida del oxígeno consumido.

Existen varios tipos de tablas que ofrecen información sobre el consumo de energía durante el trabajo. Unas relacionan, de forma sencilla y directa, el tipo de trabajo con el término M estableciendo trabajos concretos (escribir a máquina, descargar camiones etc.) y dando un valor de M a cada uno de ellos. Otras, como la que se presenta en la tabla 2, determina un valor de M según la posición y movimiento del cuerpo, el tipo de trabajo y el metabolismo basal . Este último se considera de 1 Kcal / min como media para la población laboral, y debe añadirse siempre. A continuación se presenta una tabla para el calculo de M

A. Posición y movimiento del cuerpo			
			Kcal/min
Sentado			0,3
De pie			0,6
Andando			2,0 - 3,0
Subida de una pendiente andando			añadir 0,8 por m de subida
B. Tipo de trabajo			
		Media Kcal/min	Rango Kcal/min
Trabajo manual	Ligero	0,4	0,2 - 1,2
	Pesado	0,9	
Trabajo con un brazo	Ligero	1,0	0,7 - 2,5
	Pesado	1,7	
Trabajo con dos brazos	Ligero	1,5	1,0 - 3,5
	Pesado	2,5	
Trabajo con el cuerpo	Ligero	3,5	2,5 - 15,0
	Moderado	5,0	
	Pesado	7,0	
	Muy pesado	9,0	

Introducción

El índice WBGT , se utiliza, por su sencillez, para discriminar rápidamente si es o no admisible la situación de riesgo de estrés térmico, aunque su cálculo permite a menudo tomar decisiones, en cuanto a las posibles medidas preventivas que hay que aplicar.

El índice WBGT se calcula a partir de la combinación de dos parámetros ambientales: la temperatura de globo TG y la temperatura húmeda natural THN. A veces se emplea también la temperatura seca del aire, TA.

Mediante las siguientes ecuaciones se obtiene el índice WBGT:

$$\text{WBGT} = 0.7 \text{ THN} + 0.3 \text{ TG}$$

(en el interior de edificaciones o en el exterior, sin radiación solar)

$$\text{WBGT} = 0.7 \text{ THN} + 0.2 \text{ TG} + 0.1 \text{ TA}$$

(en exteriores con radiación solar)

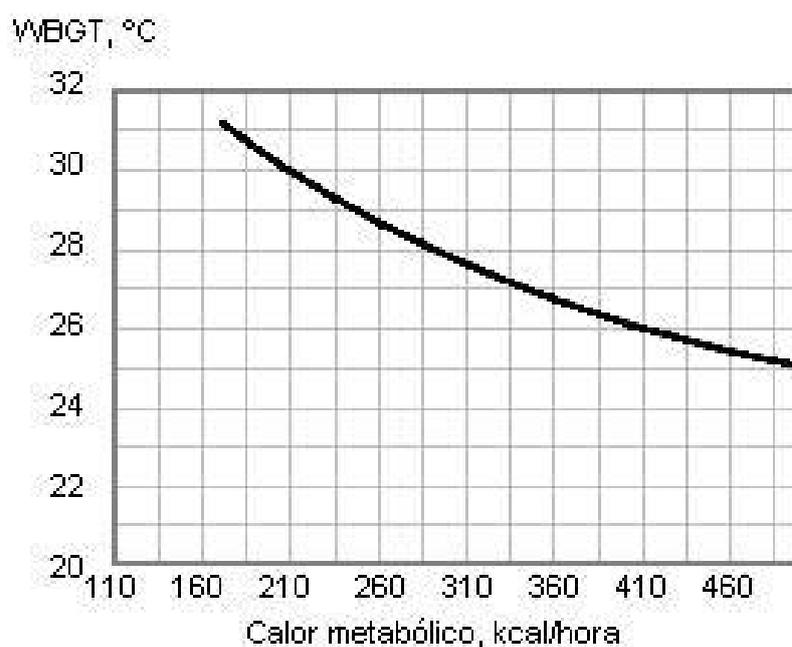
Cuando la temperatura no es constante en los alrededores del puesto de trabajo, de forma que puede haber diferencias notables entre mediciones efectuadas a diferentes alturas, debe hallarse el índice WBGT realizando tres mediciones, a nivel de tobillos, abdomen y cabeza, utilizando la siguiente expresión:

$$\text{WBGT} = (\text{WBGT cabeza} + 2\text{WBGT abdomen} + \text{WBGT tobillos}) / 4$$

Las mediciones deben realizarse a 0.1 m, 1.1 m, y 1.7 m del suelo si la posición en el puesto de trabajo es de pie, y a 0.1 m, 0.6 m, y 1.1 m, si es sentado. Si el ambiente es homogéneo, basta con una medición a la altura del abdomen.

Este índice así hallado, expresa las características del ambiente y no debe sobrepasar un cierto valor límite que depende del calor metabólico que el individuo genera durante el trabajo (M).

Mediante lectura en la curva correspondiente, el máximo que puede alcanzar el índice WBGT según el valor que adopta el término M.



Metodología.

Se escoge mediante listas desplegables el tipo de actividad y porcentaje de tiempo de dicha actividad en la jornada para el cálculo de M.

Se mide el índice WBGT y se coloca en el casillero correspondiente, dependiendo si el trabajo es en interiores o exteriores.

En el grafico se compara si el índice WBGT está por encima (riesgo no tolerable) o por debajo (sin riesgo) de la curva y en función de esto se coloca si la situación es con riesgo o sin riesgo para el trabajador

NTP 462: Estrés por frío: evaluación de las exposiciones laborales

El cuerpo humano genera energía a través de numerosas reacciones bioquímicas cuya base son los compuestos que forman los alimentos y el oxígeno del aire inhalado. La energía que se crea se emplea en mantener las funciones vitales, realizar esfuerzos, movimientos, etc. Gran parte de esta energía desprendida es calorífica. El calor generado mantiene la temperatura del organismo constante siempre que se cumpla la ecuación del balance térmico

Cuando la potencia generada no puede disiparse en la cantidad necesaria, porque el ambiente es caluroso, la temperatura del cuerpo aumenta y se habla de riesgo de estrés térmico. Si por el contrario el flujo de calor cedido al ambiente es excesivo, la temperatura del cuerpo desciende y se dice que existe riesgo de estrés por frío. Se generan entonces una serie de mecanismos destinados a aumentar la generación interna de calor y disminuir su pérdida, entre ellos destacan el aumento involuntario de la actividad metabólica (tiritera) y la vasoconstricción. La tiritera implica la activación de los músculos con la correspondiente generación de energía acompañada de calor.

La vasoconstricción trata de disminuir el flujo de sangre a la superficie del cuerpo y dificultar así la disipación de calor al ambiente. Paradójicamente y debido a la vasoconstricción, los miembros mas alejados del núcleo central del organismo ven disminuido el flujo de sangre y por lo tanto del calor que ésta transporta, por lo que su temperatura desciende y existe riesgo de congelación en manos, pies, etc.

Estos dos efectos principales del frío, descenso de la temperatura interna (hipotermia) y congelación de los miembros originan la subdivisión de las situaciones de estrés por frío en *enfriamiento general del cuerpo* y *enfriamiento local* de ciertas partes del cuerpo (extremidades, cara, etc.)

Según la American Conference of Governmental industrial Hygienists (ACGIH), los efectos sufridos por el organismo cuando desciende su temperatura interna (enfriamiento general del cuerpo) son los que se muestran en la siguiente tabla:

Temperatura interna (°C)	Síntomas clínicos
37,6	Temperatura rectal normal
37	Temperatura oral normal
36	La relación metabólica aumenta en un intento de compensar la pérdida de calor
35	Tiritones de intensidad máxima
34	La víctima se encuentra consciente y responde. Tiene la presión arterial normal
33	Fuerte hipotermia por debajo de esta temperatura
32 31	Consciencia disminuida. La tensión arterial se hace difícil de determinar. Las pupilas están dilatadas aunque reaccionan a la luz. Cesa el tiriteo
30 29	Pérdida progresiva de la consciencia. Aumenta la rigidez muscular. Resulta difícil determinar el pulso y la presión arterial. Disminuye la frecuencia respiratoria
28	Posible fibrilación ventricular

27	Cesa el movimiento voluntario. Las pupilas no reaccionan a la luz. Ausencia de reflejos tendinosos
26	Consciencia durante pocos momentos
25	Puede producirse fibrilación ventricular espontánea
24	Edema pulmonar
22 21	Riesgo máximo de fibrilación ventricular
20	Parada cardiaca
18	Hipotermia accidental mas baja para recuperar a la víctima
17	Electroencefalograma isoeléctrico
9	Hipotermia más baja simulada por enfriamiento para recuperar al paciente

Evaluación del riesgo por enfriamiento general del cuerpo Intercambio de calor entre el organismo y el ambiente

Para la evaluación del riesgo por enfriamiento general se propone el cálculo del índice IREQ (aislamiento requerido del atuendo). El IREQ es el aislamiento del vestido necesario para que se cumpla la ecuación del balance térmico, cuya expresión es la siguiente:

$$M - W = E_{res} + C_{res} + E + K + R + C + S \quad (1)$$

Donde M es la actividad metabólica del trabajo, W es la potencia mecánica (la mayoría de las veces cuantitativamente despreciable), C_{res} y E_{res} son los términos de calor sensible y latente respectivamente debido a la diferencia de temperatura y humedad del aire inspirado y exhalado, E es el calor cedido por evaporación del sudor, K es el calor intercambiado entre el cuerpo y superficies en contacto con él (también es despreciable su valor frente a los otros términos y se considera asumida su influencia en el balance a través de los términos C y R , que son los términos de intercambio de calor por convección y radiación respectivamente, mientras que S es el calor acumulado por el organismo, cuyo valor permite conocer tiempos máximo de permanencia en un ambiente determinado.

El valor de cada uno de los términos mencionados (todos ellos se expresan como potencia por unidad de superficie corporal, wattios/m^2) viene determinado por las siguientes ecuaciones:

$$C_{res} = 0,0014 M (t_{ex}-t_a) \quad (2)$$

$$E_{res} = 0,0173 M (p_{ex}-p_a) \quad (3)$$

$$E = w (p_{sks}-p_a)/R_t \quad (4)$$

$$C = f_{cl} h_c (t_{cl}-t_a) \quad (5)$$

$$R = f_{cl} h_r (t_{cl}-t_r) \quad (6)$$

donde:

- t_{ex} es la temperatura del aire exhalado, $t_{ex} = 29 + 0,2t_a$

- t_a es la temperatura seca del aire
- p_{ex} es la presión parcial del vapor de agua en el aire exhalado, que se calcula sabiendo que

$$p_{ex} = 0,1333 e^{[18,6686-4030,183/(t_{ex} +235)]}$$

- p_a es la presión parcial del vapor de agua en el aire ambiente y se calcula mediante la expresión:

$$p_a = (HR/100) 0,1333 e^{[18,6686-4030,183/(t_a +235)]}$$

siendo HR la humedad relativa en %.

- w es la fracción de piel húmeda que participa en la evaporación del sudor. Su valor se encuentra entre 0,06 (no hay prácticamente evaporación) y 1 (piel totalmente mojada)
- p_{sks} es la presión de saturación del vapor de agua a la temperatura de la piel y puede calcularse a partir de la expresión:

$$p_{sks} = 0,1333 e^{[18,6686-4030,183/(t_{sk} +235)]}$$

siendo t_{sk} la temperatura de la piel.

- R_t es la resistencia evaporativa del vestido y se obtiene de la expresión $R_t = 0,16 [f_{cl} / (h_c + h_r) + I_{clr}]$
- f_{cl} es un factor de superficie del vestido tal que $f_{cl} = 1 + 1,97 I_{clr}$
- h_c es el coeficiente de convección,

$$h_c = 3,5 + 5,2 v_{ar} \quad \text{si } v_{ar} \leq 1 \text{ m/s}$$

$$h_c = 8,7 v_{ar} + 0,6 \quad \text{si } v_{ar} > 1 \text{ m/s}$$

- v_{ar} es la velocidad relativa del aire, su valor se calcula a partir de

$$v_{ar} = v_a + 0,0052 (M-58)$$

siendo v_a la velocidad medida del aire.

- h_r es el coeficiente de transferencia de calor por radiación, que se calcula según la expresión

$$h_r = s e_{sk} A_r / A_{DU} [(t_{cl} + 273)^4 - (t_r + 273)^4] / (t_{cl} - t_r),$$

donde s es la constante de Stefan Boltzman ($5,67 \cdot 10^{-8} \text{ w/m}^2 \text{ K}^4$) y e_{sk} es la emisividad del atuendo (0,95). Si la temperatura radiante media (t_r) es muy alta, e_{sk} varía claramente con el color de la ropa y debe ajustarse su valor.

- A_r / A_{DU} es la fracción de superficie corporal participante en los intercambios de calor por radiación y depende de la postura del cuerpo. Puede tomarse el valor 0,77 para la mayoría de situaciones.
- I_{clr} es la resistencia térmica del vestido considerando las condiciones reales de utilización. Se obtiene a partir de la resistencia térmica del vestido (I_{cl}) extraída de las tablas correspondientes (ver Norma ISO 9920) y teniendo en cuenta la actividad metabólica M de la siguiente forma:

$$I_{clr} = 0,9 I_{cl} \quad \text{si } M \leq 100 \text{ w/m}^2$$

$$I_{clr} = 0,8 I_{cl} \quad \text{si } M > 100 \text{ w/m}^2$$

Cálculo del tiempo máximo de exposición y tiempo de recuperación

Tiempo máximo admisible

Un individuo trabajando en un ambiente frío cuya resistencia térmica del vestido (I_{clr}) sea menor que el $IREQ_{min}$ está expuesto a riesgo de estrés por frío con posibles efectos adversos para su salud al cabo de un tiempo determinado. En este caso la pérdida neta de calor del cuerpo es $S < 0$, por lo que al cabo de un tiempo T la energía calorífica neta perdida (Q) será $Q = S \times T$. Se admite un valor máximo de pérdida de energía calorífica neta, $Q_{lim} = -40 \text{ wh/m}^2$, para individuos físicamente sanos (ver tabla 2). Al principio de la exposición, y por un tiempo limitado (20-30 minutos), hay una pérdida neta de calor en los tejidos, mayoritariamente causada por enfriamiento de la piel y reducción de la circulación periférica, que corresponde a una pérdida de calor de aproximadamente 40 Wh/m^2 . Se equilibra entonces la temperatura del cuerpo y el almacenamiento de calor es nulo.

Para calcular el tiempo máximo de permanencia o exposición a un ambiente frío (para evitar el riesgo de enfriamiento general) debe conocerse el valor de S a partir de las expresiones:

$$R + C = M - W - E_{res} - C_{res} - E - S \dots (10)$$

y

$$I_{clr} = (t_{sk} - t_{cl}) / (M - W - E_{res} - C_{res} - E - S) \quad (11)$$

derivadas de (8) y (9) cuando $S = 0$. La resolución debe realizarse como en el cálculo del IREQ, por iteración.

Una vez conocido el valor S , se obtiene el tiempo máximo de permanencia en el ambiente frío a través de la expresión:

$$T_{max} = Q_{lim} / S \quad (12)$$

Tiempo de recuperación

Desde el punto de vista preventivo es útil conocer el tiempo de recuperación necesario para que un individuo expuesto a ambientes fríos, en los que $S < 0$, recupere la energía calorífica que ha perdido. Es de suponer que el periodo de recuperación se llevará a cabo bajo condiciones diferentes a las de trabajo, es decir que las variables termohigrométricas, la actividad metabólica, y el aislamiento térmico del vestido, tendrán nuevos valores. Para que el organismo recupere energía calorífica, el término S' debe ser positivo y se obtiene de las ecuaciones (10) y (11) como en el caso del cálculo de T_{max} , sustituyendo los valores de las variables correspondientes al trabajo por las de recuperación. A continuación se emplea la expresión:

$$T_{rec} = Q_{lim} / S' \quad (13)$$

donde $Q_{lim} = 40 \text{ wh/m}^2$

Los cálculos del tiempo máximo de exposición y de recuperación se pueden estimar tanto para prevenir el riesgo de enfriamiento general del cuerpo como para evitar el inconfort. En el primer caso se empleará un valor de $t_{sk} = 30^{\circ}\text{C}$ y $w = 0,06$ y en el segundo, $t_{sk} = 35,7 - 0,0285 M$ y $w = 0,001 M$, tal como se estableció para el cálculo del IREQ_{min} y del $\text{IREQ}_{\text{neutro}}$ (ver tabla 2).

El cálculo exacto del IREQ, tiempo máximo admisible y tiempo de recuperación precisa la utilización de un programa informático o calculadora programable. En las tabla 8 se dan los valores del IREQ en función de la velocidad y la temperatura del aire y del nivel de actividad; en las tablas 9 a 13 se da una selección de los valores calculados de T max para distintos valores del aislamiento del vestido, de la temperatura del aire y del nivel de actividad.

Metodología

Se miden velocidad del viento y temperatura, se calcula M de acuerdo a la tabla de actividades usada en el método WBGT, se realiza la conversión a W / m^2 , se calcula el valor de resistencia térmica del vestido, usando la tabla Valores de resistencia térmica específica del atuendo. Se colocan los valores en la matriz y obtenemos el valor de horas ideal a trabajar en la jornada con su régimen de trabajo descanso (min / hora). Colocamos el tiempo real de exposición y obtenemos el resultado de si la situación es de riesgo.

Se adjuntan las tablas de índice de aislamiento requerido y t máximo de permanencia del método. Ver ANEXO B

4. RESULTADOS

Matriz para la identificación y evaluación de riesgos asociados al uso de máquinas

					N DEFICIENCIA	N EXPOSICION	N DE PROBABILI	N CONSECUENCI	N DE RIESGO	N DE INTERVENC
1	ORGANOS DE ACCIONAMIENTO	SI	NO	N/A	24					
1,1	Los órganos de accionamiento están claramente identificados mediante colores y pictogramas normalizados				0					
1,2	Los órganos de accionamiento son fácilmente accesibles para el operador		X		2					
	Los órganos de accionamiento están situados fuera de la zona de peligro		X		10	2	48	10	480	CORREGIR Y ADOPTAR MEDIDAS DE CONTROL
1,3	Los órganos de accionamiento están dispuestos y protegidos de manera que se impida un accionamiento involuntario		X		6					
	Si la máquina dispone de varios órganos de accionamiento para su puesta en marcha, dispone de selectores u otros dispositivos de validación para evitar la puesta en marcha intempestiva		X		6					
1,5	Los sistemas de mando cumplen las funciones de seguridad requeridas, y tienen resistencia a fallos (ej: fallo en alimentación de energía, y en cualquiera de los elementos integrantes del sistema de mando)				0					
2	PUESTA EN MARCHA				12					
2,1	Solamente se podrá efectuar mediante una acción voluntaria sobre un órgano de accionamiento previsto para tal efecto				0					
2,2	Imposibilidad de puesta en marcha en forma involuntaria				0					
1,4	Para equipos de trabajo de grandes dimensiones, se cuenta con dispositivos de enclavamiento o dispositivos detectores de presencia que impidan la puesta en marcha de la máquina con operadores en zonas peligrosas.		X		6					
	Si desde el punto de mando principal, el operador no controla todas las zonas peligrosas, existe una alarma acústica previa la puesta en marcha de la máquina que permita a la persona expuesta disponer de tiempo para abandonar la zona peligrosa o de medios para oponerse a la puesta en marcha efectiva de la máquina		X		6	3	36	25	900	INTERVENCION URGENTE
	La interrupción o el restablecimiento tras una interrupción de la alimentación de energía de la máquina, no provoca situación alguna de peligro (por ejemplo, puesta en marcha intempestiva, ineficacia de los dispositivos de protección, etc)				0					
3	PARADA				6					
3,1	Dispone de un órgano de accionamiento que permite su parada total en condiciones de seguridad				0					
3,2	La orden de parada debe tener prioridad sobre las órdenes de puesta en marcha.		X		6	2	12	25	300	CORREGIR Y ADOPTAR MEDIDAS DE CONTROL
3,3	Dispone de parada de emergencia?				0					
4	DISPOSITIVOS DE PROTECCION				2					
2,5	Esta provisto de dispositivos de proteccion contra caída de objetos?				0	2	4	60	240	CORREGIR Y ADOPTAR MEDIDAS DE CONTROL
2,6	Esta provisto de dispositivos de proteccion contra proyeccion de partículas?		X		2					
5	DISPOSITIVOS DE CAPTACION O EXTRACCION				10					
5,1	Si hay emanación de gases/ vapores, existe un dispositivo de captación adecuado cerca de la fuente emisora?		X		10	2	20	60	1200	INTERVENCION URGENTE
5,2	Si hay emanación de líquidos, existe un dispositivo de captación cerca de la fuente?				0					
6	ESTABILIDAD									
6,1	Si existe peligro de vuelco o desplazamiento de la máquina, ésta está correctamente anclada??				0	3	0	60	0	NO INTERVENIR

7	ESTALLIDO O ROTURA DE ELEMENTOS				10															
7,1	El operador de la máquina conoce y respeta las condiciones de utilización especificadas por el fabricante?		x		10															
7,2	Se cuenta con un adecuado plan de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo?				0				1	10	10	100								MEJORAR SI ES POSIBLE
8	PARTES MOVILES				14															
8,1	Los elementos móviles de transmisión son intrínsecamente seguros (inaccesibles por diseño, fabricación y/o ubicación)				0															
8,2	Existen resguardos fijos que impiden el acceso a órganos móviles a los que se debe acceder ocasionalmente				0															
8,3	Los resguardos fijos están sólidamente sujetos en su lugar		x		6															
8,4	Los resguardos son de fabricación sólida y resistente?				0															
8,5	Los resguardos, no ocasionan riesgos adicionales?		x		2															
8,6	Los resguardos permiten intervenciones indispensables de cambio de herramientas y mantenimiento?				0				3	42	25	1050								INTERVENCION URGENTE
8,7	Existen resguardos móviles que impiden el acceso a los órganos de transmisión cuando se prevean intervenciones frecuentes		x		6															
8,8	Los resguardos móviles están asociados a un dispositivo de enclavamiento que impide que los elementos móviles empiecen a funcionar mientras se pueda acceder a ellos				0															
8,9	Los resguardos son de fabricación sólida y resistente?				0															
8,1	Los resguardos, no ocasionan riesgos adicionales?				0															
9	DISPOSITIVOS DE ALARAMA				6															
9,1	Son perceptibles y comprensibles fácilmente y sin ambigüedades ?		x		6				2	12	25	300								CORREGIR Y ADOPTAR MEDIDAS
10	DISPOSITIVOS DE SEPARACION DE FUENTES DE ENERGIA				12															
10,1	Dispone de dispositivo claramente identificable para desconectar la fuente de energía eléctrica?				0															
10,2	Dispone de dispositivo claramente identificable para desconectar la fuente de energía hidráulica?		x		6															
10,3	Dispone de dispositivo claramente identificable para desconectar la fuente de energía neumática?		x		6				3	36	##	3600								INTERVENCION URGENTE
10,4	Dispone de dispositivo claramente identificable para desconectar la fuente de energía térmica?				0															
11	SEÑALIZACION				2															
11,1	Están señalizados los riesgos del equipo?		x		0															
11,2	Están señalizados los equipos de protección personal necesarios para la operación de la máquina?		x		2				2	4	25	100								MEJORAR SI ES POSIBLE
12	CONDICIONES AMBIENTALES AGRESIVAS				6															
12,1	La máquina se encuentra acondicionada para operar en condiciones ambientales agresivas si es el caso?		x		6				2	12	60	720								INTERVENCION URGENTE

13	RIESGO DE INCENDIO / EXPLOSION																
13,1	Se ha evaluado el riesgo de incendio y explosión provocado por la máquina y las sustancias producidas o almacenadas por la misma?		X				6										
13,2	Se han tomado las medidas correctivas derivadas de la evaluación de riesgos?						0										
14	RIESGOS ELECTRICOS																
14,1	La máquina cuenta con las protecciones adecuadas para prevenir el contacto eléctrico directo?						0										
14,2	La máquina cuenta con las protecciones adecuadas para prevenir el contacto eléctrico indirecto?		X				10										
14,3	Se cuenta con un adecuado programa de mantenimiento?						0										
15	LIQUIDOS CORROSIVOS O A ALTA TEMPERATURA																
15,1	Si la máquina opera con estas sustancias, dispone de las protecciones adecuadas para evitar contacto con las mismas?		X				10										
16	FACTORES ORGANIZATIVOS																
16,1	Existe manual de instrucciones y está en todo momento a disposición del operario de la máquina		X				10										
16,2	El operario ha sido formado y adiestrado en el manejo de la máquina		X				10										
16,3	Esta establecido un programa de mantenimiento y revisiones periódicas de los elementos clave de seguridad		X				10										

17	RUIDO			
RUIDO CONTINUO Y VARIABLE				
MAQUINA	TIEMPO	DbA	Tiempo Max.	CATEGORIA RIESGO
0	4	90,0	4	1 RIESGO NO
RUIDO DE IMPACTO				
MAQUINA	NO. IMPACTOS/ JORNADA	dbA MEDIDOS	dbA MAX.	CATEGORIA RIESGO
0	Hasta 5000	100	135	0,7407 RIESGO

18	ILUMINACION		
ILUMINACION			
MAQUINA	VALOR REFERENCIAL	NIVEL DE RIESGO	
Necesidad de ligera distinción de detalles	100	2,03	SIN RIESGO

19 **TEMPERATURAS ELEVADAS O MUY BAJAS**

STRESS TERMICO (WBGT)				
ACTIVIDAD	AL/ MI	% TIEMPO EN JORNADA	KCAL/HORA	TOTAL CALORIA
Metabolismo basal	1	100,00%	60	530,4
Trabajo con el cuerpo pesado posicion caminando	8,5	40,00%	204	
Trabajo con el cuerpo muy pesado posicion caminando	11	40,00%	252	
Trabajo manual pesado y posicion sentado	1,2	20,00%	14,4	
				INDICE WBGT

INTERIORES	20	SIN RIESGO
EXTERIORES		SIN RIESGO

EXPOSICION A FRIO EXTREMO	
VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s)	0,5
TEMPERATURA °C	0°C
METABOLISMO (W/m²)	145
Icl (clo)	1
TIEMPO (h) IDEAL	1,14
MIN/HORA IDEALES	8,56
TIEMPO DE EXPOSICION REAL (h)	2
NIVEL DE RIESGO	RIESGO TOLERABLE

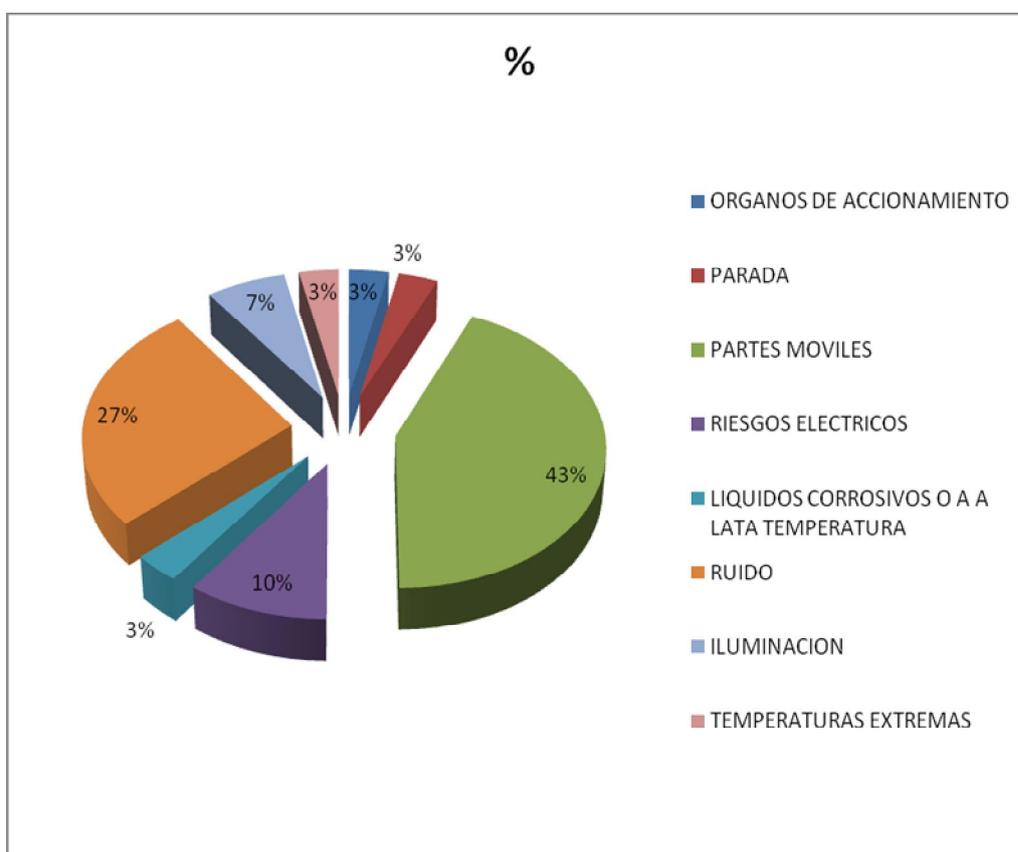


4.1 ESTADÍSTICAS

Utilizando esta metodología se realizaron evaluaciones de 20 máquinas de la industria de embutidos y de conservas, a continuación se presentan los resultados referentes a los factores de riesgo que se sitúan en nivel de intervención 4 (intervención urgente) y 3 (corregir y adoptar medidas de control)

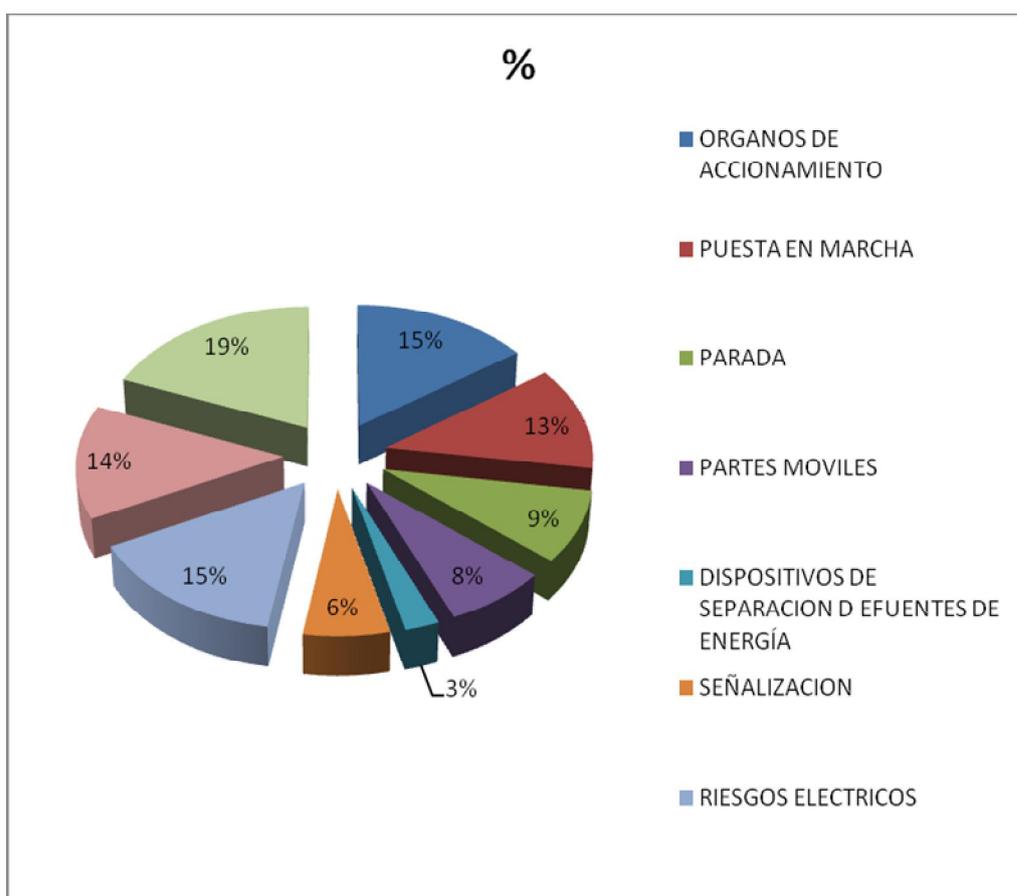
NIVEL DE INTERVENCION 4

DISPOSICIONES	NIVEL 4	%
ORGANOS DE ACCIONAMIENTO	1	3%
PARADA	1	3%
PARTES MOVILES	13	43%
RIESGOS ELECTRICOS	3	10%
LIQUIDOS CORROSIVOS O A ALTA TEMPERATURA	1	3%
RUIDO	8	27%
ILUMINACION	2	7%
TEMPERATURAS EXTREMAS	1	3%
TOTAL	30	



NIVEL DE INTERVENCION 3

DISPOSICIONES	NIVEL 3	%
ORGANOS DE ACCIONAMIENTO	12	15%
PUESTA EN MARCHA	10	13%
PARADA	7	9%
PARTES MOVILES	6	8%
DISPOSITIVOS DE SEPARACION D EFUENTES DE ENERGÍA	2	3%
SEÑALIZACION	5	6%
RIESGOS ELECTRICOS	12	15%
LIQUIDOS CORROSIVOS O A ALTA TEMPERATURA	11	14%
FACTORES ORGANIZATIVOS	15	19%
DATOS	80	



5. CONCLUSIONES

- La herramienta no es en si una evaluación completa de riesgos, mas si un complemento específico para máquinas que se debe añadir a la evaluación de riesgo que debe realizarse en la toda la empresa.
- A pesar de que los requerimientos están claramente definidos de acuerdo a disposiciones legales, el criterio del evaluador es muy importante, por este motivo debe ser un técnico quien realice la evaluación o en su defecto se debe unificar criterios con las personas que van a utilizar la herramienta.
- De acuerdo al estudio realizado en las máquinas de la industria de embutidos y conservas se observa que el mayor porcentaje de riesgos evaluados que se encuentran en nivel de intervención 4 (Intervención urgente) son referentes a partes móviles de máquinas (43%), estadísticamente son los que presentan mayor severidad .
- De acuerdo al estudio realizado en las maquinas de la industria de embutidos y conservas se observa que el mayor porcentaje de riesgos evaluados que se encuentran en nivel de intervención 3 (corregir y adoptar medidas de control) son referentes a factores organizativos (19%), esto se refiere a temas de formación y adiestramiento del personal y programas de mantenimiento

6. RECOMENDACIONES

- Se recomienda la aplicación del método para medianas y grandes empresas, ya que por lo general en la pequeña empresa no hay un nivel de complejidad tal que implique el uso de maquinaria que pueda cumplir con la mayoría de los requisitos planteados en el método.
- La persona que realice la evaluación debe ser un técnico en prevención de riesgos ya que se necesita de conocimientos y un criterio especializado para asignar la calificación, de esto dependerá la eficacia de la identificación y control de los riesgos en las máquinas.
- Se recomienda tomar medidas de control urgentes para eliminar los riesgos referentes a partes móviles, ya que estadísticamente son los más frecuentes y severos en la planta de embutidos. A continuación se anexa una guía para la protección de máquinas frente a peligros mecánicos: resguardos Ver Anexo A
- Se recomienda formar y adiestrar adecuadamente a los operarios de las máquinas a fin de evitar posibles accidentes.

7. BIBLIOGRAFIA

Ministerio de la presidencia, Real Decreto 1215 / 1997, Madrid:
Ministerio de la presidencia, 18 de julio de 1997

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo, Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los equipos de trabajo
Edición 2004

Ministerio de Trabajo, Reglamento de Seguridad y Salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo Decreto Ejecutivo No. 2393. RO/ 565 , Quito:
Ministerio de trabajo, 17 de Noviembre de 1986.

OIT, C119 Convenio sobre la protección de la maquinaria, Ginebra:
OIT, 21 de abril de 1965

Comunidad europea, Directiva de máquinas 98/37/CE :
Comunidad europea, 1 de enero de 1997

Agencia europea para la Seguridad y Salud en el trabajo, Herramientas de evaluación del riesgo , [http:// osha.europa.eu/es/campaigns/hw2008](http://osha.europa.eu/es/campaigns/hw2008)

HONEYWELL, Resumen de los principales requisitos de la CE para fabricantes de máquinas, www.honeywell.com

ROMACO, Manual de uso de FrymaKoruma, elementos de mando y señalización, modos de operación, Suiza
ROMACO, enero de 2008

Unión general de trabajadores UGT / Ministerio de Trabajo e Inmigración (Bases estadísticas), Informe de siniestralidad laboral en España, 28 de abril de 2009

Junta de Andalucía, Consejería de Empleo, Dirección General de Seguridad y Salud Laboral, Manual de evaluación de riesgos laborales, Sevilla, noviembre de 2004

OSHA, Machine guarding standards, general industry (29CFR1910), www.osha.gov/SLTC/machineguarding/recognition.html

NC Department of labor Occupational Safety and Health program, A guide to machine safeguarding , Allen McNeely Deputy Commissioner for Safety and Health, Kevin Beauregard Assistant Deputy Commissioner for Safety and Health , 2006

U.S. Department of Agriculture, New Jersey Agricultural Experiment Station, Machinery and equipment safety, Recognizing and understanding the hazards , February 1992

NIOSH National Institute for Occupational Safety and Health, Machine safety , www.cdc.gov/niosh/topics/machine

Department of Energy, labor and economic growth Michigan, Machine safety assessment, www.michigan.gov/dleg

Ministerio de trabajo y Asuntos Sociales España INSHT, NTP 324: Cuestionario de chequeo para el control de riesgos de accidente , Vigencia valida

Ministerio de trabajo y Asuntos Sociales España INSHT, NTP 325: Cuestionario de chequeo para el control de riesgo de atrapamiento en máquinas , Vigencia valida

Ministerio de trabajo y Asuntos Sociales España INSHT, NTP 330: Sistema simplificado de evaluación de riesgos de accidente , Vigencia valida

Ministerio de trabajo y Asuntos Sociales España INSHT, NTP 552: Protección de máquinas frente a peligros mecánicos: resguardos , Vigencia valida

Ministerio de trabajo y Asuntos Sociales España INSHT, NTP 322: Valoración del riesgo de estrés térmico: índice WBGT , Vigencia valida

Ministerio de trabajo y Asuntos Sociales España INSHT, NTP 462: Estrés por frío: evaluación de las exposiciones laborales, Vigencia valida

Revista Española de Salud Pública *versión impresa* ISSN 1135-5727, Accidentes atendidos en un área básica de salud de Girona, España, Madrid ene.-feb. 2002

ISTAS, La prevención de riesgos en los lugares de trabajo: Riesgo mecánico: Máquinas y herramientas www.istas.com

European commission directorate general V Employment, Industrial relations and social affairs Guidance on risk assessment at work , Luxembourg 1996

Washington State department of labor and industries, Machine Safety chapter 296-806, WAC , www.lni.wa.gov/WISHA/Rules/machinesafety/

Andrés Blázquez Martín Director de la División de Certificación de Productos de AENOR, La seguridad en las máquinas

Universidad Politecnica de Madrid, Estudio de los factores que afectan a la seguridad en todo tipo de máquinas , División de ingeniería de máquinas DIM, 13 dic 2007

Health and Safety Executive HSE (united kingdom), Five steps to risk assessment, www.hsebooks.gov.uk , 06/2006

CSA Standards (Canda) , Machine safety standards in Canadian regulations , www.ohs.csa.ca/standards/equipment_machinery/Machine_Safety

Department for business Innovation and skills, Machine guidance notes on UK regulations , www.berr.gov.uk/files/file52968.pdf

SIEMENS, Machine safety evaluation tool , www.ebautomationsiemens.com

Instituto de Seguridad y salud laboral, Región de Murcia, Estudio sobre las condiciones de Seguridad de las máquinas del sector de la madera en la región de Murcia, Juan Bernal Sandoval, Lorena Gómez Fenoll, María Rosa Rupérez Moreno, Septiembre 2009

Consejería de innovación, ciencia y empresa Junta de Andalucía Guía para la aplicación de la directiva 98/37/CE Maquinas , 2006

European Trade Union Institute, Safety of Machinery – Standarization, www.hesa.etui-rehs.org/uk/dossiers.asp

ANEXO A

Guía para la protección de maquinas frente a peligros mecánicos

Tipos de resguardos

Los resguardos pueden clasificarse del siguiente modo:

- **Fijos:** Resguardos que se mantienen en su posición, es decir, cerrados, ya sea de forma permanente (por soldadura, etc.) o bien por medio de elementos de fijación (tornillos, etc.) que impiden que puedan ser retirados/abiertos sin el empleo de una herramienta. Los resguardos fijos, a su vez, se pueden clasificar en: envolventes (encierran completamente la zona peligrosa) y distanciadores (no encierran totalmente la zona peligrosa, pero, por sus dimensiones y distancia a la zona, la hace inaccesible).
- **Móviles:** Resguardos articulados o guiados, que es posible abrir sin herramientas. Para garantizar su eficacia protectora deben ir asociados a un dispositivo de enclavamiento, con o sin bloqueo.
- **Regulables:** Son resguardos fijos o móviles que son regulables en su totalidad o que incorporan partes regulables. Cuando se ajustan a una cierta posición, sea manualmente (reglaje manual) o automáticamente (autorreglable), permanecen en ella durante una operación determinada.

Criterios para la selección de los resguardos

Los resguardos son siempre una barrera material que se interpone entre el operario y la zona peligrosa de la máquina y, por tanto, su elección dependerá de la necesidad y frecuencia de acceso a dicha zona. En tal sentido deben diferenciarse distintas situaciones:

- a. Zonas peligrosas de la máquina a las que no se debe acceder durante el desarrollo del ciclo operativo de la máquina y a las que no se debe acceder tampoco en condiciones habituales de funcionamiento de la máquina, estando limitado su acceso a operaciones de mantenimiento, limpieza, reparaciones, etc... Se trata de elementos móviles que no intervienen en el trabajo en tanto que no ejercen una acción directa sobre el material a trabajar.

Debe distinguirse entre los peligros generados por los elementos móviles de transmisión tales como poleas, correas, engranajes, cadenas, bielas, etc.... y los peligros generados por elementos móviles alejados del punto de operación de la máquina como el disco de corte de una sierra circular por debajo de la mesa, las cuchillas de una cepilladora por detrás de la guía de apoyo, etc....

Las situaciones peligrosas se deberán evitar mediante resguardos fijos cuando se deba acceder ocasional o excepcionalmente a la zona y con resguardos móviles con dispositivo de enclavamiento o enclavamiento y bloqueo cuando la necesidad de acceso sea frecuente.

- b. Zonas peligrosas de la máquina a las que se debe acceder al inicio y final de cada ciclo operativo ya que se realiza la carga y descarga manual del material a trabajar (ej. : prensas de alimentación manual de piezas, guillotinas de papel, etc....). Se trata de elementos móviles que intervienen en el trabajo, es decir, que ejercen una acción directa sobre el material a trabajar (herramientas, cilindros, matrices, etc....). Las situaciones peligrosas se deberán evitar mediante resguardos móviles asociados a

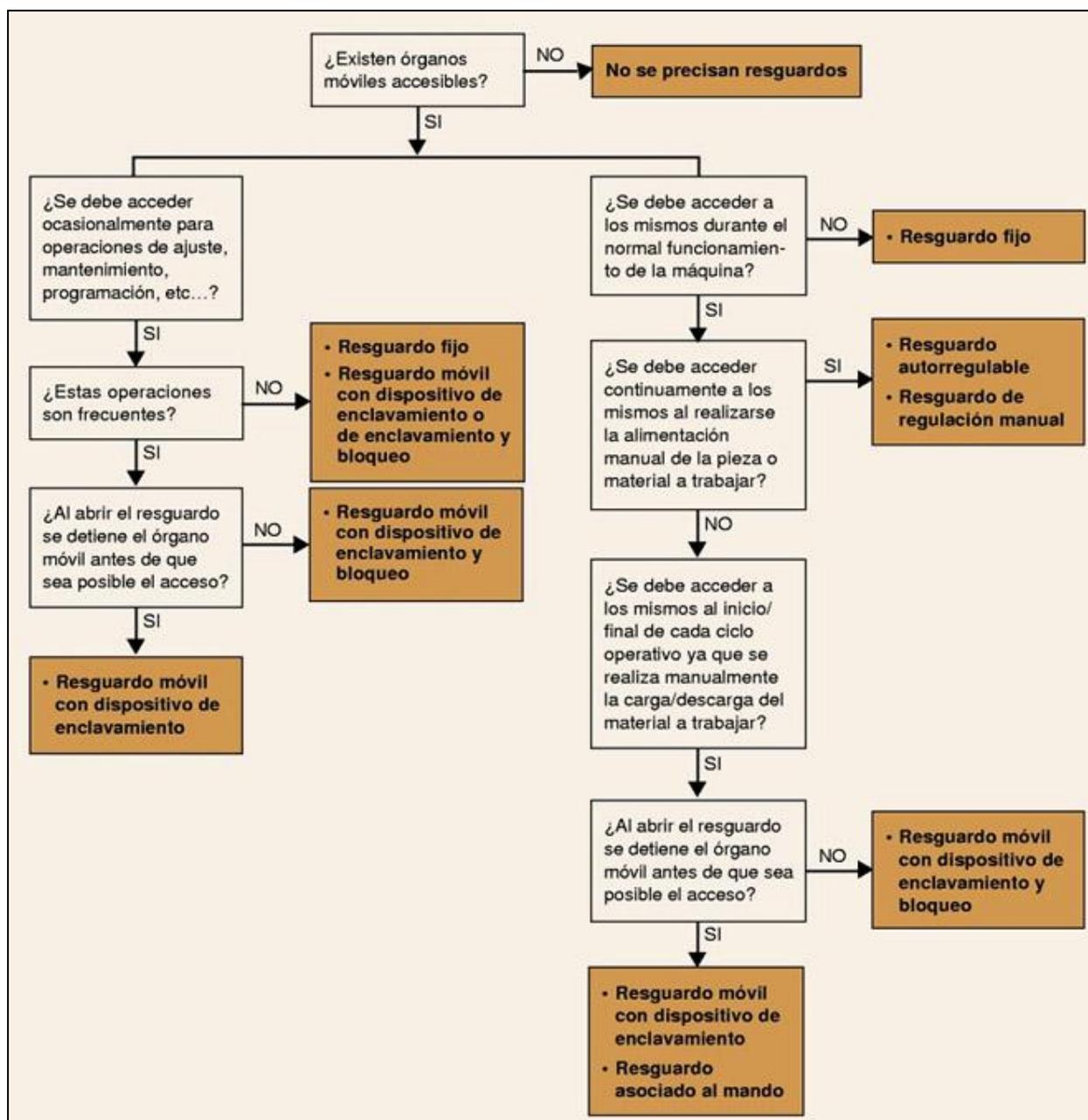
dispositivos de enclavamiento o enclavamiento y bloqueo; recurriendo, cuando se precise, a dispositivos de protección.

- c. Zonas peligrosas de la máquina a las que se debe acceder continuamente ya que el operario realiza la alimentación manual de la pieza o material a trabajar y por consiguiente se encuentra en el campo de influencia de los elementos móviles durante el desarrollo de la operación (ej. : máquinas para trabajar la madera, muelas, etc ...).

Las situaciones peligrosas se deberán evitar mediante resguardos regulables. En la selección de tales resguardos serán preferibles y preferentes los de ajuste automático (autorregulables) a los de regulación manual.

Para la selección de resguardos contra los peligros generados por los elementos se propone el diagrama de la Tabla 1.

TABLA 1
Criterios para selección de resguardos



Requisitos generales que deben cumplir los resguardos

Para que cumpla con los requisitos exigibles a todo resguardo, cualquiera de ellos ha de respetar ciertos requisitos mínimos:

- Ser de fabricación sólida y resistente.
- No ocasionar peligros suplementarios.

- No poder ser fácilmente burlados o puestos fuera de funcionamiento con facilidad.
- Estar situados a suficiente distancia de la zona peligrosa.
- No limitar más de lo imprescindible la observación del ciclo de trabajo.
- Permitir las intervenciones indispensables para la colocación y/o sustitución de las herramientas, así como para los trabajos de mantenimiento, limitando el acceso al sector donde deba realizarse el trabajo, y ello, a ser posible, sin desmontar el resguardo.
- Retener/captar, tanto como sea posible, las proyecciones (fragmentos, astillas, polvo,...) sean de la propia máquina o del material que se trabaja.

Dimensionamiento de los resguardos

Para garantizar la inaccesibilidad a las partes peligrosas de la máquina, los resguardos deben dimensionarse correctamente, es decir, deben asegurar que no se puede acceder al órgano agresivo por encima, por debajo, alrededor, por detrás o a través del mismo cuando permanece correctamente ubicado.

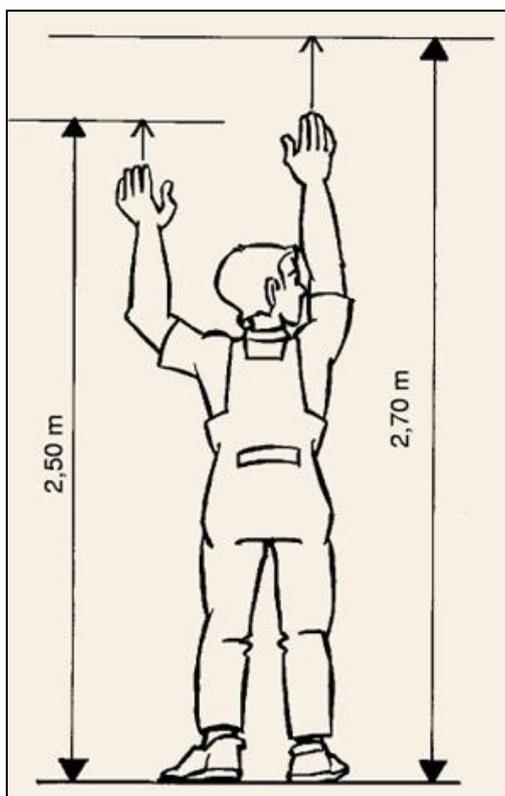
El dimensionamiento de los resguardos exige valorar conjunta e integradamente su abertura o posicionamiento y la distancia a la zona de peligro.

Dimensionamiento de resguardos para impedir el alcance hacia arriba o por encima de una estructura de protección

Se deben determinar las distancias de seguridad para impedir que se alcancen zonas peligrosas con los miembros superiores.

Las normas armonizadas elaboradas por el CEN establecen que, cuando el riesgo en la zona peligrosa es bajo (las posibles lesiones son de carácter leve, en general lesiones reversibles), se considera protegida por ubicación (distanciamiento) toda zona peligrosa situada por encima de 2,50 m; mientras que si el riesgo en la zona peligrosa es alto (en general lesiones o daños irreversibles), se considera protegida por ubicación (alejamiento) toda zona peligrosa situada por encima de 2,70 m (figura 1).

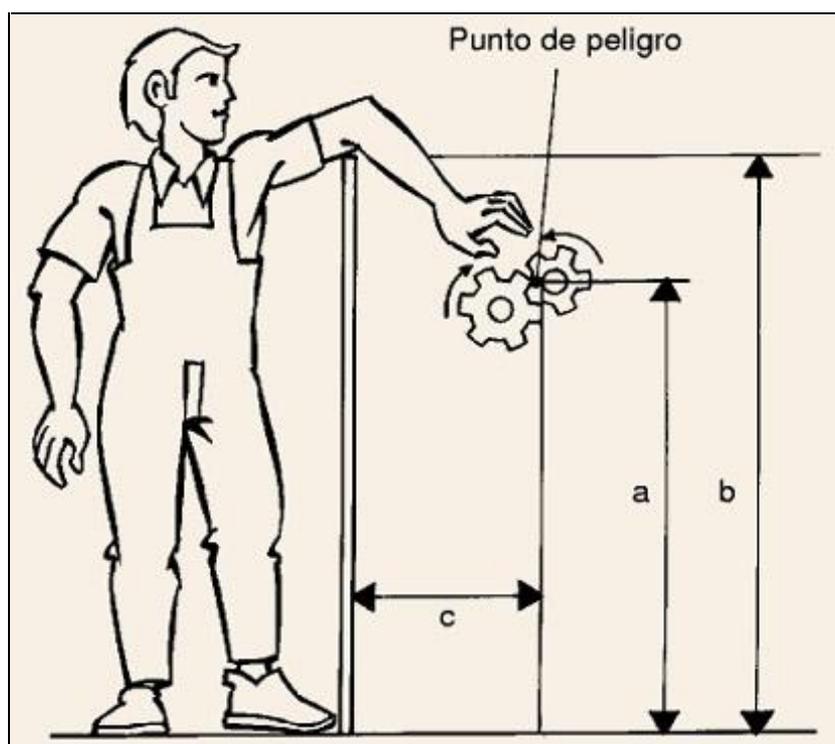
Figura 1.



Para dimensionar la protección cuando el elemento peligroso está a una determinada altura, inferior a 2,50 - 2,70 m, con respecto al plano de referencia del trabajador (nivel en el que la persona se sitúa normalmente), se valoran conjuntamente tres parámetros que influyen en el alcance por encima de una estructura de protección (figura 2):

- a. distancia de un punto de peligro al suelo.
- b. altura del borde del resguardo.
- c. distancia horizontal desde el punto de peligro al resguardo.

Figura 2.



En la Tabla 2 se representan, cuando el riesgo en la zona peligrosa es bajo, los valores mínimos que deben tener esos parámetros a fin de garantizar la inaccesibilidad al elemento peligroso, fijando como criterio de aplicación que no se deben hacer interpolaciones a partir de los valores de la tabla. Así pues, cuando los valores de a, b o c estén situados entre dos valores de la tabla, se elegirá el valor que entrañe el mayor nivel de seguridad.

TABLA 2.

DISTANCIAS DE UN PUNTO DE PELIGRO DESDE EL SUELO	ALTURA DEL BORDE DE LA BARRERA b mm							
		2400	2200	2000	1800	1600	1400	1200
	DISTANCIA HORIZONTAL DESDE EL PUNTO DE PELIGRO c mm							

a mm								
2400	100	100	100	100	100	100	100	100
2200	-	250	350	400	500	500	600	600
2000	-	-	350	500	600	700	900	1100
1800	-	-	-	600	900	900	1000	1100
1600	-	-	-	500	900	900	1000	1300
1400	-	-	-	100	800	900	1000	1300
1200	-	-	-	-	500	900	1000	1400
1000	-	-	-	-	300	900	1000	1400
800	-	-	-	-	-	600	900	1300
600	-	-	-	-	-	-	500	1200
400	-	-	-	-	-	-	300	1200
200	-	-	-	-	-	-	200	1100
0	-	-	-	-	-	-	200	1100

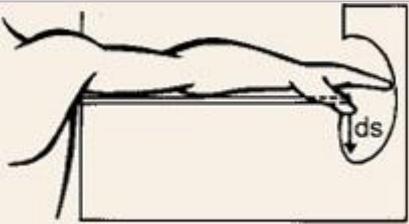
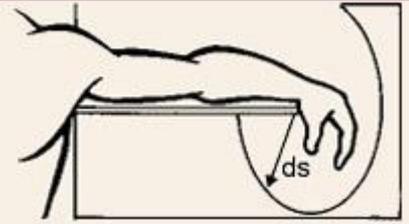
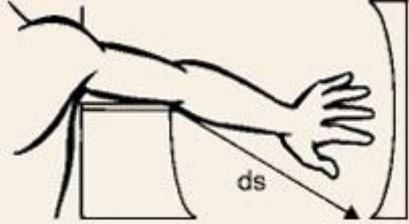
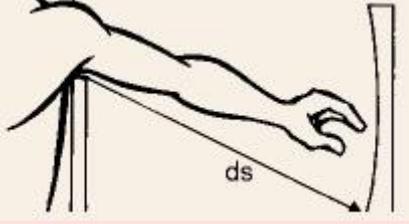
Ejemplos de aplicación

1. ¿A qué distancia horizontal debe colocarse un resguardo de un elemento peligroso si éste se encuentra a una altura de 1300 mm y la altura del resguardo es a su vez de 1300 mm? Usando la Tabla 2, la distancia mínima entre el resguardo y el elemento peligroso será de 1000 mm.
2. ¿Qué altura debe tener un resguardo para que sea inaccesible un elemento peligroso situado a una altura de 1800 mm y a una distancia horizontal de 700 mm del resguardo? Usando la Tabla 2, la altura mínima del resguardo debe ser de 1800 mm.
3. ¿A qué altura debe encontrarse un elemento peligroso para que sea inaccesible si disponemos de un resguardo de 1300 mm de altura y está situado a una distancia horizontal de 900 mm del elemento peligroso? Usando la Tabla 2, el elemento peligroso no debe estar entre 800 y 2000 mm de altura.

Dimensionamiento de resguardos para impedir el alcance alrededor de un obstáculo

La Figura 3 permite determinar las distancias de seguridad (ds) que se deben aplicar para impedir que personas a partir de 14 años alcancen zonas peligrosas con los miembros superiores a través de una abertura de hasta 120 mm y los efectos que sobre la limitación de movimientos producen medidas supletorias en el diseño de los resguardos cuando en los mismos se deban practicar aberturas.

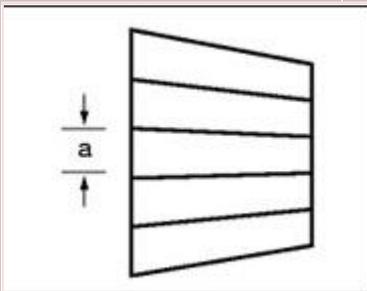
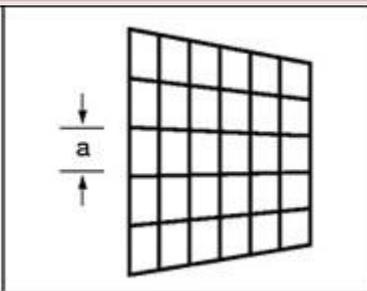
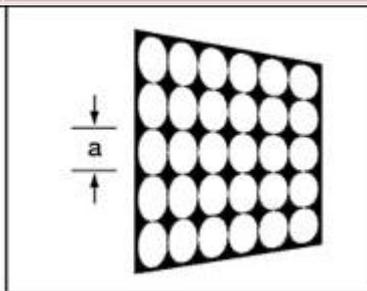
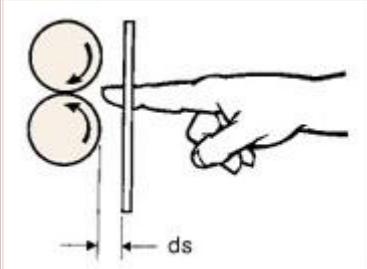
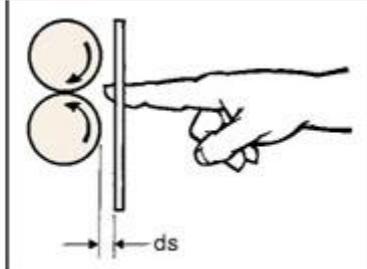
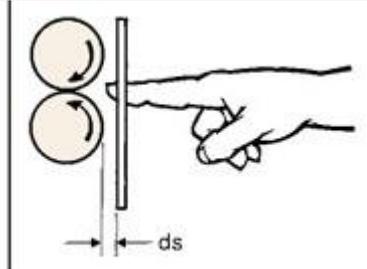
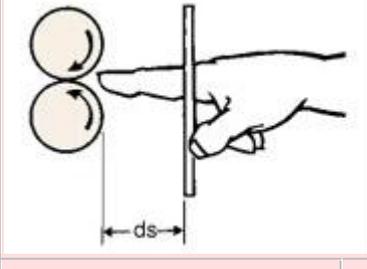
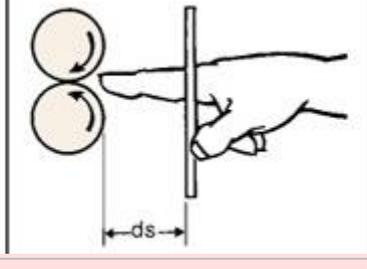
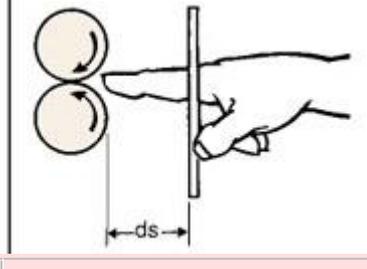
Figura 3

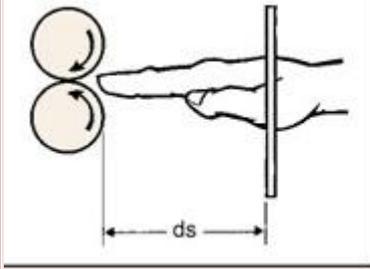
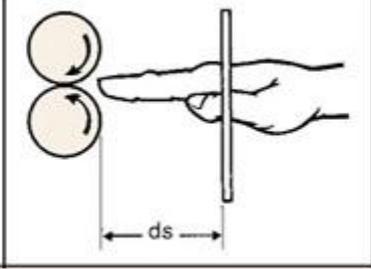
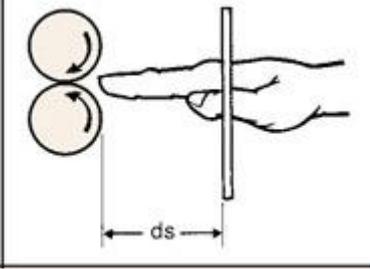
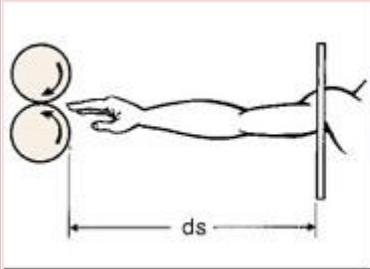
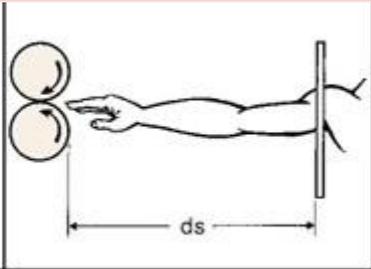
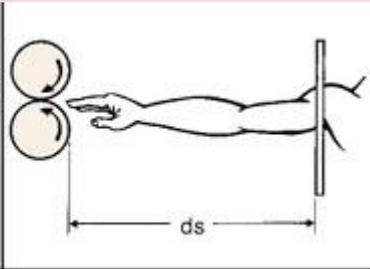
Parte del brazo	Distancia de seguridad (mm)	
Mano desde la raíz de los dedos a la punta	> 130	
Mano desde la muñeca hasta la punta de los dedos	> 230	
Brazo desde el codo hasta la punta de los dedos	> 550	
Brazo desde la axila a la punta de los dedos	> 850	

Dimensionamiento de resguardos para impedir el alcance a través de aberturas en la protección

La figura 4 permite determinar las distancias de seguridad (ds) que se deben aplicar para impedir que personas a partir de 14 años alcancen zonas peligrosas con los miembros superiores a través de aberturas regulares; correspondiendo las medidas de las aberturas (a) al lado de una abertura cuadrada, al diámetro de una abertura circular o a la menor medida de una abertura en forma de ranura.

Figura 4.

		RENDIJAS		
		Paralelas	Cuadradas	Circulares
Parte del cuerpo	Tamaño de la abertura (mm)			
	DISTANCIA DE SEGURIDAD ds (mm)			
Parte del cuerpo	PUNTA DEL DEDO (1ª falange) $4 < a \leq 6$	 10	 5	 5
	DEDO HASTA LA RAIZ $12 < a \leq 20$	 120	 120	 120

MANO HASTA EL PULPEJO $20 < a$ 30			
	850*	120	120
BRAZO HASTA LA AXILA $40 < a$ 120			
	850	850	850

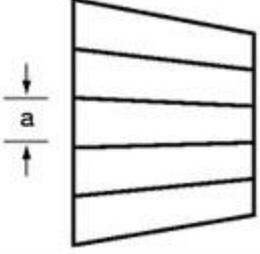
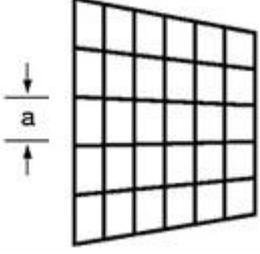
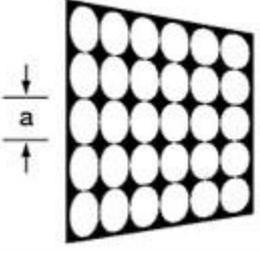
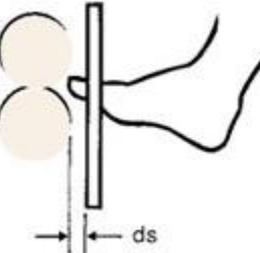
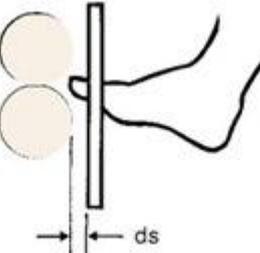
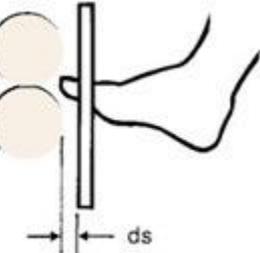
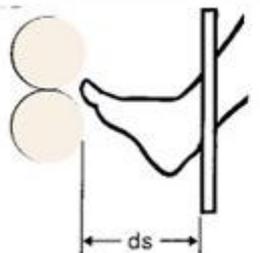
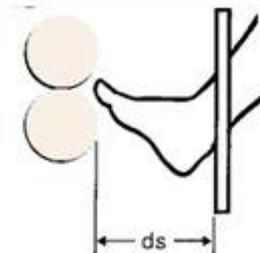
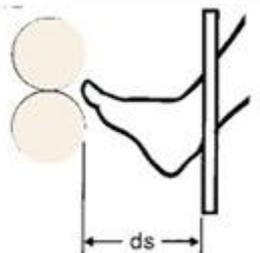
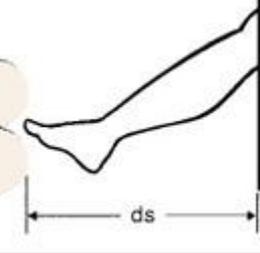
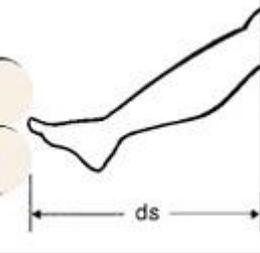
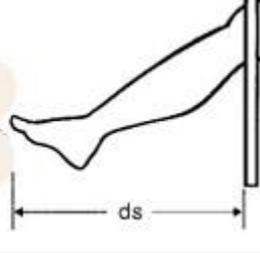
*Si la anchura de la ranura es < 65 mm, la ds puede reducirse a 200 mm ya que el pulgar actúa como tope

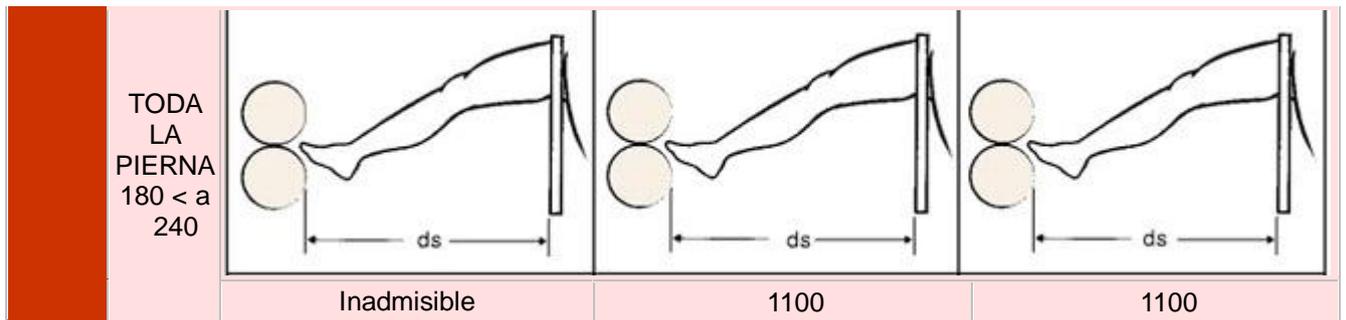
En el caso de aberturas irregulares, se deben determinar el diámetro de la abertura circular más pequeña y el lado de la abertura cuadrada más pequeña y la anchura de la ranura más estrecha en las que la abertura irregular pueda ser inscrita completamente y determinar en la figura 4 las tres distancias de seguridad correspondientes. La distancia de seguridad es la más pequeña de la tres dimensiones.

Análogamente en la figura 5 se determinan las distancias de seguridad (ds) que se deben aplicar para impedir que se alcancen zonas peligrosas con los miembros inferiores a través de aberturas regulares; correspondiendo las medidas de las aberturas (a) al lado de una abertura cuadrada, al diámetro de una abertura circular o a la menor medida de una abertura en forma de ranura.

En el caso de aberturas irregulares se opera de modo análogo al indicado para miembros superiores.

Figura 5

		RENDIJAS		
		Paralelas	Cuadradas	Circulares
	Tamaño de la abertura (mm)			
	DISTANCIA DE SEGURIDAD ds (mm)			
Parte del cuerpo	DEDO 15 < a 35			
		80	25	25
	PIE 35 < a 60			
		180	80	80
	PIERNA HASTA RODILA 80 < a 95			
		1100*	650	650



*El valor correspondiente a pierna hasta la entrepierna

Ejemplo de aplicación

¿A qué distancia debe ubicarse un punto peligroso si se precisa practicar en un resguardo una abertura de inspección de 18 mm? Usando la Figura 4 vemos que la distancia mínima de seguridad es de 120 mm, independientemente de la forma que tenga la abertura.

Dimensionamiento de resguardos para impedir el alcance por debajo de las estructuras de protección

Figura 6.
Distancias de seguridad para impedir que se alcancen zonas peligrosas con los miembros inferiores con la persona de pie

LIMITACIÓN DEL ACCESO POR DEBAJO DE LAS ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN			
a) Suelo de apoyo del operario. b) Articulación de la cadera c) Resguardo h) Distancia entre el reborde inferior del resguardo y el suelo			
DISTANCIA ENTRE EL REBORDE INFERIOR DEL RESGUARDO Y EL SUELO	DISTANCIA DE SEGURIDAD d_s (m)		
	CASO 1	CASO 2	CASO 3
h 200	> 340	> 665	> 290
200 < h 400	> 550	> 765	> 615
400 < h 600	> 850	> 950	> 800
600 < h 800	> 950	> 950	> 900
800 < h 1.000	> 1.125	> 1.195	> 1.015

ANEXO B

Tablas de índice de aislamiento requerido y t máximo de permanencia

Tabla 8: Valores de IREQ en función de la velocidad y la temperatura del aire y del nivel de actividad

V _{ar} (m/seg)	IREQ _{min} (clo) para M = 80 w/m ²					
	t _a					
	5°C	0°C	-5°C	-10°C	-20°C	-30°C
0.2	1.91	2.40	2.89	3.38	4.36	5.34
0.5	1.98	2.47	2.97	3.45	4.42	5.39
1	2.07	2.55	3.03	3.52	4.49	5.46
2	2.15	2.63	3.11	3.58	4.55	5.51
5	2.23	2.70	3.18	3.65	4.60	5.57

V _{ar} (m/seg)	IREQ _{min} (clo) para M = 115 w/m ²					
	t _a					
	5°C	0°C	-5°C	-10°C	-20°C	-30°C
0.2	1.16	1.51	1.86	2.20	2.89	3.58
0.5	1.24	1.58	1.93	2.27	2.95	3.63
1	1.32	1.66	2.00	2.34	3.02	3.70
2	1.40	1.74	2.07	2.41	3.08	3.76
5	1.49	1.82	2.15	2.49	3.15	3.82

V _{ar} (m/seg)	IREQ _{min} (clo) para M = 145 w/m ²					
	t _a					
	5°C	0°C	-5°C	-10°C	-20°C	-30°C
0.2	0.83	1.10	1.38	1.65	2.20	2.75
0.5	0.89	1.17	1.44	1.71	2.26	2.80
1	0.97	1.24	1.51	1.78	2.32	2.87
2	1.05	1.31	1.58	1.85	2.39	2.93
5	1.14	1.40	1.67	1.93	2.46	3

V _{ar} (m/seg)	IREQ _{min} (clo) para M = 200 w/m ²					
	t _a					
	5°C	0°C	-5°C	-10°C	-20°C	-30°C
0.2	0.40	0.69	0.89	1.09	1.49	1.89
0.5	0.54	0.74	0.94	1.14	1.54	1.94

1	0.61	0.80	1.00	1.20	1.59	1.99
2	0.68	0.87	1.07	1.26	1.66	2.05
5	0.76	0.96	1.15	1.34	1.73	2.12

V_{ar} (m/seg)	IREQ _{min} (clo) para $M = 250 \text{ w/m}^2$					
	t_a					
	5°C	0°C	-5°C	-10°C	-20°C	-30°C
0.2	0.33	0.49	0.65	0.81	1.13	1.45
0.5	0.37	0.53	0.69	0.85	1.71	1.49
1	0.42	0.58	0.74	0.90	1.21	1.53
2	0.49	0.64	0.80	0.96	1.27	1.59
5	0.57	0.73	0.88	1.04	1.35	1.66

Tabla 9: Valores de T_{max} (horas) en función de las características del vestido y de la temperatura del aire para $M=80 \text{ w/m}^2$ y distintos valores de la velocidad del aire, V_{ar}

I_{cl} (clo)	V_{ar} (m/seg)	t_a					
		5°C	0°C	-5°C	-10°C	-20°C	-30°C
1.5	0.2	2.06	1.09	0.75	0.57	0.39	0.30
	0.5	1.71	0.97	0.68	0.52	0.36	0.27
	1	1.41	0.84	0.60	0.47	0.33	0.25
	2	1.18	0.74	0.54	0.42	0.30	0.23
	5	0.99	0.64	0.48	0.38	0.27	0.21
2	0.2	6.41	2.30	1.27	0.88	0.55	0.40
	0.5	7.33	1.96	1.14	0.81	0.51	0.38
	1	4.71	1.67	1.02	0.73	0.47	0.35
	2	3.44	1.44	0.91	0.67	0.44	0.33
	5	2.63	1.24	0.82	0.61	0.4	0.30
2.5	0.2	>8	>8	2.50	1.42	0.78	0.54
	0.5	>8	6.95	2.23	1.35	0.73	0.51
	1	>8	5.00	1.90	1.19	0.68	0.48
	2	>8	3.81	1.71	1.08	0.63	0.45
	5	>8	3.02	1.48	0.98	0.59	0.42

3	0.2	>8	>8	>8	2.75	1.11	0.71
	0.5	>8	>8	6.90	2.43	1.06	0.68
	1	>8	>8	5.22	2.14	0.98	0.64
	2	>8	>8	4.15	1.91	0.92	0.61
	5	>8	>8	3.42	1.70	0.85	0.57
3.5	0.2	>8	>8	>8	>8	1.77	0.98
	0.5	>8	>8	>8	6.93	1.64	0.93
	1	>8	>8	>8	5.40	1.51	0.88
	2	>8	>8	>8	4.45	1.40	0.83
	5	>8	>8	>8	3.73	1.29	0.78
4	0.2	>8	>8	>8	>8	3.15	1.37
	0.5	>8	>8	>8	>8	2.83	1.30
	1	>8	>8	>8	>8	2.56	1.22
	2	>8	>8	>8	>8	2.32	1.16
	5	>8	>8	>8	>8	2.11	1.09
4.5	0.2	>8	>8	>8	>8	>8	2.05
	0.5	>8	>8	>8	>8	7.07	1.92
	1	>8	>8	>8	>8	5.86	1.79
	2	>8	>8	>8	>8	4.95	1.68
	5	>8	>8	>8	>8	4.27	1.58
5	0.2	>8	>8	>8	>8	>8	3.44
	0.5	>8	>8	>8	>8	>8	3.17
	1	>8	>8	>8	>8	>8	2.90
	2	>8	>8	>8	>8	>8	2.69
	5	>8	>8	>8	>8	>8	2.49

Tabla 10: Valores de T_{max} (horas) en función de las características del vestido y de la temperatura del aire para $M=115 \text{ w/m}^2$ y distintos valores de la velocidad del aire, V_{ar}

I_{cl} (clo)	V_{ar} (m/seg)	t_a					
		5°C	0°C	-5°C	-10°C	-20°C	-30°C
1.5	0.2	>8	2.33	1.10	0.73	0.44	0.31
	0.5	>8	1.83	0.95	0.64	0.40	0.29
	1	5.54	1.38	0.81	0.56	0.36	0.26
	2	3.20	1.13	0.69	0.50	0.32	0.24
	5	1.91	0.90	0.58	0.43	0.29	0.21
2	0.2	>8	>8	3.36	1.46	0.69	0.45
	0.5	>8	>8	2.56	1.26	0.63	0.42
	1	>8	>8	2.00	1.08	0.57	0.39
	2	>8	>8	1.60	0.94	0.51	0.35
	5	>8	>8	1.16	0.80	0.46	0.32
2.5	0.2	>8	>8	>8	5.00	1.16	0.66
	0.5	>8	>8	>8	3.71	1.05	0.61
	1	>8	>8	>8	2.77	0.95	0.57
	2	>8	>8	>8	2.23	0.84	0.52
	5	>8	>8	5.66	1.78	0.75	0.48
3	0.2	>8	>8	>8	>8	2.41	1.02
	0.5	>8	>8	>8	>8	2.09	0.94
	1	>8	>8	>8	>8	1.77	0.86
	2	>8	>8	>8	>8	1.56	0.79
	5	>8	>8	>8	>8	1.36	0.72
3.5	0.2	>8	>8	>8	>8	>8	1.74
	0.5	>8	>8	>8	>8	>8	1.57
	1	>8	>8	>8	>8	5.86	1.41
	2	>8	>8	>8	>8	4.34	1.28
	5	>8	>8	>8	>8	3.35	1.16

4	0.2	>8	>8	>8	>8	>8	4.02
	0.5	>8	>8	>8	>8	>8	3.36
	1	>8	>8	>8	>8	>8	2.86
	2	>8	>8	>8	>8	>8	2.48
	5	>8	>8	>8	>8	>8	2.15

Tabla 11. Valores de T_{max} (horas) en función de las características del vestido y de la temperatura del aire para $M = 145 \text{ w/m}^2$ y distintos valores de la velocidad del aire, V_{ar}

I_{cl} (clo)	V_{ar} (m/seg)	t_a					
		5°C	0°C	-5°C	-10°C	-20°C	-30°C
1	0.2	>8	1.46	0.78	0.53	0.28	0.23
	0.5	>8	1.14	0.65	0.46	0.27	0.21
	1	>8	0.88	0.55	0.40	0.26	0.19
	2	>8	0.69	0.45	0.34	0.23	0.17
	5	>8	0.53	0.37	0.28	0.19	0.15
1.5	0.2	>8	>8	3.18	1.25	0.57	0.37
	0.5	>8	>8	2.13	1.05	0.51	0.34
	1	>8	6.41	1.64	0.88	0.46	0.31
	2	>8	4.18	1.25	0.73	0.40	0.28
	5	>8	2.19	0.24	0.60	0.35	0.25
2	0.2	>8	>8	>8	6.41	1.16	0.61
	0.5	>8	>8	>8	5.78	1.01	0.56
	1	>8	>8	>8	3.42	0.88	0.50
	2	>8	>8	>8	2.38	0.78	0.46
	5	>8	>8	>8	1.71	0.66	0.41
2.5	0.2	>8	>8	>8	>8	4.02	1.09
	0.5	>8	>8	>8	>8	3.04	0.98
	1	>8	>8	>8	>8	2.36	0.88
	2	>8	>8	>8	>8	1.87	0.78
	5	>8	>8	>8	>8	1.49	0.70

3	0.2	>8	>8	>8	>8	>8	2.68
	0.5	>8	>8	>8	>8	>8	2.25
	1	>8	>8	>8	>8	>8	1.89
	2	>8	>8	>8	>8	>8	1.62
	5	>8	>8	>8	>8	>8	1.37
3.5	0.2	>8	>8	>8	>8	>8	>8
	0.5	>8	>8	>8	>8	>8	>8
	1	>8	>8	>8	>8	>8	>8
	2	>8	>8	>8	>8	>8	7.71
	5	>8	>8	>8	>8	>8	4.81

Tabla 12: Valores de T_{max} (horas) en función de las características del vestido y de la temperatura del aire para $M=200 \text{ w/m}^2$ y distintos valores de la velocidad del aire, V_{ar}

I_{cl} (clo)	V_{ar} (m/seg)	t_a					
		5°C	0°C	-5°C	-10°C	-20°C	-30°C
0.5	0.2	2.47	0.76	0.45	0.32	0.21	0.15
	0.5	1.40	0.60	0.38	0.28	0.18	0.14
	1	0.90	0.46	0.31	0.24	0.16	0.12
	2	0.60	0.35	0.25	0.19	0.13	0.10
	5	0.39	0.25	0.19	0.15	0.11	0.08
1	0.2	>8	>8	3.39	1.07	0.45	0.29
	0.5	>8	>8	2.04	0.86	0.40	0.26
	1	>8	>8	1.37	0.69	0.35	0.24
	2	>8	3.47	0.95	0.55	0.30	0.21
	5	>8	1.45	0.65	0.42	0.25	0.18
1.5	0.2	>8	>8	>8	>8	1.38	0.59
	0.5	>8	>8	>8	>8	1.13	0.53
	1	>8	>8	>8	>8	0.93	0.47
	2	>8	>8	>8	5.70	0.76	0.41
	5	>8	>8	>8	2.22	0.60	0.35

2	0.2	>8	>8	>8	>8	>8	1.69
	0.5	>8	>8	>8	>8	>8	1.41
	1	>8	>8	>8	>8	>8	1.17
	2	>8	>8	>8	>8	>8	0.98
	5	>8	>8	>8	>8	3.14	0.79
2.5	0.2	>8	>8	>8	>8	>8	>8
	0.5	>8	>8	>8	>8	>8	>8
	1	>8	>8	>8	>8	>8	>8
	2	>8	>8	>8	>8	>8	>8
	5	>8	>8	>8	>8	>8	4.16

Tabla 13: Valores de T_{max} (horas) en función de las características del vestido y de la temperatura del aire para $M=250 \text{ w/m}^2$ y distintos valores de la velocidad del aire, V_{ar}

I_{cl} (clo)	V_{ar} (m/seg)	t_a					
		5°C	0°C	-5°C	-10°C	-20°C	-30°C
0.5	0.2	>8	1.90	0.67	0.41	0.22	0.16
	0.5	>8	1.20	0.54	0.35	0.21	0.15
	1	1.61	0.80	0.43	0.29	0.18	0.13
	2	1.51	0.54	0.33	0.24	0.15	0.11
	5	0.66	0.34	0.23	0.18	0.12	0.09
1	0.2	>8	>8	>8	>8	0.73	0.37
	0.5	>8	>8	>8	4.71	0.63	0.34
	1	>8	>8	>8	2.13	0.53	0.30
	2	>8	>8	>8	1.30	0.43	0.27
	5	>8	>8	2.28	0.78	0.34	0.22
1.5	0.2	>8	>8	>8	>8	>8	1.27
	0.5	>8	>8	>8	>8	>8	1.06
	1	>8	>8	>8	>8	>8	0.88
	2	>8	>8	>8	>8	3.94	0.72
	5	>8	>8	>8	>8	1.71	0.56

2	0.2	>8	>8	>8	>8	>8	>8
	0.5	>8	>8	>8	>8	>8	>8
	1	>8	>8	>8	>8	>8	>8
	2	>8	>8	>8	>8	>8	>8
	5	>8	>8	>8	>8	>8	5.70

Tabla 9: Valores de T_{max} (horas) en función de las características del vestido y de la temperatura del aire para $M=80 \text{ w/m}^2$ y distintos valores de la velocidad del aire, V_{ar}

I_{cl} (clo)	V_{ar} (m/seg)	t_a					
		5°C	0°C	-5°C	-10°C	-20°C	-30°C
1.5	0.2	2.06	1.09	0.75	0.57	0.39	0.30
	0.5	1.71	0.97	0.68	0.52	0.36	0.27
	1	1.41	0.84	0.60	0.47	0.33	0.25
	2	1.18	0.74	0.54	0.42	0.30	0.23
	5	0.99	0.64	0.48	0.38	0.27	0.21
2	0.2	6.41	2.30	1.27	0.88	0.55	0.40
	0.5	7.33	1.96	1.14	0.81	0.51	0.38
	1	4.71	1.67	1.02	0.73	0.47	0.35
	2	3.44	1.44	0.91	0.67	0.44	0.33
	5	2.63	1.24	0.82	0.61	0.4	0.30
2.5	0.2	>8	>8	2.50	1.42	0.78	0.54
	0.5	>8	6.95	2.23	1.35	0.73	0.51
	1	>8	5.00	1.90	1.19	0.68	0.48
	2	>8	3.81	1.71	1.08	0.63	0.45
	5	>8	3.02	1.48	0.98	0.59	0.42
	0.2	>8	>8	>8	2.75	1.11	0.71
	0.5	>8	>8	6.90	2.43	1.06	0.68
	1	>8	>8	5.22	2.14	0.98	0.64
	2	>8	>8	4.15	1.91	0.92	0.61

3	5	>8	>8	3.42	1.70	0.85	0.57
	0.2	>8	>8	>8	>8	1.77	0.98
3.5	0.5	>8	>8	>8	6.93	1.64	0.93
	1	>8	>8	>8	5.40	1.51	0.88
	2	>8	>8	>8	4.45	1.40	0.83
	5	>8	>8	>8	3.73	1.29	0.78
	0.2	>8	>8	>8	>8	3.15	1.37
4	0.5	>8	>8	>8	>8	2.83	1.30
	1	>8	>8	>8	>8	2.56	1.22
	2	>8	>8	>8	>8	2.32	1.16
	5	>8	>8	>8	>8	2.11	1.09
	0.2	>8	>8	>8	>8	>8	2.05
4.5	0.5	>8	>8	>8	>8	7.07	1.92
	1	>8	>8	>8	>8	5.86	1.79
	2	>8	>8	>8	>8	4.95	1.68
	5	>8	>8	>8	>8	4.27	1.58
	0.2	>8	>8	>8	>8	>8	3.44
5	0.5	>8	>8	>8	>8	>8	3.17
	1	>8	>8	>8	>8	>8	2.90
	2	>8	>8	>8	>8	>8	2.69
	5	>8	>8	>8	>8	>8	2.49

Tabla 10: Valores de T_{max} (horas) en función de las características del vestido y de la temperatura del aire para $M=115 \text{ w/m}^2$ y distintos valores de la velocidad del aire, V_{ar}

I_{cl} (clo)	V_{ar} (m/seg)	t_a					
		5°C	0°C	-5°C	-10°C	-20°C	-30°C
1.5	0.2	>8	2.33	1.10	0.73	0.44	0.31
	0.5	>8	1.83	0.95	0.64	0.40	0.29
	1	5.54	1.38	0.81	0.56	0.36	0.26
	2	3.20	1.13	0.69	0.50	0.32	0.24
	5	1.91	0.90	0.58	0.43	0.29	0.21
2	0.2	>8	>8	3.36	1.46	0.69	0.45
	0.5	>8	>8	2.56	1.26	0.63	0.42
	1	>8	>8	2.00	1.08	0.57	0.39
	2	>8	>8	1.60	0.94	0.51	0.35
	5	>8	>8	1.16	0.80	0.46	0.32
2.5	0.2	>8	>8	>8	5.00	1.16	0.66
	0.5	>8	>8	>8	3.71	1.05	0.61
	1	>8	>8	>8	2.77	0.95	0.57
	2	>8	>8	>8	2.23	0.84	0.52
	5	>8	>8	5.66	1.78	0.75	0.48
3	0.2	>8	>8	>8	>8	2.41	1.02
	0.5	>8	>8	>8	>8	2.09	0.94
	1	>8	>8	>8	>8	1.77	0.86
	2	>8	>8	>8	>8	1.56	0.79
	5	>8	>8	>8	>8	1.36	0.72
3.5	0.2	>8	>8	>8	>8	>8	1.74
	0.5	>8	>8	>8	>8	>8	1.57
	1	>8	>8	>8	>8	5.86	1.41
	2	>8	>8	>8	>8	4.34	1.28
	5	>8	>8	>8	>8	3.35	1.16

4	0.2	>8	>8	>8	>8	>8	4.02
	0.5	>8	>8	>8	>8	>8	3.36
	1	>8	>8	>8	>8	>8	2.86
	2	>8	>8	>8	>8	>8	2.48
	5	>8	>8	>8	>8	>8	2.15

Tabla 11. Valores de T_{max} (horas) en función de las características del vestido y de la temperatura del aire para $M = 145 \text{ w/m}^2$ y distintos valores de la velocidad del aire, V_{ar}

I_{cl} (clo)	V_{ar} (m/seg)	t_a					
		5°C	0°C	-5°C	-10°C	-20°C	-30°C
1	0.2	>8	1.46	0.78	0.53	0.28	0.23
	0.5	>8	1.14	0.65	0.46	0.27	0.21
	1	>8	0.88	0.55	0.40	0.26	0.19
	2	>8	0.69	0.45	0.34	0.23	0.17
	5	>8	0.53	0.37	0.28	0.19	0.15
1.5	0.2	>8	>8	3.18	1.25	0.57	0.37
	0.5	>8	>8	2.13	1.05	0.51	0.34
	1	>8	6.41	1.64	0.88	0.46	0.31
	2	>8	4.18	1.25	0.73	0.40	0.28
	5	>8	2.19	0.24	0.60	0.35	0.25
2	0.2	>8	>8	>8	6.41	1.16	0.61
	0.5	>8	>8	>8	5.78	1.01	0.56
	1	>8	>8	>8	3.42	0.88	0.50
	2	>8	>8	>8	2.38	0.78	0.46
	5	>8	>8	>8	1.71	0.66	0.41
2.5	0.2	>8	>8	>8	>8	4.02	1.09
	0.5	>8	>8	>8	>8	3.04	0.98
	1	>8	>8	>8	>8	2.36	0.88
	2	>8	>8	>8	>8	1.87	0.78
	5	>8	>8	>8	>8	1.49	0.70

3	0.2	>8	>8	>8	>8	>8	2.68
	0.5	>8	>8	>8	>8	>8	2.25
	1	>8	>8	>8	>8	>8	1.89
	2	>8	>8	>8	>8	>8	1.62
	5	>8	>8	>8	>8	>8	1.37
3.5	0.2	>8	>8	>8	>8	>8	>8
	0.5	>8	>8	>8	>8	>8	>8
	1	>8	>8	>8	>8	>8	>8
	2	>8	>8	>8	>8	>8	7.71
	5	>8	>8	>8	>8	>8	4.81

Tabla 12: Valores de T_{max} (horas) en función de las características del vestido y de la temperatura del aire para $M=200 \text{ w/m}^2$ y distintos valores de la velocidad del aire, V_{ar}

I_{cl} (clo)	V_{ar} (m/seg)	t_a					
		5°C	0°C	-5°C	-10°C	-20°C	-30°C
0.5	0.2	2.47	0.76	0.45	0.32	0.21	0.15
	0.5	1.40	0.60	0.38	0.28	0.18	0.14
	1	0.90	0.46	0.31	0.24	0.16	0.12
	2	0.60	0.35	0.25	0.19	0.13	0.10
	5	0.39	0.25	0.19	0.15	0.11	0.08
1	0.2	>8	>8	3.39	1.07	0.45	0.29
	0.5	>8	>8	2.04	0.86	0.40	0.26
	1	>8	>8	1.37	0.69	0.35	0.24
	2	>8	3.47	0.95	0.55	0.30	0.21
	5	>8	1.45	0.65	0.42	0.25	0.18
1.5	0.2	>8	>8	>8	>8	1.38	0.59
	0.5	>8	>8	>8	>8	1.13	0.53
	1	>8	>8	>8	>8	0.93	0.47
	2	>8	>8	>8	5.70	0.76	0.41
	5	>8	>8	>8	2.22	0.60	0.35

2	0.2	>8	>8	>8	>8	>8	1.69
	0.5	>8	>8	>8	>8	>8	1.41
	1	>8	>8	>8	>8	>8	1.17
	2	>8	>8	>8	>8	>8	0.98
	5	>8	>8	>8	>8	3.14	0.79
2.5	0.2	>8	>8	>8	>8	>8	>8
	0.5	>8	>8	>8	>8	>8	>8
	1	>8	>8	>8	>8	>8	>8
	2	>8	>8	>8	>8	>8	>8
	5	>8	>8	>8	>8	>8	4.16

Tabla 13: Valores de T_{max} (horas) en función de las características del vestido y de la temperatura del aire para $M=250 \text{ w/m}^2$ y distintos valores de la velocidad del aire, V_{ar}

I_{cl} (clo)	V_{ar} (m/seg)	t_a					
		5°C	0°C	-5°C	-10°C	-20°C	-30°C
0.5	0.2	>8	1.90	0.67	0.41	0.22	0.16
	0.5	>8	1.20	0.54	0.35	0.21	0.15
	1	1.61	0.80	0.43	0.29	0.18	0.13
	2	1.51	0.54	0.33	0.24	0.15	0.11
	5	0.66	0.34	0.23	0.18	0.12	0.09
1	0.2	>8	>8	>8	>8	0.73	0.37
	0.5	>8	>8	>8	4.71	0.63	0.34
	1	>8	>8	>8	2.13	0.53	0.30
	2	>8	>8	>8	1.30	0.43	0.27
	5	>8	>8	2.28	0.78	0.34	0.22
1.5	0.2	>8	>8	>8	>8	>8	1.27
	0.5	>8	>8	>8	>8	>8	1.06
	1	>8	>8	>8	>8	>8	0.88
	2	>8	>8	>8	>8	3.94	0.72
	5	>8	>8	>8	>8	1.71	0.56

2	0.2	>8	>8	>8	>8	>8	>8
	0.5	>8	>8	>8	>8	>8	>8
	1	>8	>8	>8	>8	>8	>8
	2	>8	>8	>8	>8	>8	>8
	5	>8	>8	>8	>8	>8	5.70