

2015

EVALUACIÓN DE RIESGOS EN INDUSTRIA HORTOFRUTÍCOLA

Universidad Miguel Hernández



Autora: Noelia Mateo Martínez
Tutor: José Antonio Martínez Egea
26/06/2015



ÍNDICE

1. RESUMEN.....	4
2. INTRODUCCIÓN	5
3. JUSTIFICACIÓN.....	6
4. OBJETIVOS.....	7
4.1. OBJETIVOS GENERALES	7
4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
5. RIESGOS LABORALES EN LA INDUSTRIA HORTOFRUTÍCOLA.....	8
5.1. Actividad de la empresa	8
5.2. Descripción de los lugares de trabajo.....	13
5.3. Puestos de trabajo.....	18
5.4. Equipos de trabajo.....	41
5.5. ESTUDIO HIGIÉNICO SOBRE RUIDO.....	41
5.5.1. Introducción	41
5.5.2. Metodología	42
5.5.3. Datos técnicos aparatos de medición.....	43
5.5.4. Resultados obtenidos.....	47
5.5.6. Medidas preventivas.....	54
5.6. ESTUDIO ERGONÓMICO MMC	55
5.6.1. Introducción	55
5.6.2. Metodología	55
5.6.3. Datos del puesto	56
5.6.4. Resultados obtenidos.....	58
5.6.5. Conclusiones	62
5.6.6. Medidas preventivas.....	62
5.7. ESTUDIO DE SEGURIDAD SOBRE RIESGO DE INCENDIO.....	63
5.7.1. Introducción	63
5.7.2. Descripción de dependencias	64
5.7.3. Estudio previo	69
5.7.4. Metodología empleada y resultados obtenidos.....	73
5.7.5. Medidas preventivas.....	76



EVALUACIÓN DE RIESGOS EN INDUSTRIA HORTOFRUTÍCOLA

5.7.6. Señalización	77
6. CONCLUSIONES	79
7. BIBLIOGRAFÍA.....	81
8. ANEXOS.....	83



1. RESUMEN.

En el presente TFM hemos desarrollado la evaluación de riesgos de una empresa perteneciente al sector hortofrutícola.

La empresa en concreto es S.A.T. 97 Blancasol, y se dedica a la elaboración y preparación de fruta de hueso y cítricos.

Dentro de la evaluación hemos hecho estudios pertenecientes a las tres especialidades de las que consta este máster:

- Estudio higiénico sobre exposición a ruido.
- Estudio ergonómico sobre manejo manual de cargas.
- Estudio de seguridad sobre riesgo de incendio.

Al final con los datos que hemos obtenido en las distintas evaluaciones hemos valorado la existencia o no existencia de riesgo, y en base a ello hemos elaborado una serie de medidas correctoras y planes de actuación que el empresario deberá llevar a cabo.

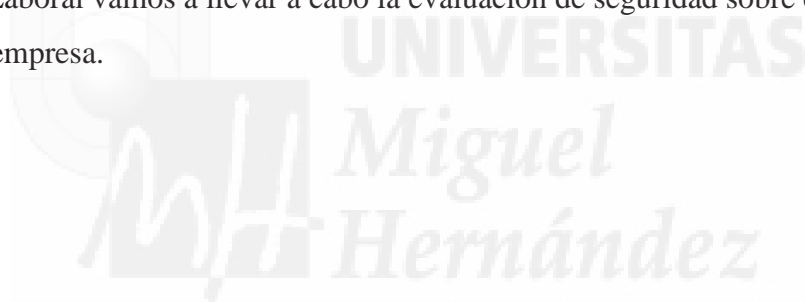
2. INTRODUCCIÓN.

En este Trabajo fin de Máster (en adelante TFM), realizaremos una descripción de la empresa (actividad que realiza, descripción de los distintos lugares, puestos y equipos de trabajo). Todo esto nos situará en el contexto necesario para poder desarrollar el estudio de las tres especialidades de las que consta este trabajo y este máster.

Perteneciente a la especialidad de Higiene Industrial, vamos a realizar un estudio higiénico sobre ruido.

En Ergonomía y Psicosociología realizaremos un estudio ergonómico sobre el manejo manual de cargas de uno de los puestos de trabajo (paletizador).

En Seguridad Laboral vamos a llevar a cabo la evaluación de seguridad sobre el riesgo de incendio en la empresa.



3. JUSTIFICACIÓN.

Con la realización de este TFM queremos obtener la titulación de técnico superior en Prevención de Riesgos Laborales.

Este TFM abarca aspectos de las tres especialidades preventivas (higiene, ergonomía y seguridad) para demostrar el dominio de los conceptos y técnicas básicas estudiadas y poner de manifiesto, durante el desarrollo de este trabajo, las competencias propias del ámbito de la prevención de riesgos laborales.

El trabajo presente recoge el análisis de la actividad llevada a cabo en el centro de trabajo de una empresa real (S.A.T. 97 Blancasol), perteneciente al sector hortofrutícola.



4. OBJETIVOS.

4.1. OBJETIVOS GENERALES.

Este Trabajo Fin de Máster ha sido elaborado con el fin de demostrar los conocimientos que he adquirido durante el desarrollo del máster de Prevención de Riesgos Laborales en este curso académico.

Este proyecto, tutorizado por José Antonio Martínez Egea, Ingeniero Industrial y Técnico Superior en las tres especialidades de Prevención de Riesgos Laborales en INVASSAT, pretende exponer cual sería el trabajo a realizar por un Técnico Superior en Prevención de Riesgos Laborales.

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Demostrar los conocimientos adquiridos en el máster.
- Realizar la evaluación completa de una empresa real.
- Desarrollar un estudio higiénico, ergonómico y de seguridad de forma detallada.

5. RIESGOS LABORALES EN LA INDUSTRIA HORTOFRUTÍCOLA.

5.1. Actividad de la empresa.

DATOS IDENTIFICATIVOS DE LA EMPRESA

Nombre: S.A.T. 97 BLANCASOL

CIF: V30048995

Domicilio: CTRA. JUMILLA, KM. 36, BLANCA (MURCIA)

Teléfono: 968776109

Email: informacion@blancasol.com

FAX: 968776098

Técnico Superior en PRL: Noelia Mateo Martínez

Sector empresarial: Agricultura

CNAE: 0112

Número de trabajadores: 138

DESCRIPCIÓN Y DIMENSIONES DE LA PARCELA.

En la figura 1 se puede observar la parcela del centro de trabajo de BLANCASOL, cuya superficie es 34.183 m². Se encuentra a una altitud de 236 metros, aproximadamente.

Las naves se sitúan al oeste de la parcela, quedando en blanco la zona este. La línea azul representa el contorno de la nave, actualizado en el año 2014.

La edificación se dispone en una parcela de 19.551 m², en la que se levantan 3 naves de 1500, 2100, y 1.150 m².

Todas las naves son de planta rectangular, y presentan un espacio interior diáfano de grandes dimensiones.



Figura 1. Fotografía aérea centro de trabajo de Blancasol.

Las dos naves situadas en el frente de la carretera de Jumilla (naves I y II), están anexas formando un único espacio interior. En ellas, se manipula y confecciona la fruta procedente de las explotaciones agrícolas, denominándose como área o zona de producción.

En estas mismas naves, se ubican seis cámaras de conservación, donde se almacena tanto la fruta que se recepciona como la fruta confeccionada.

También se localizan un muelle de descarga, y otro de carga para la expedición de la fruta confeccionada.

Posterior a dichas naves, se ubica la nave III, que es donde se almacenan las planchas de cartón y los envases vacíos, y se conforman las cajas que serán utilizadas en las confecciones.

EVALUACIÓN DE RIESGOS EN INDUSTRIA HORTOFRUTÍCOLA



Muelles de descarga (entrada fruta de campo)



Fachada principal

EVALUACIÓN DE RIESGOS EN INDUSTRIA HORTOFRUTÍCOLA



Interior del almacén de confección. CONFECCIÓN DE FRUTA



Muelle de expediciones

La fruta llega mediante transporte por carretera, se descarga en los diferentes muelles de descarga utilizándose carretillas y/o transpaletas.

Posteriormente la mercancía se almacena en cámaras frigoríficas para su conservación, o bien, se manipula directamente.

Si es fruta de hueso o cítricos se deposita, mediante volcadores automáticos, sobre el equipo calibrador, que automáticamente separa las piezas por tamaño, peso, etc., en función de las especificaciones de cliente. Posteriormente, la fruta clasificada es dispensada por las diferentes líneas donde los/as operario/as proceden a su envasado y paletizado.

Si la fruta es uva, ésta se vierte sobre las líneas y los/as operario/as proceden a su limpieza y envasado manual.

La carga se paletiza y posteriormente es flejada y conservada en la cámara frigorífica, para su posterior distribución.

La carga se distribuye mediante camiones frigorífico, que se cargan en los muelles refrigerados mediante carretilla elevadora o transpaleta.

SEGURIDAD ESTRUCTURAL

El centro de trabajo cumple con las condiciones de uso previstas en la normativa vigente, según RD486/97, ANEXO I:

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

5.2. Descripción de los lugares de trabajo.

Las dimensiones del centro de trabajo permiten que los trabajadores realicen su trabajo sin riesgos para su seguridad y salud y en condiciones ergonómicas aceptables.

Cumple con lo dispuesto en la normativa aplicable:

- 3 metros de altura desde el piso hasta el techo. No obstante, en locales comerciales, de servicios, oficinas y despachos, la altura podrá reducirse a 2,5 metros.
- 2 metros de superficie libre por trabajador.
- 10 metros cúbicos no ocupados por trabajador.

El espacio libre es conforme a la reglamentación vigente, en las zonas de trabajo habitual para realizar las funciones atribuidas, al disponer de una superficie libre superior a los 80 cm entre equipos de trabajo y entre estos y los elementos estructurales del recinto.

SUELOS

Las características del suelo del centro de trabajo cumple con lo establecido en la normativa aplicable RD486/97: fijo, estable y no resbaladizo, sin irregularidades ni pendientes peligrosas.

TABIQUES, VENTANAS Y VANOS

Las características de estos elementos cumplen con lo establecido en la normativa aplicable RD486/97: materiales seguros, señalizados, impidiendo que los trabajadores puedan lesionarse en caso de rotura.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

BOCAS DE INCENDIO EQUIPADAS						
Nº. ORD EN	Diámetr o Ø	Alcance (M)	PRESIÓN (BAR)	UBICACIÓN	MANTENIMIENTO	
					Instalación	Revisión
1	45 MM	20 METROS		PERIMETRO AREA ENVASADO FRUTA DE HUESTO / CITRICOS	2014	
2	45 MM	20 METROS		PERIMETRO AREA ENVASADO FRUTA DE HUESTO / CITRICOS	2014	
3	45 MM	20 METROS		PERIMETRO AREA ENVASADO FRUTA DE HUESTO / CITRICOS	2014	
4	45 MM	20 METROS		PERIMETRO AREA ENVASADO FRUTA DE HUESTO / CITRICOS	2014	
5	45 MM	20 METROS		PERIMETRO AREA ENVASADO FRUTA DE HUESTO / CITRICOS	2014	

EVALUACIÓN DE RIESGOS EN INDUSTRIA HORTOFRUTÍCOLA

6	45 MM	20 METROS		PERIMETRO AREA ENVASADO FRUTA DE HUESTO / CITRICOS	2014	
---	-------	-----------	--	---	------	--

EXTINTORES MANUALES							
Nº ORDEN	EQUIPO DE EXTINCIÓN	TIPO	CAPACIDA D (KG)	EFICACIA	UBICACIÓN	MANTENIMIENTO	
						Revisión	Fabricación
1	EXTINTOR MANUAL	CO2	5 KG		PERIMETRO AREA ENVASADO FRUTA DE HUESTO / CITRICOS		2014
2	EXTINTOR MANUAL	CO2	5 KG		PERIMETRO AREA ENVASADO FRUTA DE HUESTO / CITRICOS		2014
3	EXTINTOR MANUAL	POLVO ABC	6 KG		PERIMETRO AREA ENVASADO FRUTA DE HUESTO / CITRICOS		2014
4	EXTINTOR MANUAL	POLVO ABC	6 KG		PERIMETRO AREA ENVASADO FRUTA DE HUESTO / CITRICOS		2014

EVALUACIÓN DE RIESGOS EN INDUSTRIA HORTOFRUTÍCOLA

5	EXTINTOR MANUAL	POLVO ABC	6 KG		PERIMETRO AREA ENVASADO FRUTA DE HUESTO / CITRICOS		2014
6	EXTINTOR MANUAL	POLVO ABC	6 KG		PERIMETRO AREA ENVASADO FRUTA DE HUESTO / CITRICOS		2014
7	EXTINTOR MANUAL	POLVO ABC	6 KG		PERIMETRO AREA ENVASADO FRUTA DE HUESTO / CITRICOS		2014
8	EXTINTOR MANUAL	POLVO ABC	6 KG		PERIMETRO AREA ENVASADO FRUTA DE HUESTO / CITRICOS		2014
9	EXTINTOR MANUAL	POLVO ABC	6 KG		PERIMETRO AREA ENVASADO FRUTA DE HUESTO / CITRICOS		2014

EVALUACIÓN DE RIESGOS EN INDUSTRIA HORTOFRUTÍCOLA

10	EXTINTOR MANUAL	POLVO ABC	6 KG		PERIMETRO AREA ENVASADO FRUTA DE HUESTO / CITRICOS	2014
11	EXTINTOR MANUAL	POLVO ABC	6 KG		PERIMETRO AREA ENVASADO FRUTA DE HUESTO / CITRICOS	2014
12	EXTINTOR MANUAL	POLVO ABC	6 KG		PERIMETRO AREA ENVASADO FRUTA DE HUESTO / CITRICOS	2014

MATERIAL DE PRIMEROS AUXILIOS

El centro de trabajo dispone de botiquines de primeros auxilios, con contenido mínimo: desinfectantes y antisépticos autorizados, gasas estériles, algodón hidrófilo, venda, esparadrapo, apósitos adhesivos, tijeras, pinzas y guantes desechables.

LOCALES DE PRIMEROS AUXILIOS

La empresa debe disponer de un lugar destinado a los primeros auxilios y otras atenciones sanitarias, dotado con botiquín, camilla y fuente de agua potable, conforme a la normativa aplicable (RD486/97, Anexo VI)

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

El empresario debe proporcionar a sus trabajadores equipos de protección individual adecuados para el desempeño de sus funciones, así como velar por su uso efectivo.

5.3. Puestos de trabajo.

Puesto de trabajo

OPERARIO MANIPULACION MECÁNICA DE CARGAS

ÁREA/SECCIÓN

GENERAL

1. TAREAS GENERALES DEL PUESTO

Las distintas tareas y operaciones, se realizan desde una transpaletas, siendo su función principal la de cargar, trasladar o/y descargar cargas en distintas áreas de la empresa. Dependiendo del área o sección donde sea destinado el operario, las tareas podrán ser:

- Traslado de envases vacíos a áreas de envasado.
- Traslado de producto confeccionado a zona de cámaras o a líneas.
- Carga de producto confeccionado a camiones para su expedición.
- Carga y descarga de diferentes materiales (cartón, palet con destríos, etc.).

Equipos Manipulación mecánica de cargas:
Carretilla elevadora, apilador, transpaletas.

EPI's Requeridos en el Puesto



AGENTES Y/O SUSTANCIAS QUÍMICAS EMPLEADAS

Las tareas del puesto de trabajo no requiere el empleo de productos químicos.

EMPLEO DE PRODUCTOS, MATERIAS PRIMAS Y/O MATERIALES AUXILIARES

- Envases de plástico, cartón o madera.
- Palet de madera.
- Materiales auxiliares

HORARIOS Y PERIODOS DE ACTIVIDAD

- La jornada de trabajo es de 8 horas, aunque el puesto requiere alternar tareas en otros puestos para el cumplimiento del plan de rotación de tareas establecido en la empresa.
- La campaña de fruta tiene una duración estimada de 3 meses, de mayo a julio.

2. ORGANIGRAMA DEL PUESTO

Depende directamente del encargado de almacén. No dispone de personal a su cargo.

3. EXPERIENCIA REQUERIDA EN EL PUESTO

Se precisa de experiencia para desempeñar el puesto de trabajo, tras realizar un curso de formación.

4. FORMACION REQUERIDA EN EL PUESTO

- Prevención de Riesgos Laborales del puesto de trabajo.
- Seguridad y manejo de equipos manipulación manual de cargas.

Puesto de trabajo

TRÍA

ÁREA/SECCIÓN**CONFECCIÓN DE FRUTA****1. TAREAS GENERALES DEL PUESTO**

El puesto se ubica en un área posterior al volcado manual o automático, y la tarea consiste en introducir en los toboganes dispuestos en las mesas de selección, las piezas de fruta que presenten defectos. Los criterios de selección de fruta o cítricos son establecidos previamente por la empresa.

Cinta transportadora de rodillos con toboganes para separar la fruta.

EPI's Requeridos en el Puesto**AGENTES Y/O SUSTANCIAS QUÍMICAS EMPLEADAS**

Las tareas del puesto no requiere el empleo de agentes o sustancias químicas.

EMPLEO DE PRODUCTOS, MATERIAS PRIMAS Y/O MATERIALES AUXILIARES

Piezas de fruta, y distintos tipos y formatos de envases.

HORARIOS Y PERIODOS DE ACTIVIDAD

- La jornada de trabajo es de 8 horas, aunque el puesto requiere alternar tareas en otros puestos para el cumplimiento del plan de rotación de tareas establecido en la empresa.

2. ORGANIGRAMA DEL PUESTO

Depende directamente del encargado de almacén. No dispone de personal a su cargo.

3. EXPERIENCIA QUE SE REQUERIERE EN EL PUESTO

Se precisa de una experiencia de un mes, desempeñando el puesto de trabajo.

4. FORMACION REQUERIDA EN EL PUESTO

- * Prevención de Riesgos Laborales del puesto de trabajo.
- * Seguridad e higiene en almacenes de confección de frutas (15 horas)

Puesto de trabajo

ENVASADO FRUTA

ÁREA/SECCIÓN

CONFECCIÓN DE FRUTA

1. TAREAS GENERALES DEL PUESTO

La fruta procedente del calibrador, es conducida mediante una cinta al área de envasado, para ser introducida manualmente en envases. Las tareas del puesto, dependerán del tipo de confección que se esté realizando, existiendo principalmente 2 tipos:

- Confección mediante encajado: La tarea consiste en colocar o encajar los frutos o cítricos en un envase, principalmente con alvéolos, que ha sido previamente dispuesto en una mesa o atril.
- Confección con cintas: La trabajadora se dispone en un área donde coinciden dos cintas transportadoras, una con piezas de fruta procedentes del calibrador, y una cinta con envases vacíos, o con cestas (tarrinas). La función de la operaria, es distribuir homogéneamente los frutos en el interior de los envases o en las cestas, pudiendo controlar la marcha o parada de una de las cintas.

Los/as trabajadores/as del puesto no utilizan equipos de trabajo

EPI's Requeridos en el Puesto



AGENTES Y/O SUSTANCIAS QUÍMICAS EMPLEADAS

Las tareas del puesto no requiere el empleo de agentes o sustancias químicas.

EMPLEO DE PRODUCTOS, MATERIAS PRIMAS Y/O MATERIALES AUXILIARES

Piezas de fruta, y distintos tipos y formatos de envases.

HORARIOS Y PERIODOS DE ACTIVIDAD

- La jornada de trabajo es de 8 horas, aunque el puesto requiere alternar tareas en otros puestos para el cumplimiento del plan de rotación de tareas establecido en la empresa.

2. ORGANIGRAMA DEL PUESTO

Depende directamente del encargado de almacén. No dispone de personal a su cargo.

3. EXPERIENCIA QUE SE REQUERIERE EN EL PUESTO

Se precisa de una experiencia de un mes, desempeñando el puesto de trabajo.

4. FORMACION REQUERIDA EN EL PUESTO

- * Prevención de Riesgos Laborales del puesto de trabajo.
- * Seguridad e higiene en almacenes de confección de frutas (15 horas)

Puesto de trabajo

ALIMENTACIÓN DE ENVASES

ÁREA/SECCIÓN

CONFECCIÓN DE FRUTA

1. TAREAS GENERALES DEL PUESTO

El puesto puede ubicarse en el área del calibrador, o en la máquina de enmallado.

* La alimentación en el calibrador, consiste en alimentar manualmente de envases las líneas de envasado. Para ello, los envases son depositados en los toboganes del calibrador.

Dependiendo de la confección que se vaya a realizar, la operación puede requerir distintas tareas. Los envases pueden depositarse vacíos en la cinta, o introducir previamente en su interior cestas vacías de plástico, o con alvéolos.

* La alimentación del enmallado, consiste en alimentar manualmente de envases las máquinas encajadoras del enmallado. Para ello, se deposita envases vacíos en los toboganes de las máquinas encajadoras.

Los/as trabajadores/as del puesto no utilizan equipos de trabajo

EPI's Requeridos en el Puesto



AGENTES Y/O SUSTANCIAS QUÍMICAS EMPLEADAS

Las tareas del puesto no requiere el empleo de agentes o sustancias químicas.

EMPLEO DE PRODUCTOS, MATERIAS PRIMAS Y/O MATERIALES AUXILIARES

Envases de cartón y materiales auxiliares como cestas o tarrinas y alvéolos de plástico.

HORARIOS Y PERIODOS DE ACTIVIDAD

- La jornada de trabajo es de 8 horas, aunque el puesto requiere alternar tareas en otros puestos para el cumplimiento del plan de rotación de tareas establecido en la empresa.

2. ORGANIGRAMA DEL PUESTO

Depende directamente del encargado de almacén. No dispone de personal a su cargo.

3. EXPERIENCIA QUE SE REQUIERE EN EL PUESTO

No se precisa de experiencia para desempeñar el puesto de trabajo.

4. FORMACION REQUERIDA EN EL PUESTO

Prevención de Riesgos Laborales del puesto de trabajo.

Puesto de trabajo

PALETIZADO MANUAL

ÁREA/SECCIÓN

GENERAL

1. TAREAS GENERALES DEL PUESTO

La fruta o cítricos que es envasada y depositada en una cinta transportadora, es retirada por un operario y la apila sobre un palet hasta alcanzar el peso y la altura óptima para su expedición. El peso de los envases y sus dimensiones, son los siguientes: 2 Kg (30x20x11 cm), 4 Kg (50x30x9 cm), 5 Kg (40x30x11 cm), 6 Kg (50x30x12 cm), 10/15 Kg (50x33x14 cm)

Cinta transportadora de roldanas

EPI's Requeridos en el Puesto



AGENTES Y/O SUSTANCIAS QUÍMICAS EMPLEADAS

Las tareas del puesto de trabajo no requiere el empleo de agentes o sustancias químicas.

EMPLEO DE PRODUCTOS, MATERIAS PRIMAS Y/O MATERIALES AUXILIARES

Envases de cartón, madera y plástico, Palet de madera.

HORARIOS Y PERIODOS DE ACTIVIDAD

- La jornada de trabajo es de 8 horas, aunque el puesto requiere alternar tareas en otros puestos para el cumplimiento del plan de rotación de tareas establecido en la empresa.
- La campaña de fruta tiene una duración estimada de 3 meses, de mayo a julio.

2. ORGANIGRAMA DEL PUESTO

Depende directamente del encargado de almacén. No dispone de personal a su cargo.

3. EXPERIENCIA REQUERIDA EN EL PUESTO

No se precisa de experiencia para desempeñar el puesto de trabajo.

4. FORMACION REQUERIDA EN EL PUESTO

Prevención de Riesgos Laborales del puesto de trabajo.
Manipulación manual de cargas.

Puesto de trabajo

APILADO CAJAS VACÍAS

ÁREA/SECCIÓN

ALMACÉN

1. TAREAS GENERALES DEL PUESTO

- La tarea consiste en recoger manualmente las cajas vacías que expulsa el volcador automático a un tobogán, y las apila sobre la base de un palet.
- Cuando el paletizado se ha completado es atado manualmente con una cuerda.
- Cuando el operario de transporte interno se lleva el palet completado, el operario coloca un palet vacío desde una pila de palets.

EPI's Requeridos en el Puesto



AGENTES Y/O SUSTANCIAS QUÍMICAS EMPLEADAS

Las tareas del puesto de trabajo no requiere el empleo de agentes o sustancias químicas.

EMPLEO DE PRODUCTOS, MATERIAS PRIMAS Y/O MATERIALES AUXILIARES

Envases de plástico.

2. ORGANIGRAMA DEL PUESTO

Depende directamente del encargado de almacén. No dispone de personal a su cargo.

3. EXPERIENCIA REQUERIDA EN EL PUESTO

No se precisa de experiencia para desempeñar el puesto de trabajo.

4. FORMACION REQUERIDA EN EL PUESTO

Prevención de Riesgos Laborales del puesto de trabajo.

Manipulación manual de cargas.

Puesto de trabajo

ETIQUETADO

ÁREA/SECCIÓN

GENERAL

1. TAREAS GENERALES DEL PUESTO

La tarea consiste en colocar etiquetas en los envases de los paletizados confeccionados.

Escalera con ruedas.

EPI's Requeridos en el Puesto



AGENTES Y/O SUSTANCIAS QUÍMICAS EMPLEADAS

Las tareas del puesto no requiere el empleo de agentes o sustancias químicas.

EMPLEO DE PRODUCTOS, MATERIAS PRIMAS Y/O MATERIALES AUXILIARES

Envases de cartón, madera y plástico.

HORARIOS Y PERIODOS DE ACTIVIDAD

- La jornada de trabajo es de 8 horas, aunque el puesto requiere alternar tareas en otros puestos para el cumplimiento del plan de rotación de tareas establecido en la empresa.

2. ORGANIGRAMA DEL PUESTO

Depende directamente del Encargado de almacén y del Gerente. No dispone de personal a su cargo.

3. EXPERIENCIA REQUERIDA EN EL PUESTO

Se precisa una experiencia mínima de 7 días para desempeñar el puesto de trabajo.

4. FORMACION REQUERIDA EN EL PUESTO

Prevención de Riesgos Laborales del puesto de trabajo.

Puesto de trabajo

GRAPADO ETIQUETAS

ÁREA/SECCIÓN

GENERAL

1. TAREAS GENERALES DEL PUESTO

La tarea consiste en grapar una etiqueta sobre la caja de madera que se encuentra paletizada.

Equipos de trabajo utilizados

FOTO DEL PUESTO

Requiere el uso de una grapadora neumática.



EPI's Requeridos en el Puesto



AGENTES Y/O SUSTANCIAS QUÍMICAS EMPLEADAS

Las tareas del puesto no requiere el empleo de agentes o sustancias químicas.

EMPLEO DE PRODUCTOS, MATERIAS PRIMAS Y/O MATERIALES AUXILIARES

Envases de cartón, madera y plástico.

HORARIOS Y PERIODOS DE ACTIVIDAD

- Un turno de 8h. Campaña de cítricos.

2. ORGANIGRAMA DEL PUESTO

En dependencia del jefe de planta.

3. EXPERIENCIA REQUERIDA EN EL PUESTO

No requiere experiencia previa.

4. FORMACION REQUERIDA EN EL PUESTO

Prevención de Riesgos Laborales del puesto de trabajo.

Puesto de trabajo

ALIMENTACIÓN flow-pack

ÁREA/SECCIÓN

CONFECCIÓN DE FRUTA

1. TAREAS GENERALES DEL PUESTO

El puesto se ubica en la entrada de la máquina de Flow-Pack, y la tarea consiste en coger cestas o tarrinas con fruta alimentar la máquina de Flow-pack. Las operaciones elementales y secuenciales de la tarea son:

- Coger manualmente de un envase de cartón tarrinas con fruta o cítricos.
- Deposita individualmente tarrinas o cestas de fruta en la cinta transportadora de alimentación de la máquina.

Cinta transportadora de maquina de Flow-pack

EPI's Requeridos en el Puesto



AGENTES Y/O SUSTANCIAS QUÍMICAS EMPLEADAS

Las tareas del puesto no requiere el empleo de agentes o sustancias químicas.

EMPLEO DE PRODUCTOS, MATERIAS PRIMAS Y/O MATERIALES AUXILIARES

Tarrinas o bolsas de plástico, y envases de cartón

HORARIOS Y PERIODOS DE ACTIVIDAD

- La jornada de trabajo es de 8 horas, aunque el puesto requiere alternar tareas en otros puestos para el cumplimiento del plan de rotación de tareas establecido en la empresa.

2. ORGANIGRAMA DEL PUESTO

Depende directamente del encargado de almacén. No dispone de personal a su cargo.

3. EXPERIENCIA QUE SE REQUERIERE EN EL PUESTO

No se precisa de experiencia para desempeñar el puesto de trabajo.

4. FORMACION REQUERIDA EN EL PUESTO

Prevención de Riesgos Laborales del puesto de trabajo.
Higiene Alimentaria. Manipulación de alimentos.

Puesto de trabajo

ENCAJADO ENVASES flow-pack

ÁREA/SECCIÓN

CONFECCIÓN DE FRUTA

1. TAREAS GENERALES DEL PUESTO

La tarea consiste en coger cestas o tarrinas embolsadas de la mesa rotativa situada al final del equipo de Flow-Pack y colocarlas en envases situados en la línea de rodillos de envases vacíos. Cuando la caja se completa, el operario de apilado manual la retira, y el operario de encajado arrastra un envase vacío de la línea de rodillos y lo coloca en la proximidad.

Cinta transportadora de maquina de Flow-pack

EPI's Requeridos en el Puesto



AGENTES Y/O SUSTANCIAS QUÍMICAS EMPLEADAS

Las tareas del puesto no requiere el empleo de agentes o sustancias químicas.

EMPLEO DE PRODUCTOS, MATERIAS PRIMAS Y/O MATERIALES AUXILIARES

Tarrinas o bolsas de plástico, y envases de cartón

HORARIOS Y PERIODOS DE ACTIVIDAD

- La jornada de trabajo es de 8 horas, aunque el puesto requiere alternar tareas en otros puestos para el cumplimiento del plan de rotación de tareas establecido en la empresa.

2. ORGANIGRAMA DEL PUESTO

Depende directamente del encargado de almacén. No dispone de personal a su cargo.

3. EXPERIENCIA QUE SE REQUIERE EN EL PUESTO

No se precisa de experiencia para desempeñar el puesto de trabajo.

4. FORMACION REQUERIDA EN EL PUESTO



EVALUACIÓN DE RIESGOS EN INDUSTRIA HORTOFRUTÍCOLA

Prevención de Riesgos Laborales del puesto de trabajo.

Higiene Alimentaria. Manipulación de alimentos.



Puesto de trabajo

CONTROL DE CALIDAD

ÁREA/SECCIÓN

GENERAL

1. TAREAS GENERALES DEL PUESTO

Las tareas a realizar en este puesto de trabajo son las siguientes:

- Toma de muestra de fruta en la entrada, mesa de tría y en cámara frigorífica.
- Medida de color, calibre, dureza (penetromía). Detección de defectos, enfermedades, etc.
- Control de parámetros de recolección, golpes, despezonamiento, etc.
- Análisis químico de acidez mediante marcador fenoltaleína e hidróxido de sodio.
- Uso de ordenador para el registro de entrada, elaboración de etiquetas e imprimirlas.
- Toma de muestra y control de peso en envases confeccionados.
- Elaboración de test de vida.

Ordenador e instrumental como refractómetro, penetrómetro, anillas y calibrador

EPI's Requeridos en el Puesto



AGENTES Y/O SUSTANCIAS QUÍMICAS EMPLEADAS

Puede emplearse hidróxido de sodio para el cálculo de la acidez

EMPLEO DE PRODUCTOS, MATERIAS PRIMAS Y/O MATERIALES AUXILIARES

Diferentes envases y piezas de fruta

2. ORGANIGRAMA DEL PUESTO

Depende directamente del Gerente y del encargado de almacén. Por motivos de producción, el puesto pueden ocuparlo 2 trabajadores/as.

3. EXPERIENCIA REQUERIDA EN EL PUESTO

Se precisa una experiencia de 3 meses desempeñando tareas del puesto de trabajo.

4. FORMACION REQUERIDA EN EL PUESTO

- * Prevención de Riesgos Laborales del puesto de trabajo.
- * Módulo superior de Industrias Alimentarias.

Puesto de trabajo

OPERARIA MAQUINA ENMALLADORA

ÁREA/SECCIÓN

CONFECCIÓN DE FRUTA

1. TAREAS GENERALES DEL PUESTO

La tarea consiste en supervisar el funcionamiento general de la máquina enmalladora. Para ello, la operaria controla el peso de las tarrinas o cestas con fruta o cítricos, y maniobra el equipo de trabajo. Realiza sustituciones de mallas, flejes y alimentación de etiquetas (corbatas).

Máquina Enmalladora

EPI's Requeridos en el Puesto



AGENTES Y/O SUSTANCIAS QUÍMICAS EMPLEADAS

Las tareas del puesto no requiere el empleo de agentes o sustancias químicas.

EMPLEO DE PRODUCTOS, MATERIAS PRIMAS Y/O MATERIALES AUXILIARES

Envases de plástico (tarrinas), mallas de plástico y etiquetas.

HORARIOS Y PERIODOS DE ACTIVIDAD

- La jornada de trabajo es de 8 horas, aunque el puesto requiere alternar tareas en otros puestos para el cumplimiento del plan de rotación de tareas establecido en la empresa.

2. ORGANIGRAMA DEL PUESTO

Depende directamente del encargado de almacén. No dispone de personal a su cargo.

3. EXPERIENCIA REQUERIDA EN EL PUESTO

Se requiere una experiencia mínima de 1 mes en el uso de máquinas enmalladoras.

4. FORMACION REQUERIDA EN EL PUESTO

- * Prevención de Riesgos Laborales del puesto de trabajo.
- * Seguridad e higiene en almacenes de confección de frutas (15 horas).

Puesto de trabajo

CONFORMADORA DE CARTÓN

ÁREA/SECCIÓN

GENERAL

1. TAREAS GENERALES DEL PUESTO

La tarea básica del puesto, consiste en alimentar con planchas de cartón, la máquina conformadora de cajas de cartón, para que dichos envases sean utilizados en la confección de productos.

- Máquina conformadora de cajas
- Transpaleta eléctrica

EPI's Requeridos en el Puesto



AGENTES Y/O SUSTANCIAS QUÍMICAS EMPLEADAS

El Puesto requiere el empleo de adhesivo termo fusible

EMPLEO DE PRODUCTOS, MATERIAS PRIMAS Y/O MATERIALES AUXILIARES

- Planchas de cartón y envases conformados de cartón.
- Palet de madera.

HORARIOS Y PERIODOS DE ACTIVIDAD

- La jornada de trabajo es de 8 horas, aunque el puesto requiere alternar tareas en otros puestos para el cumplimiento del plan de rotación de tareas establecido en la empresa.
- El puesto es desarrollado en todas las campaña de trabajo.

2. ORGANIGRAMA DEL PUESTO

Depende directamente del encargado de almacén. No dispone de personal a su cargo.

3. EXPERIENCIA REQUERIDA EN EL PUESTO

Se precisa de una experiencia mínima de 15 días para desempeñar el puesto de trabajo.

4. FORMACION REQUERIDA EN EL PUESTO

- Prevención de Riesgos Laborales del puesto de trabajo.

Puesto de trabajo**OPERARIO MANTENIMIENTO****ÁREA / SECCIÓN****FRUTA DE HUESO / CÍTRICOS****1. TAREAS GENERALES DEL PUESTO**

-La tarea consiste en el mantenimiento de los equipos de trabajo (calibrador, cinta, rodillos,...), así como el mantenimiento básico de cuadros eléctricos, cableado de la instalación y de cámaras frigoríficas (sustitución de luminarias, corrección de guía de puerta, comprobación de niveles, etc.).

-Por otra parte también incluye el mantenimiento básico de equipos a presión (purga, niveles de presión,...) y de equipos de transporte interno (lubricación y sustitución de neumáticos).

-Equipo de soldadura de arco eléctrico.
Atornillador eléctrico, taladro y amoladora.
Hidrolimpiadora. Inst. de equipos a presión.
Plataforma elevadora móvil de personal articulada.

**EPI's Requeridos en el Puesto**

-Calzado de seguridad. Guantes de cuero.
Protector ocular. Arnés anticaída.

AGENTES Y/O SUSTANCIAS QUÍMICAS EMPLEADAS

-Aceites, grasas y desengrasante.

HORARIOS Y PERIODOS DE ACTIVIDAD

-Un turno de 8h.

2. ORGANIGRAMA DEL PUESTO

-En dependencia directa del jefe de planta.

3. EXPERIENCIA QUE SE REQUERIERE EN EL PUESTO

-Experiencia mínima de 1 año en un puesto de similar características.

4. FORMACION REQUERIDA EN EL PUESTO

-Formación en PRL específica del puesto de trabajo.

Puesto de trabajo

RESPONSABLE DE EXPEDICIONES

ÁREA/SECCIÓN

GENERAL

1. TAREAS GENERALES DEL PUESTO

La tarea básica del puesto, consiste en finalizar y organizar las confecciones realizadas en el área de producción para su expedición.

Transpaletas eléctricas.

Máquina flejadora.

Ordenador (PC).

EPI's Requeridos en el Puesto



AGENTES Y/O SUSTANCIAS QUÍMICAS EMPLEADAS

Las tareas del puesto no requiere el empleo de agentes o sustancias químicas.

EMPLEO DE PRODUCTOS, MATERIAS PRIMAS Y/O MATERIALES AUXILIARES

Paletizados de productos confeccionados

HORARIOS Y PERIODOS DE ACTIVIDAD

- La jornada de trabajo es de 8 horas.

2. ORGANIGRAMA DEL PUESTO

Depende directamente del encargado de almacén y del Gerente. Puede disponer de personal a su cargo.

3. EXPERIENCIA REQUERIDA EN EL PUESTO / AUTORIZACIONES

Se precisa de una experiencia mínima de 6 meses.

4. FORMACION REQUERIDA EN EL PUESTO

- Prevención de Riesgos Laborales del puesto de trabajo.
- Seguridad y manejo de carretillas elevadoras y transpaletas eléctricas.

Puesto de trabajo

ADMINISTRACIÓN

ÁREA/SECCIÓN

OFICINAS

1. TAREAS GENERALES DEL PUESTO

Las tareas del puesto son desarrolladas por varias personas, y corresponden a tareas administrativas como: Contabilidad de la empresa, Relaciones laborales, Atención de clientes y visitas, Gestión comercial, Facturación.

- Equipos informáticos
- Telefonía y fax
- Impresoras, etc.



EPI's Requeridos en el Puesto

No es preciso el empleo de EPI's

AGENTES Y/O SUSTANCIAS QUÍMICAS EMPLEADAS

Las tareas del puesto no requiere el empleo de agentes o sustancias químicas.

EMPLEO DE PRODUCTOS, MATERIAS PRIMAS Y/O MATERIALES AUXILIARES

Material fungible de oficina como papel, tinta de impresora, útiles de escritura

HORARIOS Y PERIODOS DE ACTIVIDAD

- La jornada de trabajo es de 8 horas. Las tareas del puesto son distribuidas entre varios el personal de administración.

2. ORGANIGRAMA DEL PUESTO

Depende directamente del Gerente.

3. EXPERIENCIA QUE SE REQUERIERE EN EL PUESTO

La experiencia requerida depende la tarea concreta.

4. FORMACION REQUERIDA EN EL PUESTO

Prevención de Riesgos Laborales del puesto de trabajo. Trabajo en oficinas.

Puesto de trabajo

TÉCNICO CONTROL CALIBRADOR

ÁREA/SECCIÓN

CALIBRADOR

Las tareas de este puesto de trabajo consiste en las siguientes:

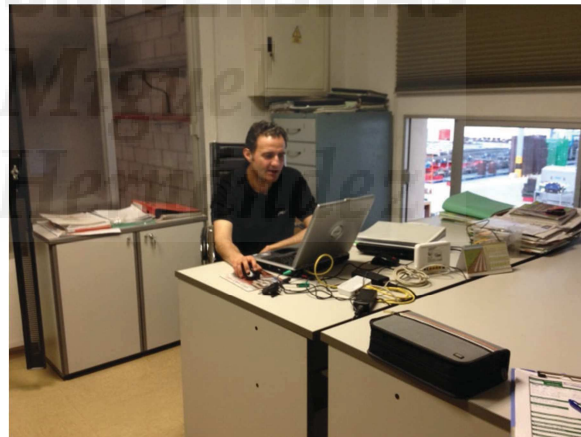
- Mantenimiento de equipos informáticos, servidor, red wifi. Limpieza del interior de los equipos, sustitución de piezas averiadas, etc.
- Control de los parámetros del calibrador y de variables de control.
- Instalación de software (antivirus, paquete ofimático, etc.).
- Instalación de cable de red ocasionalmente.
- PDV: más de 5 horas por turno.

- Equipos informáticos (ordenador, impresora, ...).
- Equipo de control de calibrador.
- Equipo a presión.

EPI's Requeridos en el Puesto



PROTECCION OBLIGATORIA DE LA VISTA



-Dependencia directa del jefe de planta.

-Ingeniero técnico informático.

Puesto de trabajo

OPERARIO AGRICOLA

ÁREA/SECCIÓN

CAMPO

1. TAREAS GENERALES DEL PUESTO

RECOLECCIÓN DE FRUTA DE HUESO Y CLAREO

Recogida manual de frutas. El/La trabajador/a lleva colgado en el hombro un capazo de plástico donde deposita los frutos una vez recolectados del árbol. Cuando el capazo se encuentra lleno, traspasa su contenido a envases de campo.

CLAREO DE FRUTOS

Eliminación de pequeños frutos para que el resto adquieran un calibre óptimo, la tarea es similar a la recolección de fruta, pero el fruto lo tiran directamente al suelo.

No emplean equipos de trabajo, aunque si herramientas con tijeras de corte.

EPI's Requeridos en el Puesto**AGENTES Y/O SUSTANCIAS QUÍMICAS EMPLEADAS**

Las tareas del puesto de trabajo no requiere el empleo de productos químicos.

EMPLEO DE PRODUCTOS, MATERIAS PRIMAS Y/O MATERIALES AUXILIARES

Envases de plástico para la recolección y planchetas.

HORARIOS Y PERIODOS DE ACTIVIDAD

La jornada de trabajo es de 8 horas.

2. ORGANIGRAMA DEL PUESTO

Depende directamente del Técnico o del quien él delegue.

3. EXPERIENCIA REQUERIDA EN EL PUESTO

No es preciso experiencia para desarrollar la tarea.

4. FORMACION REQUERIDA EN EL PUESTO

- Prevención de Riesgos Laborales del puesto de trabajo.
- Seguridad laboral e higiene para los peones agrícolas (25 horas).

Puesto de trabajo

TÉCNICO AGRICOLA

ÁREA/SECCIÓN

GENERAL

1. TAREAS GENERALES DEL PUESTO

Las tareas básicas, o principales, son:

- Asesoramiento técnico-agronómico de las explotaciones agrarias.
- Control de ejecución de normas internacionales demandadas por los clientes.
- Supervisión de las normas de calidad y elaboración de registros.
- Previsión de personal según actividades.
- Previsión de cosechas.
- Coordinación de ensayos en campo sobre nuevas variedades.

- Equipos informáticos.
- Calibrador manual.
- Medidor de azúcar.
- Navaia.



EPI's Requeridos en el Puesto

No es preciso el empleo de EPI's

AGENTES Y/O SUSTANCIAS QUÍMICAS EMPLEADAS

Las tareas del puesto no requiere el empleo de agentes o sustancias químicas.

EMPLEO DE PRODUCTOS, MATERIAS PRIMAS Y/O MATERIALES AUXILIARES

Material fungible de oficina como papel, tinta de impresora, útiles de escritura

HORARIOS Y PERIODOS DE ACTIVIDAD

- La jornada de trabajo es de 8 horas. Las tareas del puesto son distribuidas entre varios el personal de administración.

2. ORGANIGRAMA DEL PUESTO

Depende directamente del Gerente.

3. EXPERIENCIA QUE SE REQUERIERE EN EL PUESTO

Se requiere una experiencia mínima de 3 años.

4. FORMACION REQUERIDA EN EL PUESTO

Prevención de Riesgos Laborales del puesto de trabajo. Trabajo en oficinas.

5.4. Equipos de trabajo.

Información disponible en Anexo 1.

5.5. ESTUDIO HIGIÉNICO SOBRE RUIDO.

5.5.1. Introducción.

Cabe destacar que el ruido tiene importantes efectos no solo sobre el pabellón auditivo, sino también efectos sobre el sistema respiratorio, el sistema cardiovascular, aparato digestivo y muscular, e incluso la visión.

El objetivo de esta parte del TFM, de carácter preventivo, es ser un instrumento para que el empresario pueda cumplir con sus obligaciones de controlar y reducir, en su caso, el nivel sonoro de los puestos de trabajo en el origen del mismo prioritariamente, es decir, reduciendo la emisión de ruido de la fuente sonora, al más bajo nivel posible.

Se han elegido estos puestos de trabajo, a lo largo de la línea del calibrador automático, por la percepción subjetiva que se tuvo de riesgo sonoro.

La situación del aparato de medición (dosímetro), en cada una de las mediciones efectuadas, ha sido a la altura del aparato auditivo del operario en ausencia del mismo, realizando las mediciones en su puesto de trabajo y zona de tránsito por el mismo en condiciones normales.

Las mediciones efectuadas se consideran ponderadas para un tiempo normal de 8 horas al día de trabajo en jornada laboral normal, efectuadas las ponderaciones oportunas según las indicaciones del instrumento de medición (indicadas por el fabricante) y la normativa aplicable, en las condiciones habituales menos favorables a las que el trabajador puede estar expuesto (anexos 2, 3, 4, 5, 6 y 7).

5.5.2. Metodología.

La metodología aplicable, a este estudio viene determinada por el R.D. 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.

Consiste en la medición del ruido representativa de las condiciones de exposición al mismo y deberán permitir la determinación del nivel diario equivalente y del nivel de pico.

Valores límite de exposición:

$L_{Aeq,d} = 87 \text{ dB(A)}$ y $L_{pico} = 140 \text{ dB (C)}$

Valores superiores de exposición que dan lugar a una acción:

$L_{Aeq,d} = 85 \text{ dB(A)}$ y $L_{pico} = 137 \text{ dB (C)}$

Valores inferiores de exposición que dan lugar a una acción:

$L_{Aeq,d} = 80 \text{ dB(A)}$ y $L_{pico} = 135 \text{ dB (C)}$

Al aplicar los valores límite de exposición, en la determinación de la exposición real del trabajador al ruido, se tendrá en cuenta la atenuación que procuran los protectores auditivos individuales utilizados por los trabajadores. Para los valores de exposición que dan lugar a una acción no se tendrán en cuenta los efectos producidos por dichos protectores.

5.5.3. Datos técnicos aparatos de medición.

<u>DENOMINACIÓN</u>		<u>CALIBRADOR I</u>		
Características:	Marca:	CASELLA - CEL	Modelo:	CEL-110/2
	Clase:	2L	Nº Serie:	036463
	Micrófono:	COUPLER (1/4")	Modelo:	CEL-250
	UNE-EN			60942:2003
	Fecha Última verificación:			22/12/2014
<u>Fabricación</u>	Cumple con la directiva:			89/336/CEE
	Por construcción satisface las características de la norma:			IEC 942:1988 para CLASE 2L
	Los instrumentos de constitución satisfacen los requerimientos de la instrucción:			ANSI S1.40 - 1984

<u>DENOMINACIÓN</u>		<u>DOSIMETRO 1</u>	
CARACTERÍSTICAS:	Marca:	CEL	Modelo: 320 Versión 1.04
	Clase:	320	Nº Serie: 036154
	Micrófono:	COUPLER (1/4")	Nº Serie: 5307256
	<u>Calibración</u>	Fecha verificación:	22/12/2014
	Última calibración del dosímetro:	16/07/2014	
<u>Información de la configuración</u>	Cumple con la Norma	UNE-EN 61252:1998	
	Nombre de la configuración:	RD286	
	Ponderación de frecuencia para el RMS:	A	
	Ponderación de frecuencia para nivel pico:	C	
	Tiempo de ponderación:	FAST	
	Rango de medida:	70 – 140 dB (A)	

<u>DENOMINACIÓN</u>	<u>DOSIMETRO 2</u>		
CARACTERÍSTICAS:	Marca:	CEL	Modelo: 320 Versión 1.04
	Clase:	320	Nº Serie: 3/066719
	Micrófono:	COUPLER (1/4")	Nº Serie: 5311588
<u>Calibración</u>	Fecha verificación:		22/12/2014
	Última calibración del dosímetro:		16/07/2014
<u>Información de la configuración</u>	Cumple con la Norma		UNE-EN 61252:1998
	Nombre de la configuración:		RD286
	Ponderación de frecuencia para el RMS:		A
	Ponderación de frecuencia para nivel pico:		C
	Tiempo de ponderación:		FAST
	Rango de medida:		70 – 140 dB (A)

<u>DENOMINACIÓN</u>	<u>DOSIMETRO 3</u>		
CARACTERÍSTICAS:	Marca:	CEL	Modelo: 320 Versión 1.04
	Clase:	320	Nº Serie: 3/027853
	Micrófono: COUPLER (1/4")	Nº Serie:	80023021998
	<u>Calibración</u>	Fecha verificación:	22/12/2014
	Última calibración del dosímetro:		16/07/2014
<u>Información de la configuración</u>	Cumple con la Norma		UNE-EN 61252:1998
	Nombre de la configuración:		RD286
	Ponderación de frecuencia para el RMS:		A
	Ponderación de frecuencia para nivel pico:		C
	Tiempo de ponderación:		FAST
	Rango de medida:		70 – 140 dB (A)

5.5.4. Resultados obtenidos.

<u>DENOMINACIÓN</u>	<u>DOSIMETRÍA</u>		
Fecha de la medición:	Inicial:		Periódica: X
Puesto analizado:	<u>ENVASADO FRUTA</u>		
Ubicación:	<u>FINAL DE LINEA CALIBRADOR AUTOMÁTICO</u>		
Trabajadores afectados:			
Horario:	De	MAÑANA-TARDE	
	En ocasiones se incrementa la jornada laboral no superando el cómputo anual los límites establecidos reglamentariamente.		
TAREAS GENERALES A REALIZAR:			
	ENVASADO FRUTA		
MAQUINARIA UTILIZADA EN EL PUESTO DE TRABAJO:			
TIEMPO DE EXPOSICIÓN:			
	8 HORAS		
PROTECTORES AUDITIVOS:			
UTILIZA:	SI	NO X	

EVALUACIÓN DE RIESGOS EN INDUSTRIA HORTOFRUTÍCOLA



Medición N° 1		Fecha: 11/03/2015
DOSIMETRO: CEL-320 N° SERIE: 3/036154		
Calibrado antes de la medición:	09:03:58 a 114.0 dB	
Calibrado después de la medición:	14:24:06 a 114.0 dB	
Inicio de la medición:	09:05:16	
Fin de la medición:	09:48:14	
Nivel de exposición diario equivalente L_{aeq,d}: (según el tiempo de exposición del trabajador)	77.6 dB(A)	
Nivel de pico L_{pico}:	116 dB(C)	

EVALUACIÓN DE RIESGOS EN INDUSTRIA HORTOFRUTÍCOLA



<u>DENOMINACIÓN</u>	<u>DOSIMETRIAII</u>		
Fecha de la medición:	Inici al:		Periódica: X
Puesto analizado:	<u>ALIMENTACION CAJAS CARTON CALIBRADOR</u>		
Ubicación:	<u>CALIBRADOR AUTOMATICO</u>		
Trabajadores afectados:			
Horario:	De	MAÑANA-TARDE	
	En ocasiones se incrementa la jornada laboral no superando el cómputo anual los límites establecidos reglamentariamente.		
TAREAS GENERALES A REALIZAR:			
	ALIMENTACION MEDIANTE PLATOS DE CARTON LINEAS ENVASADO CALIBRADOR AUTOMATICO		
MAQUINARIA UTILIZADA EN EL PUESTO DE TRABAJO:			
TIEMPO DE EXPOSICIÓN:			
	8 HORAS		
PROTECTORES AUDITIVOS:			
UTILIZA:	SI NO X		

Medición N° 2		Fecha: 11/03/2015
DOSIMETRO: CEL-320 N° SERIE: 3/066719		
Calibrado antes de la medición:	08:59:07 a 114.0 dB	
Calibrado después de la medición:	14:27:41 a 114.0 dB	
Inicio de la medición:	09:16:33	
Fin de la medición:	10:21:22	
Nivel de exposición diario equivalente L_{aeq,d} (según el tiempo de exposición del trabajador)	78.4 dB(A)	
Nivel de pico L_{pico} :	111.6 dB(C)	

EVALUACIÓN DE RIESGOS EN INDUSTRIA HORTOFRUTÍCOLA

<u>DENOMINACIÓN</u>	<u>DOSIMETRÍA III</u>		
Fecha de la medición:	Inicial:		Periódica: X
Puesto analizado:	<u>ENVASADO FRUTA</u>		
Ubicación:	<u>INICIO CALIBRADOR AUTOMATICO</u>		
Trabajadores afectados:			
Horario:	De	MAÑANA-TARDE	
	En ocasiones se incrementa la jornada laboral no superando el cómputo anual los límites establecidos reglamentariamente.		
TAREAS GENERALES A REALIZAR:			
	ENVASADO FRUTA		
TIEMPO DE EXPOSICIÓN:			
	8 HORAS		
PROTECTORES AUDITIVOS:			
UTILIZA:	SI	NO X	

Medición N° 3		Fecha: 11/03/2015
DOSIMETRO: CEL-320 N° SERIE: 3/027853		
Calibrado antes de la medición:	09:08:24 a 114.0 dB	
Calibrado después de la medición:	14:36:21 a 114.0 dB	
Inicio de la medición:	09:06:4521	
Fin de la medición:	10:12:31	
Nivel de exposición diario equivalente L_{aeq,d}: (según el tiempo de exposición del trabajador)	82.4 dB(A)	
Nivel de pico L_{pico}:	114.2 dB(C)	

5.5.5. Conclusiones.

Medición 1: envasado de fruta al final del calibrador.

Según los resultados de las mediciones realizadas obtenemos que los valores son:

<i>LÍMITES DE EXPOSICIÓN DAN LUGAR A UNA ACCIÓN</i>	<i>SI</i>	<i>NO</i>
$L_{Aeq,d} = 80 \text{ dB(A)}$ y $L_{pico} = 135 \text{ dB (C)}$		

EXISTENCIA DE RIESGO

X

Medición 2: Alimentación cajas cartón.

Según los resultados de las mediciones realizadas obtenemos que los valores son:

<i>LÍMITES DE EXPOSICIÓN DAN LUGAR A UNA ACCIÓN</i>	<i>SI</i>	<i>NO</i>
$L_{Aeq,d} = 80 \text{ dB(A)}$ y $L_{pico} = 135 \text{ dB (C)}$		

EXISTENCIA DE RIESGO

X

Medición 3: Envasado de fruta al inicio del calibrador.

Según los resultados de las mediciones realizadas obtenemos que los valores son:

<i>LÍMITES DE EXPOSICIÓN DAN LUGAR A UNA ACCIÓN</i>	<i>SI</i>	<i>NO</i>
$L_{Aeq,d} = 80 \text{ dB(A)}$ y $L_{pico} = 135 \text{ dB (C)}$		

EXISTENCIA DE RIESGO

X

5.5.6. Medidas preventivas.

- Poner a disposición de los trabajadores protectores auditivos individuales.
(Art. 7 RD 286/2006).
- Hacer una evaluación y medición higienica minimo cada 3 afios, donde no hay riesgo, y anual donde si se presenta riesgo.
(Art. 6.4 RD 286/2006).
- Dar información y formación a los trabajadores relativos a los riesgos derivados de la exposición al ruido.
(Art.9 RD 286/2006).
- Posibilitar la consulta y participación de los trabajadores o de sus representantes.
(Art. 10 RD 286/2006).
- Hacer un control audiometrico preventivo minimo cada 5 afios.
(Art. 11.2 RD 286/2006).
- Establecer y ejecutar un programa de medidas tecnicas y de organización destinado a disminuir la exposición al ruido.
(Art.4.2 RD 286/2006).
- Donde hay riesgo sefialización del lugar de trabajo.
(Art. 4.3 RD 286/2006).

5.6. ESTUDIO ERGONÓMICO MMC.

5.6.1. Introducción.

Entre los temas de estudio de los que se ocupa la Ergonomía se encuentran los daños para la salud derivados de la carga física de trabajo, es decir, los trastornos músculo-esqueléticos (TME). Este tipo de lesiones se manifiestan como enfermedades profesionales producidas por fatiga de las vainas tendinosas y parálisis de los nervios debidos a la presión y como accidentes de trabajo por sobreesfuerzo (anexo 8).

El módulo Ergo/IBV - Manipulación manual de cargas (anexo 11), se dirige a la protección ergonómica de los trabajadores permitiendo evaluar y detectar factores de riesgo ergonómico. Analiza tareas de levantamiento, transporte, empuje o arrastre de cargas, y también tareas múltiples que combinen estas acciones.

A partir de las variables asociadas a la tarea (peso y posición de la carga, frecuencia y duración de la manipulación, etc.) se calcula un índice de riesgo para la zona dorsolumbar de la espalda.

Ofrece recomendaciones para realizar un rediseño interactivo de la tarea con objeto de reducir el índice de riesgo.

Se basa en la ecuación NIOSH (anexo 9) revisada, la Guía Técnica del INSHT, las tablas de Snook y Ciriello y la norma UNE-EN 1005-2.

5.6.2. Metodología.

Para la realización del presente estudio se realizó una visita a la empresa para seleccionar las tareas con una mayor carga física potencial.

Concretamente se eligió evaluar el puesto de **paletizado manual**, por ser el que más incidencias mostraba con respecto a lesiones musculo esqueléticas.

EVALUACIÓN DE RIESGOS EN INDUSTRIA HORTOFRUTÍCOLA

Una vez seleccionadas estas tareas se realizó el estudio ergonómico de las mismas a partir de:

- Datos del puesto de trabajo, dimensiones, alturas, profundidades y alcances.
- Una evaluación de los pesos manipulados.
- Datos de producción.

5.6.3. Datos del puesto.

- Puesto: PALETIZADO MANUAL
- Tiempo de la tarea: 8 HORAS
- Tarea: PALETIZADO MANUAL CAJAS

La tarea consiste en coger manualmente la carga desde la mesa situada al final de la línea y colocarla sobre un palet. Apila cajas hasta completar el paletizado. Hay distintos tipos de confecciones: 2, 4, 5, 5'5, 6, 10 y 15 kg, en función de las especificaciones del cliente.



EVALUACIÓN DE RIESGOS EN INDUSTRIA HORTOFRUTÍCOLA

Para realizar un estudio ergonómico más exhaustivo de este puesto, hemos decidido dividirlo y analizarlo por subtareas.

Subtareas de la tarea múltiple:

- Subtarea 1: PALETIZADO BAJO
- Subtarea 2: PALETIZADO MEDIO
- Subtarea 3: PALETIZADO ALTO



5.6.4. Resultados obtenidos.

SUBTAREA 1 (LEVANTAMIENTO)

Datos del levantamiento:

- Tarea: PALETIZADO BAJO
- Duración: ALTA
- Peso Levantado: 15,0 Kg
- Distancia Horizontal: 50,0 cm
- Posición Vertical Inicial: 60,0 cm
- Posición Vertical Final: 12,0 cm
- Ángulo de Asimetría: 90,0°
- Frecuencia: 3,000 lev/min
- Tipo de Agarre: bueno.
- No existe control en el destino.

- Cálculo del Índice de Levantamiento:

Límite de Peso Recomendado = $25 \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM \times CM$

HM Factor Horizontal = $25/H = 25/50,00 = 0,50$

VM Factor Vertical = $1 - 0.003|V-75| = 1 - 0.003 |60,00-75| = 0,96$

DM Factor de Desp. Vert. = $0.82 + 4.5/D = 0.82 + 4.5/48,00 = 0,91$

AM Factor de Asimetría = $1 - 0.0032A = 1 - 0.0032 \times 90,00 = 0,71$

FM Factor de Frecuencia = (Tablas) = 0,55

CM Factor de Agarre = (Tablas) = 1,00

Límite de Peso Recomendado = $25 \times 0,50 \times 0,96 \times 0,91 \times 0,71 \times 0,55 \times 1,00 = 4,27$

Índice de Levantamiento = $15,00 / 4,27 = 3,51$

SUBTAREA 2 (LEVANTAMIENTO)

Datos del levantamiento:

- Tarea: PALETIZADO MEDIO
- Duración: ALTA
- Peso Levantado: 15,0 Kg
- Distancia Horizontal: 50 cm
- Posición Vertical Inicial: 60,0 cm
- Posición Vertical Final: 100,0 cm
- Ángulo de Asimetría: 0,0°
- Frecuencia: 3,000 lev/min
- Tipo de Agarre: bueno.
- No existe control en el destino.

• Cálculo del Índice de Levantamiento:

Límite de Peso Recomendado = $25 \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM \times CM$

HM Factor Horizontal = $25/H = 25 / 50,00 = 0,50$

VM Factor Vertical = $1 - 0.003|V-75| = 1-0.003|60,00-75| = 0,96$

DM Factor de Desp. Vert. = $0.82 + 4.5/D = 0.82 + 4.5/40,00 = 0,93$

AM Factor de Asimetría = $1 - 0.0032A = 1 - 0.0032 \times 90 = 0,71$

FM Factor de Frecuencia = (Tablas) = 0,55

CM Factor de Agarre = (Tablas) = 1,00

Límite de Peso Recomendado = $25 \times 0,50 \times 0,96 \times 0,93 \times 0,71 \times 0,55 \times 1,00 = 4,36$

Índice de Levantamiento = $15,00 / 4,36 = 3,44$

SUBTAREA 3 (LEVANTAMIENTO)

Datos del levantamiento:

- Tarea: PALETIZADO ALTO
- Duración: media
- Peso Levantado: 15,0 Kg
- Distancia Horizontal: 50 cm
- Posición Vertical Inicial: 60,0 cm
- Posición Vertical Final: 178,0 cm
- Ángulo de Asimetría: 90,0°
- Frecuencia: 3,000 lev/min
- Tipo de Agarre: bueno.
- No existe control en el destino.

• Cálculo del Índice de Levantamiento:

Límite de Peso Recomendado = $25 \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM \times CM$

HM Factor Horizontal = $25/H = 25 / 50,00 = 0,50$

VM Factor Vertical = $1 - 0.003|V-75| = 1-0.003|60,00-75| = 0,96$

DM Factor de Desp. Vert. = $0.82 + 4.5/D = 0.82 + 4.5/118,00 = 0,86$

AM Factor de Asimetría = $1 - 0.0032A = 1 - 0.0032 \times 90 = 0,71$

FM Factor de Frecuencia = (Tablas) = 0,55

CM Factor de Agarre = (Tablas) = 1,00

Límite de Peso Recomendado = $25 \times 0,50 \times 0,96 \times 0,86 \times 0,71 \times 0,55 \times 1,00 = 4,01$

Índice de Levantamiento = $15,00 / 4,01 = 3,74$

INDICE COMPUESTO (IC)

- Cálculo:

Subtarea 3: IS = 3,74 PALETIZADO ALTO

Subtarea 1: IS = 3,51 Inc.IC = 3,642 PALETIZADO BAJO

Subtarea 2: IS = 3,44 Inc.IC = 5,608 PALETIZADO MEDIO

$$\mathbf{IC = 3,739 + 3,642 + 5,608 = 12,99}$$

- Interpretación:

El índice compuesto es: 12,99. Existe un **INCREMENTO ACUSADO DEL RIESGO**.

Es una tarea inaceptable desde el punto de vista ergonómico, debe ser modificada.

5.6.5. Conclusiones.

En base a los resultados obtenidos gracias a la reglamentación aplicable y metodología determinada, deducimos:

	SI	NO
EXISTENCIA DE RIESGO	X	

5.6.6. Medidas preventivas.

- Se recomiendan descansos con una duración mínima de 10 minutos cada hora, durante los cuales el trabajador no adoptará posturas que impliquen la misma carga músculo esquelética.
- Favorecer la alternancia o el cambio de tareas para conseguir que se utilicen diferentes grupos musculares y, al mismo tiempo, se disminuya la monotonía en el trabajo.
- Adopción de medidas materiales o medios auxiliares que eviten o reduzcan el riesgo de lesión músculo-esquelética en las extremidades superiores, automatización y mecanización de los procesos, de forma que no sea necesaria la intervención del esfuerzo humano.
- No manipular cargas superiores 4.01 Kg durante las tareas de paletizado manual.

5.7. ESTUDIO DE SEGURIDAD SOBRE RIESGO DE INCENDIO.

5.7.1. Introducción.

La aprobación de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, de 8 de noviembre de 1995 (Ley 31/1995), dicta en su artículo 20, “Medidas de emergencia”, *El empresario, teniendo en cuenta el tamaño y la actividad de la empresa, así como la posible presencia de personas ajenas a la misma, deberá analizar las posibles situaciones de emergencia y adoptar las medidas necesarias en materia de primeros auxilios, lucha contra incendios y evacuación de los trabajadores, designando para ello al personal encargado de poner en práctica estas medidas y comprobando periódicamente, en su caso, su correcto funcionamiento. El citado personal deberá poseer la formación necesaria, ser suficiente en número y disponer del material adecuado, en función de las circunstancias antes señaladas.*

Para la aplicación de las medidas adoptadas, el empresario deberá organizar las relaciones que sean necesarias con servicios externos a la empresa, en particular en materia de primeros auxilios, asistencia médica de urgencia, salvamento y lucha contra incendios, de forma que quede garantizada la rapidez y eficacia de las mismas. (Anexo 10).

5.7.2. Descripción de dependencias.

Inmueble	Uso principal	Superficie total (m ²)	Instalaciones	Instalaciones de extinción de incendios
Nave Industria 1	Manipulación de fruta	8423,50	Instalación eléctrica Instalación de equipos a presión Instalación de abastecimiento de agua	Extintor portátil Extintor de carro Boca de incendios equipada (BIE) Detector de incendios Pulsador de alarma Sirena
Cámaras frigoríficas	Almacenamiento y conservación de fruta	1985,26	Instalación de equipos de refrigeración Instalación eléctrica	Extintor portátil Extintor de carro Boca de incendios equipada (BIE) Detector de
Oficinas	Administración y dirección de empresa	250,44	Instalación eléctrica Instalación de abastecimiento de agua	Extintor portátil Boca de incendios equipada (BIE) Detector de incendios Pulsador de alarma

Tabla 1. Inmuebles del centro de trabajo de Blancasol.

EVALUACIÓN DE RIESGOS EN INDUSTRIA HORTOFRUTÍCOLA

Denominación	Superficie (m ²)	Instalaciones*	Instalaciones de extinción de incendios
Nave “Uva”	2458,00		Extintor portátil Extintor de carro BIE Pulsador de alarma Sirena
Nave “Calibrador”	3661,35		Extintor portátil BIE Pulsador de alarma Sirena
Nave “Taller”	635,00		Extintor portátil Extintor de carro BIE Pulsador de alarma Sirena
Nave “Cartón”	570,00		Extintor portátil BIE Pulsador de alarma Sirena
Nave “Melones”	921,72		Extintor portátil BIE Pulsador de alarma Sirena

EVALUACIÓN DE RIESGOS EN INDUSTRIA HORTOFRUTÍCOLA

Servicios auxiliares	81,20		Extintor portátil Detector de incendios Pulsador de alarma Sirena
Sala instalaciones	44,55		Central contra incendios
Pre-Rampa	51,68	-	-

Tabla 2. Dependencias del inmueble Nave industrial.

EVALUACIÓN DE RIESGOS EN INDUSTRIA HORTOFRUTÍCOLA

Denominación	Superficie (m ²)	Instalaciones	Instalaciones de extinción de incendios
Cámara 1	153,15		-
Cámara 2	180,45		-
Cámara 3	152,80		-
Cámara 4	150,58		-
Cámara 5	204,43		-
Cámara 6	111,01		-
Cámara 7	159,92		-
Cámara 8	188,81		-
Cámara 9	100,00		-
Cámara 10	100,00		-
Túnel 1	134,68		-
Túnel 2	81,95		-
Sala de máquinas	149,00		Extintor portátil
Sala de máquinas II	46,48		-
Muelle refrigerado	72,00		-

Tabla 3. Dependencias del inmueble cámaras frigoríficas.

EVALUACIÓN DE RIESGOS EN INDUSTRIA HORTOFRUTÍCOLA

Denominación	Superficie (m ²)	Instalaciones	Instalaciones de extinción de incendios
Oficina	141,06		Extintor portátil Boca de incendios equipada (BIE) Detector de incendios Pulsador de alarma
Servicios auxiliares y oficina II	109,38		Extintor portátil Boca de incendios equipada (BIE) Detector de incendios Pulsador de alarma

Tabla 4. Dependencias del inmueble oficinas.

5.7.3. Estudio previo.

En este centro de trabajo se establecen 4 sectores de incendio correspondientes según la tabla 5.

Denominación	Descripción	Uso
Sector de Manipulación de Uva y Fruta de Hueso.	Correspondiente a las nave "Uva", nave "Calibrador" y las cámaras frigoríficas	Manipulación, almacenamiento y expedición de fruta.
Sector Cartón	Corresponde a la nave "Cartón".	Almacenamiento de cajas de cartón, madera y consumibles tipo etiquetas, alveolos, etc.
Sector Taller	Corresponde la nave "Taller".	Almacenamiento de cajas de cartón y taller de reparaciones.
Sector oficina	Correspondiente a las oficinas y servicios auxiliares.	Administración y dirección de la empresa.

Tabla 5. Sectores de incendio del centro de trabajo de Blancasol.

Comportamiento ante el fuego de los elementos constructivos.

Se define como resistencia al fuego, el tiempo en minutos que resiste el elemento objeto a un fuego normalizado en un horno de ensayo.

Sector de incendio Manipulación de Uva y Fruta de Hueso					
Elemento	R	R requerido	Clase	Clase requerida	Cumple (Si/no)
Pared	RF240	RF30	a1-A1	No exige	Si
Suelo	RF180	No exige	a1-A1FL	CFL-s1	Si
Cubierta	-	No exige	Broof-t1	No exige	-
Lucernario	-	No exige	Broof-t1	D-s2, d0	Si
Fachada	RF90	No exige	a1-A1	C-s3d0	Si
Carpintería exterior	-	No exige	a1-A1	No exige	-
Elemento estructural portante, soporte de cubiertas	R30	R30	a1-A1	No exige	Si

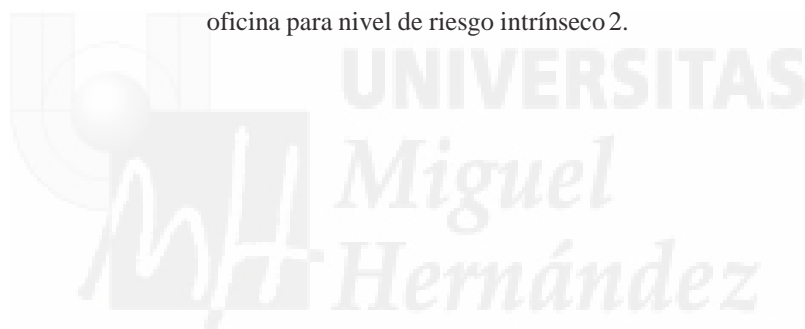
Tabla 6. Verificación de resistencia al fuego de los elementos constructivos del sector de incendio manipulación de uva y fruta de hueso para nivel de riesgo intrínseco 2.

Sector de incendio Manipulación de Uva y Fruta de Hueso					
Elemento	R	R requerido	Clase	Clase requerida	Cumple (Si/no)
Pared	RF240	RF30	a1-A1	No exige	Si
Suelo	RF180	No exige	a1-A1FL	CFL-s1	Si
Cubierta	-	No exige	Broof-t1	No exige	-
Lucernario	-	No exige	Broof-t1	D-s2, d0	Si
Fachada	RF90	No exige	a1-A1	C-s3d0	Si
Carpintería exterior	-	No exige	a1-A1	No exige	-
Elemento estructural portante, soporte de cubiertas	RF90	R90	a1-A1	No exige	Si

Tabla 7. Verificación de resistencia al fuego de los elementos constructivos del sector de incendio sector almacenamiento 1 para nivel de riesgo intrínseco 7.

Sector de incendio Oficina					
Elemento	RF	RF requerido	Clase	Clase requerida	Cumple (Si/no)
Pavimento	-	No exige	a1-A1FL	CFL-s1	Si
Medianeras	RF60	No exige	a1-A1	No exige	-
Falso techo	-	No exige	a1-A1	No exige	-
Carpintería interior	-	No exige	D-s2, d1	No exige	-
Alicatado baño	-	No exige	a1-A1	A1	Si

Tabla 8. Verificación de resistencia al fuego de los elementos constructivos del sector de incendio oficina para nivel de riesgo intrínseco 2.



5.7.4. Metodología empleada y resultados obtenidos.

En este apartado se procede a evaluar el riesgo de incendio según lo establece el Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.

Para ello se calcula la carga de fuego ponderada, metodología establecida en dicho reglamento y desarrollada en la NTP 766.

En primer paso se debe determinar la caracterización del establecimiento en relación con la seguridad contra incendios según indica al art. 12 resultando el centro de trabajo establecimiento industrial tipo C.

La fórmula de cálculo práctica de la carga térmica ponderada o de la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida es la siguiente:

$$Q_s = \frac{\sum_1^i G_i q_i C_i}{A} R_a \text{ (MJ/m}^2\text{) o (Mcal/m}^2\text{)}$$

Q_s = densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del sector o área de incendio, en MJ/m² o en Mcal/m².

G_i = masa en kg, de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector o área de incendio (incluidos los materiales constructivos combustibles).

q_i = poder calorífico, en MJ/kg o Mcal/kg de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio.

C_i = coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad (por la combustibilidad) de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio.

R_a = coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad (por la activación) inherente a la actividad empresarial que se desarrolla en el sector de incendio, producción, montaje, transformación, reparación, almacenamiento, etc. Cuando existen varias actividades en el mismo sector, se tomará como factor de riesgo de activación el

EVALUACIÓN DE RIESGOS EN INDUSTRIA HORTOFRUTÍCOLA

mayor riesgo de activación, siempre que dicha actividad de mayor riesgo de activación ocupe al menos el 10% de la superficie del sector o área de incendio.

A= superficie construida del sector de incendio o superficie ocupada del área de incendio en m^2 .

n= número de materias combustibles.

Obtenida la densidad de carga de fuego ponderada y corregida se determina el nivel de riesgo intrínseco según la tabla 10.

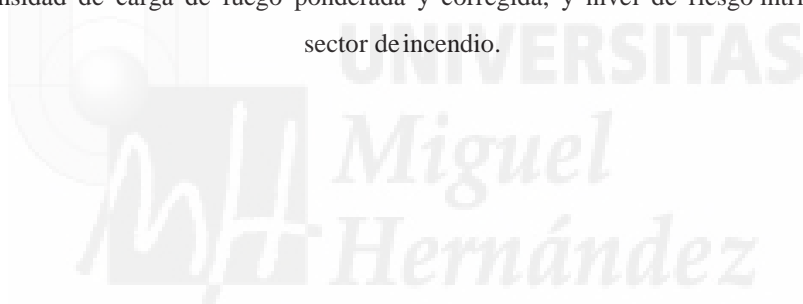
Nivel intrínseco de riesgo		Densidad de carga de fuego ponderada y corregida
		Mcal/m ²
Bajo	1	$Q_s \leq S100$
	2	$100 < Q_s \leq S200$
Medio	3	$200 < Q_s \leq S300$
	4	$300 < Q_s \leq S400$
	5	$400 < Q_s \leq S800$
Alto	6	$800 < Q_s \leq S1600$
	7	$1600 < Q_s \leq S3200$
	8	$3200 < Q_s$

Tabla 9. Nivel de riesgo intrínseco según la densidad de carga de fuego ponderada y corregida.

EVALUACIÓN DE RIESGOS EN INDUSTRIA HORTOFRUTÍCOLA

Denominación	Superficie (m ²)	Densidad de fuego(Qs) (Mcal/m ²)	Nivel de riesgo intrínseco
Sector de Manipulación de Uva y Fruta de Hueso	8082,04	181,57	2, bajo
Sector Cartón	570,00	2041,00	7, alto
Sector Taller	635,00	283,46	3, medio
Sector Oficina	250,44	155,73	2, bajo

Tabla 10. Densidad de carga de fuego ponderada y corregida, y nivel de riesgo intrínseco de cada sector de incendio.



En el sector de incendio de manipulación de uva y fruta de hueso se ha determinado un nivel de riesgo intrínseco bajo (2), por lo que para el edificio tipo C, se establece en la norma un límite de construcción de 6000 m², mismo nivel de riesgo intrínseco ha resultado para el sector oficina.

Para el sector de incendio almacenamiento 2 ha resultado un nivel de riesgo intrínseco medio (3), para el cual se establece un límite de superficie construida de 5000m².

Para el sector de incendio almacenamiento 1 ha resultado un nivel intrínseco de riesgo alto (7), se establece en 2500 m² el límite de superficie construida.

De esto se deduce que **el sector de incendio de manipulación de uva y fruta de hueso no cumple con la normativa**, sin embargo, ésta establece que en configuraciones tipo C el sector de incendios puede tener cualquier superficie siempre que cuente con una instalación fija automática de extinción y la distancia a límites de parcelas con posibilidad de edificar en ellas sea superior a 10 m o si se instalen sistemas de rociadores automáticos de agua que no sea exigidos preceptivamente por el reglamento 2267/2004, las máximas superficies construidas admisibles pueden multiplicarse por dos.

5.7.5. Medidas preventivas.

Para minimizar el riesgo de incendio se procede a:

- Prohibir fumar en todo el establecimiento.
- Se establece una zona de fumadores alejada de los materiales combustibles y señalizada convenientemente.
- Se procederá a realizar formación a los trabajadores en materia de prevención de riesgos laborales y emergencias.

5.7.6. Señalización.

La señalización para los medios de protección contra incendios y para emergencias que se ha instalado en la empresa se ha realizado conforme al Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo y a la NTP 831(anexo 12).

Medios de protección contra incendios:

- Extintor portátil:



- Extintor de carro:



EVALUACIÓN DE RIESGOS EN INDUSTRIA HORTOFRUTÍCOLA

- Boca de incendio equipada:



6. CONCLUSIONES.

Como ya indicábamos al comienzo de este TFM, el objetivo principal de su realización ha sido demostrar los conocimientos adquiridos en materia de prevención de riesgos laborales y, de esta manera, poder obtener la titulación de Técnico Superior en Prevención de Riesgos Laborales.

Para ello hemos realizado un estudio ergonómico sobre manejo manual de cargas en el puesto de paletizador. Los resultados que hemos obtenido al finalizar dicha evaluación es que se presentan riesgos que son inaceptables y, por tanto, deben aplicarse medidas correctoras del tipo:

- Evaluar si es posible la ayuda mecánica.
- No hacer giros.
- Disminuir la frecuencia de manipulación.
- Formar al trabajador para que realice la tarea de forma segura.
- Formación e información al trabajador sobre los riesgos a los que está expuesto.
- Levantamiento correcto de la carga: planificar el levantamiento, colocación de los pies para conseguir postura estable, doblar ligeramente las rodillas, acercar la carga al cuerpo, no girar el cuerpo mientras se está manipulando la carga, etc.
- Evitar manipulación por encima de los hombros y con hiperextensión del cuerpo.

En referencia al estudio higiénico sobre ruido, se eligieron los puestos de envasado de fruta (principio y final del calibrador) y alimentación manual de cajas de cartón. Estos trabajos se desarrollan a lo largo de la línea de trabajo del calibrador automático.

Después de realizar las mediciones y cálculos oportunos, sólo se detectaron niveles por encima de lo permitido, en el puesto de envasado de fruta al comienzo del calibrador.

En el apartado correspondiente ya hemos detallado una serie de medidas preventivas como serían señalizar el riesgo, dotar a los trabajadores de protectores auditivos, etc.

Por último realizamos un estudio de seguridad sobre el riesgo de incendio presente en la empresa. Los resultados que reflejan los cálculos realizados indican que el sector de incendio de manipulación de uva y fruta de hueso no cumple con la normativa en principio. Pero a la misma vez vemos que las consideraciones que se establecen para configuraciones tipo C, nos permiten que las superficies máximas construidas se multipliquen por dos los límites de la parcela con posibilidad de edificación son superiores a 10m.

7. BIBLIOGRAFÍA.

- Ley 37/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, modificada por la ley 54/2003, de 12 de diciembre, de Reforma del marco normativo en Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, (BOE 31-1-1997) por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención y modificación posterior Real Decreto 780/1998, de 30 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero.
- R.D. 486/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, (BOE 7-8-1997) por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre (BOE 14-12-1993), por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales. (BOE 17-12-2004).
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, (BOE 18-7-1997) sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual, con su correspondiente Guía Técnica del INSHT.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido. (BOE 11-03-2006).
- NTP 270. Evaluación de la exposición al ruido. Determinación de niveles representativos.
- NTP 477: Levantamiento manual de cargas: ecuación del NIOSH.
- NTP 638. Estimación de la atenuación efectiva de los protectores auditivos.
- NTP 888. Señalización de emergencia en los centros de trabajo.

EVALUACIÓN DE RIESGOS EN INDUSTRIA HORTOFRUTÍCOLA

- NTP 950: Estrategias de medición y valoración de la exposición a ruido (I).
Incertidumbre de la medición.
- NTP 951: Estrategias de medición y valoración de la exposición a ruido (II). Tipos de estrategias.
- NTP 952: Estrategias de medición y valoración de la exposición a ruido (III): ejemplos de aplicación.
- NTP 960. Control de exposición a ruido. Programa de medidas técnicas o de exposición.

Webs:

- www.insht.es
- www.gestion.ibv.org
- www.msc.es



8. ANEXOS.





EVALUACIÓN DE RIESGOS EN INDUSTRIA HORTOFRUTÍCOLA

Anexo 1

N	UBICACION	MAQUINA/ EQUIPO	MARCA/ FABRICANTE	MODELO	N SERIE	ANO	MANUAL INSTRUCCIONES		MARCADO "CE"		ADAPTACION RD. 1215/97			
							SI	NO	SI	NO	SI	NO		
1.	ALMACEN	VOLCADOR DE PALOTS	SORMA					X	X		X			
Observaciones:							Requiere Evaluaci6n Especifica: SI						NO	X
2.	ALMACEN	CALIBRADOR	RODA		NO SERIE: 0700116			X	X			X		
Observaciones: Proteger partes m6viles accesibles. Proteger partes electricas activas con carcasas originales.							Requiere Evaluaci6n Especifica: SI						X	NO
3.	ALMACEN	TRANSPALETA ELECTRICA 1	BT					X	X		X			
Observaciones:							Requiere Evaluaci6n Especifica: SI						NO	X
4.	ALMACEN	CARRETILLA ELEVADORA 1	MIC					X	X					
Observaciones:							Requiere Evaluaci6n Especifica: SI						NO	
5.	ALMACEN	CARRETILLA ELEVADORA 2	BT	CARGO					X		X			
Observaciones:							Requiere Evaluaci6n Especifica: SI						NO	X



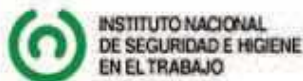
EVALUACIÓN DE RIESGOS EN INDUSTRIA HORTOFRUTÍCOLA

N	UBICACION	MAQUINA/ EQUIPO	MARCA/ FABRICANTE	MODELO	N SERIE	ANO	MANUAL INSTRUCCIONES		MARCADO "CE"		ADAPTACION RD. 1215/97			
							SI	O	SI	NO	SI	NO		
6.	ALMACEN	TRANSPALETA ELECTRICA 2	MIC						x		x			
Observaciones:							Requiere Evaluación Especifica: SI						NO	x
N	UBICACION	MAQUINA/ EQUIPO	MARCA/ FABRICANTE	MODELO	N SERIE	ANO	MANUAL INSTRUCCIONES		MARCADO "CE"		ADAPTACION RD. 1215/97			
							SI	NO	SI	NO	SI	NO		
7.	ALMACEN	FLEJADORA 1	SORMA						x		x			
Observaciones:							Requiere Evaluación Especifica: SI						NO	x
N	UBICACION	MAQUINA/ EQUIPO	MARCA/ FABRICANTE	MODELO	N SERIE	ANO	MANUAL INSTRUCCIONES		MARCADO "CE"		ADAPTACION RD. 1215/97			
							SI	O	SI	NO	SI	NO		
8.	ALMACEN	FLEJADORA 2	OMS GROUP						x		x			
Observaciones:							Requiere Evaluación Especifica: SI						NO	x
N	UBICACION	MAQUINA/ EQUIPO	MARCA/ FABRICANTE	MODELO	N SERIE	ANO	MANUAL INSTRUCCIONES		MARCADO "CE"		ADAPTACION RD. 1215/97			
							SI	O	SI	NO	SI	NO		
9.	ALMACEN	LINEA DE ENMALLADO 1	SORMA						x		x			
Observaciones:							Requiere Evaluación Especifica: SI						NO	x
N	UBICACION	MAQUINA/ EQUIPO	MARCA/ FABRICANTE	MODELO	N SERIE	ANO	MANUAL INSTRUCCIONES		MARCADO "CE"		ADAPTACION RD. 1215/97			
							SI	NO	SI	NO	SI	NO		
10.	ALMACEN	LINEA DE ENMALLADO 2	SORMA						x		x			
Observaciones:							Requiere Evaluación Especifica: SI						NO	x
N	UBICACION	MAQUINA/ EQUIPO	MARCA/ FABRICANTE	MODELO	N SERIE	ANO	MANUAL INSTRUCCIONES		MARCADO "CE"		ADAPTACION RD. 1215/97			
							SI	NO	SI	NO	SI	NO		
11.	ALMACEN	PALETIZADOR 1	SORMA						x		x			
Observaciones:							Requiere Evaluación Especifica: SI						NO	x

EVALUACIÓN DE RIESGOS EN INDUSTRIA HORTOFRUTÍCOLA

N	UBICACION	MAQUINA/ EQUIPO	MARCA/ FABRICANTE	MODELO	N SERIE	ANO	MANUAL INSTRUCCIONES		MARCADO "CE"		ADAPTACION RD. 1215/97			
							SI	NO	SI	NO	SI	NO		
12.	ALMACEN	PALETIZADOR 2	SORMA						X		X			
Observaciones:							Requiere Evaluaci6n Especifica: SI						NO	x
N	UBICACION	MAQUINA/ EQUIPO	MARCA/ FABRICANTE	MODELO	N SERIE	ANO	MANUAL INSTRUCCIONES		MARCADO "CE"		ADAPTACION RD. 1215/97			
							SI	NO	SI	NO	SI	NO		
13.	ALMACEN CAJAS CARTON	MAQUINA FORMADORA CAJAS DE CARTON 1	NORDSON	2302					X		X			
Observaciones:							Requiere Evaluaci6n Especifica: SI						NO	x
N	UBICACION	MAQUINA/ EQUIPO	MARCA/ FABRICANTE	MODELO	N SERIE	ANO	MANUAL INSTRUCCIONES		MARCADO "CE"		ADAPTACION RD. 1215/97			
							SI	NO	SI	NO	SI	NO		
14.	ALMACEN CAJAS CARTON	MAQUINA FORMADORA CAJAS DE CARTON 2	MELTON						X		X			
Observaciones:							Requiere Evaluaci6n Especifica: SI						NO	x
N	UBICACION	MAQUINA/ EQUIPO	MARCA/ FABRICANTE	MODELO	N SERIE	ANO	MANUAL INSTRUCCIONES		MARCADO "CE"		ADAPTACION RD. 1215/97			
							SI	NO	SI	NO	SI	NO		
15.	ALMACEN CAJAS DE CARTON	MAQUINA FORMADORA CAJAS DE CARTON	BOIx	MTS S					X		X			
Observaciones:							Requiere Evaluaci6n Especifica: SI						NO	x

Anexo 2



NTP 270: Evaluación de la exposición al ruido. Determinación de niveles representativos

Evaluation de l'exposition au bruit. Niveaux représentatifs
Noise exposition evaluation. Representative levels

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

Redactores:

Antonio Gil Fisa
Licenciado en Ciencias Económicas

Pablo Luna Mendaza
Licenciado en Ciencias Químicas

CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO

Objetivo

El objetivo de esta Nota Técnica es facilitar una metodología que permita determinar el nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A, representativo de las condiciones de exposición al ruido, así como el nivel de pico, de acuerdo con las condiciones señaladas en el Real Decreto 1316/1989 de 27 de Octubre sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo.

Estudio previo

Debe incluir:

- Identificación de todos los puestos de trabajo susceptibles de ser evaluados, exceptuando aquellos cuyo nivel diario equivalente y nivel de pico sean manifiestamente inferiores a 80 dBA y/o 140 dB respectivamente. No se excluirán de la evaluación aquellos puestos en los que existan dudas razonables al respecto.
- Localización de todas las fuentes generadoras de ruido y estimación de los puestos de trabajo a los que afectan.
- Descripción del ciclo de trabajo, esto es, el mínimo conjunto ordenado de tareas que se repite cíclica y sucesivamente a lo largo de la jornada de trabajo, constituyendo el quehacer habitual del individuo que ocupa dicho puesto.
- El conocimiento de las fuentes generadoras de ruido y de los ciclos de trabajo permitirá, en ocasiones, establecer grupos homogéneos de puestos cuya exposición sea equivalente. Esto puede simplificar el número de mediciones a realizar, extrapolando los datos obtenidos para un puesto de trabajo a todo el grupo homogéneo.

Tipos de ruido

Ruido estable

Aquél cuyo nivel de presión acústica ponderada A (L_{pA}) permanece esencialmente constante. Se considerará que se cumple tal condición cuando la diferencia entre los valores máximo y mínimo de L_{pA} sea inferior a 5 dB.

Ruido periódico

Aquél cuya diferencia entre los valores máximo y mínimo de L_{pA} es superior o igual a 5 dB y cuya cadencia es cíclica.

Ruido aleatorio

Aquél cuya diferencia entre los valores máximo y mínimo de L_{pA} es superior o igual a 5 dB, variando L_{pA} aleatoriamente a lo largo del



tiempo.

Ruido de Impacto

Aquél cuyo nivel de presión acústica decrece exponencialmente con el tiempo y tiene una duración inferior a un segundo.

Instrumentos de medición

Sonómetros

Podrán emplearse únicamente para la medición de L_{pA} cuando el ruido sea estable. La lectura promedio se considerará igual al nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A (L_{Aeq}).

Deben ajustarse a las prescripciones establecidas por la norma CEI-651 para los instrumentos del "tipo 1" o del "tipo 2".

La medición se efectuará con la característica "SLOW" ponderación frecuencial A, procurando apuntar con el micrófono a la zona donde se obtenga mayor lectura, a unos 10 cm de la oreja del operario, y, si es posible, apartando a dicho operario para evitar apantallamientos con su cuerpo.

Sonómetros integradores-promediadores

Podrán emplearse para la medición del L_{Aeq} de cualquier tipo de ruido, siempre que se ajusten a las prescripciones establecidas por la norma CEI-804 para los instrumentos del "tipo 1" o del "tipo 2".

Las mediciones se efectuarán con las precauciones mencionadas en el apartado anterior.

Dosímetros

Podrán ser utilizados para la medición del L_{Aeq} , de cualquier tipo de ruido, siempre que cumpla como mínimo las prescripciones establecidas en la norma CEI-651 y CEI-804 para los instrumentos del "tipo 2".

En general, se considerará un error de ± 1 dB cuando se utilicen instrumentos del "tipo 2" y ningún error instrumental cuando el aparato sea del "tipo 1".

Metodología de evaluación

Ruido estable

Si el ruido es estable durante un periodo de tiempo (T) determinado de la jornada laboral, no es necesario que la duración total de la medición abarque la totalidad de dicho periodo.

En caso de efectuar la medición con un sonómetro se tendrán en cuenta las características mencionadas anteriormente en el apartado 4, realizando como mínimo 5 mediciones de una duración mínima de 15 segundos cada una y obteniéndose el nivel equivalente del periodo T ($L_{Aeq,T}$) directamente de la media aritmética.

Si la medición se efectuase con un sonómetro integrador-promediador o con un dosímetro se tendrían en cuenta, así mismo, las características descritas en el apartado 4 y se obtendría directamente el $L_{Aeq,T}$. Como precaución podrían efectuarse un mínimo de tres mediciones de corta duración a lo largo del periodo T y considerar como $L_{Aeq,T}$ la media aritmética de ellas.

Ruido periódico

Si el ruido fluctúa de forma periódica durante un tiempo T, cada intervalo de medición deberá cubrir varios periodos. Las medidas deben ser efectuadas con un sonómetro integrador-promediador o un dosímetro según lo indicado en el apartado 4. Si la diferencia entre los valores máximo y mínimo del nivel equivalente (L_{Aeq}) obtenidos es inferior o igual a 2dB, el número de mediciones puede limitarse a tres. Si no, el número de mediciones deberá ser como mínimo de cinco. El $L_{Aeq,T}$ se calcula entonces a partir del valor medio de los L_{Aeq} obtenidos, si difieren entre ellos 5 dB o menos. Si la diferencia es mayor a 5 dB se actuará según se especifica a continuación.

Ruido aleatorio

Si el ruido fluctúa de forma aleatoria durante un intervalo de tiempo T determinado, las mediciones se efectuarán con un sonómetro integrador-promediador o con un dosímetro. Se pueden utilizar dos métodos:

Método directo

El intervalo de medición debe cubrir la totalidad del intervalo de tiempo considerado.

Método de muestreo

Se efectuarán diversas mediciones, de forma aleatoria, durante el intervalo de tiempo considerado. La incertidumbre asociada será función del número de mediciones efectuadas y la variación de los datos obtenidos.

Ruido de impacto

La evaluación del ruido de impacto se efectuará, tal como exige el Real Decreto 1316/89, mediante la medición del nivel de pico, que se realizará en el momento en que se espera que la presión acústica instantánea alcanza su valor máximo.

"Los instrumentos empleados para medir el nivel de pico o para determinar directamente si éste ha superado los 140 dB, deben tener una constante de tiempo en el ascenso no superior a 100 microsegundos. Si se dispone de un sonómetro con ponderación frecuencial A y características «IMPULSE» (de acuerdo a la norma CE1-651) podrá considerarse que el nivel de pico no ha sobrepasado los 140 dB cuando el L_{pA} no ha sobrepasado los 130 dBA ».

Ciclo de trabajo

Si la exposición de un trabajador al ruido se ajusta a un ciclo determinado (ciclo de trabajo), las mediciones deberán ser representativas de un número entero de ciclos.

Cuando el ciclo esté compuesto por subciclos, y éstos correspondan a tipos de ruido diferentes, se obtendrán los diferentes $L_{Aeq,T}$ según lo indicado en los apartados anteriores.

Los $L_{Aeq, Ti}$ representativos de los distintos subciclos (i), en su caso, nos conducirán al $L_{Aeq,T}$ mediante la expresión:

$$L_{Aeq,T} = 10 \lg \left(\frac{1}{T} \sum_i T_i \cdot 10^{0.1 L_{Aeq,Ti}} \right) \quad (1)$$

siendo:

- T: tiempo total del ciclo
- i: número de subciclos
- T_i : tiempo de cada subciclo

Este $L_{Aeq,T}$ corresponderá al $L_{Aeq,d}$ cuando la jornada laboral coincida con el tiempo de exposición al ruido. Si en dicha jornada laboral existen intervalos de no exposición al ruido, el nivel diario equivalente vendrá dado por la ecuación:

$$L_{Aeq,d} = L_{Aeq,T} + 10 \lg (T'/8) \quad (2)$$

siendo:

T' el tiempo de exposición al ruido en horas/día.

Cuando no sea posible establecer dichos subciclos, se utilizará el método correspondiente al ruido aleatorio.

Ejemplo

Sea el puesto de trabajo de un pulidor cuya jornada laboral se compone de ciclos de 85 minutos distribuidos de la siguiente forma:

- Pulido de piezas: 70 minutos.
- Limpieza de piezas con aire comprimido: 10 minutos.
- Transporte de piezas: 5 minutos.

Con una duración total de 7,5 horas de dicha jornada, haciendo una pausa de 30 minutos para desayunar en el comedor de la empresa, donde no hay exposición al ruido.

Efectuado un estudio previo sobre el tipo de ruido al que está expuesto el trabajador se ha llegado a las siguientes conclusiones: durante el pulido de piezas el ruido al que está sometido es periódico; la limpieza con aire comprimido genera un tipo de ruido aleatorio, mientras que durante el transporte de piezas el trabajador está únicamente sometido al ruido de fondo de la nave que se puede considerar estable.

Las mediciones se efectuaron con un sonómetro integrador-promediador utilizando la siguiente metodología:

1. **Pulido de piezas:** Se efectuaron 5 mediciones del nivel equivalente correspondiente al ruido generado por sendas piezas, obteniéndose los siguientes datos en dBA: 92, 95, 93, 91, 93, lo que supone un $L_{Aeq,T1}$ de 93 dBA.

2. **Limpieza de piezas con aire comprimido:** Al tratarse de un ruido aleatorio, se efectuó una medición del nivel equivalente durante todo el subciclo, obteniéndose un $L_{Aeq,T2}$ de 100 dBA.
3. **Transporte de piezas:** Se efectuaron 3 mediciones del nivel equivalente, obteniendo un $L_{Aeq,T3}$ de 80 dBA.
4. **Nivel diario equivalente:** Mediante la aplicación de la expresión (1) se obtiene:

$$L_{Aeq,T} = 10 \lg \frac{1}{85} (70 \times 10^{0,1 \times 93} + 10 \times 10^{0,1 \times 100} + 5 \times 10^{0,1 \times 80}) = 94,5 \text{ dBA},$$

y, mediante la aplicación de la expresión (2), obtenemos:

$$L_{Aeq,d} = 94,5 + 10 \lg (7,5/8) = 94,2 \text{ dBA}$$

Muestreo de ciclos de trabajo

Debido a que los niveles de ruido varían de un ciclo a otro a causa de fluctuaciones de variables no controladas, siempre podrá efectuarse una estimación del $L_{Aeq,T}$, así como un intervalo de confianza alrededor de este valor, mediante la metodología expuesta en el apartado 6.

Evaluación del $L_{Aeq,d}$ por muestreo

El método expuesto a continuación permite estimar, a partir de un cálculo realizado en un número limitado de muestras prefijadas al azar, el valor probable de $L_{Aeq,d}$, así como el intervalo de confianza alrededor de este valor.

Este método se realizará necesariamente en las circunstancias que se han descrito anteriormente y opcionalmente en cualquier caso.

Elección del momento de la medición

Este método exige que las mediciones se efectúen de forma aleatoria en el tiempo. Si se pretende obtener el nivel equivalente de diversos

ciclos de trabajo, la elección de los ciclos en los que efectuaremos las mediciones se llevará a cabo mediante la utilización de una tabla de números aleatorios.

Si el periodo en el cual el ruido es aleatorio no corresponde a la totalidad de la jornada laboral, sino que se trata de un subciclo de trabajo, se deberá elegir también de forma aleatoria el momento de la medición.

En el caso en que el ruido aleatorio abarque la totalidad de la exposición del trabajador, la tabla 1 proporciona directamente el día y la hora de la jornada en que se debe efectuar la medición, teniendo en cuenta que la hora real de aplicación estará en función de la hora de inicio de la jornada laboral.

Tabla 1: Números aleatorios para la medición de ruido

VIERNES	3ª	JUEVES	3ª	VIERNES	4ª	MARTES	6ª	VIERNES	7ª
LUNES	6ª	MARTES	8ª	MARTES	1ª	MARTES	8ª	MIÉRCOLES	8ª
MIÉRCOLES	2ª	LUNES	8ª	LUNES	6ª	LUNES	3ª	MARTES	2ª
LUNES	8ª	JUEVES	5ª	LUNES	1ª	MARTES	5ª	MARTES	3ª
LUNES	4ª	LUNES	1ª	LUNES	1ª	VIERNES	7ª	LUNES	1ª
VIERNES	7ª	MARTES	6ª	LUNES	7ª	JUEVES	8ª	JUEVES	8ª
LUNES	8ª	MIÉRCOLES	7ª	MIÉRCOLES	6ª	MARTES	6ª	VIERNES	5ª
VIERNES	5ª	LUNES	4ª	MARTES	3ª	MARTES	8ª	MARTES	8ª
MIÉRCOLES	5ª	LUNES	2ª	MARTES	8ª	MARTES	6ª	MARTES	7ª
VIERNES	3ª	JUEVES	4ª	LUNES	6ª	MARTES	6ª	VIERNES	2ª
MIÉRCOLES	4ª	MARTES	3ª	MARTES	8ª	JUEVES	1ª	MIÉRCOLES	1ª
MIÉRCOLES	7ª	JUEVES	3ª	VIERNES	4ª	LUNES	1ª	VIERNES	2ª
MARTES	4ª	MARTES	8ª	LUNES	4ª	VIERNES	6ª	MIÉRCOLES	2ª
LUNES	3ª	MARTES	7ª	JUEVES	4ª	MARTES	5ª	MIÉRCOLES	1ª
MARTES	1ª	VIERNES	8ª	MARTES	6ª	LUNES	5ª	MIÉRCOLES	4ª
MIÉRCOLES	6ª	MIÉRCOLES	1ª	JUEVES	6ª	MIÉRCOLES	1ª	MIÉRCOLES	2ª
VIERNES	6ª	MIÉRCOLES	3ª	MARTES	1ª	MIÉRCOLES	7ª	MARTES	7ª
LUNES	7ª	JUEVES	3ª	LUNES	1ª	MIÉRCOLES	7ª	VIERNES	7ª
LUNES	3ª	VIERNES	4ª	MARTES	4ª	MIÉRCOLES	1ª	LUNES	3ª
MARTES	3ª	MIÉRCOLES	3ª	MIÉRCOLES	6ª	MARTES	2ª	MARTES	1ª
MARTES	1ª	MIÉRCOLES	6ª	MIÉRCOLES	3ª	MIÉRCOLES	1ª	MIÉRCOLES	7ª
MIÉRCOLES	2ª	LUNES	1ª	MIÉRCOLES	8ª	MARTES	6ª	LUNES	6ª
MIÉRCOLES	6ª	MARTES	3ª	LUNES	3ª	LUNES	5ª	LUNES	3ª
MARTES	7ª	MARTES	1ª	LUNES	3ª	VIERNES	1ª	MIÉRCOLES	1ª
LUNES	5ª	MIÉRCOLES	2ª	MARTES	5ª	JUEVES	2ª	MIÉRCOLES	4ª
MIÉRCOLES	2ª	MARTES	5ª	MARTES	3ª	LUNES	5ª	MARTES	6ª
LUNES	5ª	VIERNES	5ª	MIÉRCOLES	2ª	MARTES	3ª	MARTES	6ª
LUNES	8ª	LUNES	1ª	LUNES	7ª	VIERNES	2ª	MIÉRCOLES	7ª
MARTES	1ª	LUNES	7ª	MIÉRCOLES	5ª	LUNES	6ª	JUEVES	4ª
MARTES	8ª	VIERNES	2ª	MIÉRCOLES	3ª	MIÉRCOLES	8ª	MARTES	2ª

La metodología será la siguiente:

- Elegimos arbitrariamente en la tabla una posición de partida.
- El resultado obtenido nos proporciona la información del día de la semana y la hora de la jornada laboral en que deberemos efectuar la medición.
- Seguimos leyendo en la tabla hacia abajo, utilizando el mismo método para cada dato que encontremos, hasta obtener el número de muestras conveniente.

Ejemplo

Supongamos que tenemos que efectuar las mediciones aleatorias de un puesto de trabajo. El horario de trabajo es de 7 a 15 horas.

1. Escogemos en la tabla adjunta una posición de partida de forma totalmente arbitraria. En nuestro caso escogemos el primer dato de la tercera columna (Viernes, 4ª hora)
2. El resultado obtenido nos indica que debemos efectuar la primera medición el próximo viernes a la 4ª hora de la jornada laboral. Es decir, si el horario es de 7 a 15 horas, efectuaremos nuestra medición a las 10 horas.
3. La siguiente medición la efectuaremos a partir del dato posterior (Martes, 10 hora), es decir, el primer martes, después de la primera medición, a las 7 horas.

La tercera medición la efectuaremos a partir del siguiente dato (Lunes, 6ª hora), es decir, el siguiente lunes a las 12 horas.

Y así sucesivamente hasta obtener el número de mediciones necesarias.

Estimación estadística de $L_{Aeq,d}$

Se parte de la hipótesis de que la exposición al ruido durante un período largo de trabajo -varios años- sigue una distribución normal, siendo su media $L_{Aeq,d}$.

Según esta hipótesis, la estimación de la distribución normal se realizaría, como se indica en la Norma Francesa (NF - S31 - 084) utilizando la distribución 't' de Student convencional.

Los pasos a seguir son los siguientes:

- A. Cálculo de la media y la desviación estándar.

Bibliografía

(1) Association française de normalisation. Norme française NF S 31-084

Méthode de mesurage des niveaux sonores en milieu de travail en vue de l'évaluation du niveau d'exposition sonore quotidienne des travailleurs

Paris, AFNOR, 1987

(2) B.O.E. 2 noviembre 1989, Real Decreto 1316/89 de 27 de octubre

Protección de los trabajadores frente a riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo

(3) GARCÍA, Andrés y otros

Propuesta de normativa Interna para la medición y evaluación del ruido

INSHT, Barcelona 1990 IT8/62.90



Anexo 3



NTP 638: Estimación de la atenuación efectiva de los protectores auditivos

Estimation de l'atténuation effective des protecteurs individuels contre le bruit
 Estimation of effective attenuation of hearing protectors

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

Redactores:

Pablo Luna Mendaza
 Ldo. Ciencias Químicas

Juan Guasch Farrás
 Ldo. Ciencias Químicas

CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO

En esta NTP se describen los procedimientos normalizados para estimar la reducción de ruido que se puede conseguir, con el uso de un determinado protector auditivo, en función del tipo de ruido al que se le enfrenta, tal como se describen en la norma UNE EN ISO 4869 Acústica. Protectores auditivos contra el ruido, lo que permite, además, obtener la precisión del resultado según sea el procedimiento de cálculo utilizado. Por otro lado, se pone de manifiesto que, los protectores auditivos deben utilizarse durante la totalidad e la exposición, ya que su eficacia disminuye de forma exponencial al disminuir el tiempo de uso del protector.

Introducción

Los protectores auditivos (orejeras o tapones) están sometidos a la normativa que regula tanto la fabricación y comercialización como el uso de los Equipos de Protección Individual (EPI). Según dicha normativa, para obtener la necesaria certificación de la Unión Europea (CE), y puesto que se trata de EPI de categoría 2ª, se debe garantizar el cumplimiento de ciertas prestaciones a través de ensayos en laboratorio establecidos en la correspondiente normativa armonizada, en lo que constituye el examen de tipo. La prestación más importante es la atenuación que proporcionan.

Esta atenuación, es un valor constante para cada banda de octava, pero la protección global es diferente según el espectro de frecuencias del ruido en cuestión, por lo que puede decirse que, para un mismo protector, la protección varía en cada situación. Los correspondientes datos sobre la atenuación, deben figurar en el folleto informativo que el fabricante adjunta al protector auditivo. A partir de ellos se puede calcular la protección que ofrecerá dicho protector en cada caso.

Definiciones

El objetivo del cálculo es la obtención de la protección que ofrece un protector auditivo, denominada reducción predicha del nivel de ruido (PNR), y del valor del nivel de presión sonora efectivo ponderado A (L_A'), cuando se utiliza el protector en un ambiente caracterizado por un nivel de presión sonora L_A . La relación entre ellos es:

$$PNR = L_A - L_A' \quad (1)$$

Se definen por otra parte los siguientes parámetros pertenecientes al protector auditivo:

- Atenuación a alta frecuencia (H), representa el valor de PNR cuando la diferencia entre los niveles de presión sonora del ruido ambiental ponderados A y C es $L_C - L_A = -2$ dB.
- Atenuación a media frecuencia (M), representa el valor de PNR cuando la diferencia entre los niveles de presión sonora del ruido ambiental ponderados A y C es $L_C - L_A = +2$ dB.
- Atenuación a baja frecuencia (L), representa el valor de PNR cuando la diferencia entre los niveles de presión sonora del ruido



- Índice de reducción único (SNR), es el valor que se resta del nivel de presión sonora ponderado C (L_C) para estimar el nivel de presión sonora efectivo ponderado A (L_A').
- Protección asumida (APV_f) de un protector es un valor, por banda de octava, obtenido de restar del valor medio de atenuación por banda de octava (m_f), en diferentes ensayos de laboratorio, la desviación típica (σ) obtenida en dichos ensayos.

$$APV_f = m_f - \sigma(2)$$

El valor de APV_f así calculado es la atenuación de que se dispondrá con una probabilidad del 84% o, lo que es lo mismo, es la atenuación de que dispondrán 84 de cada 100 personas que lo utilicen. Si se desea aumentar la eficacia de la atenuación al 95% se utilizará $APV_f = m_f - 1,64\sigma$. Otros valores de eficacia de atenuación se dan en la tabla 1.

Tabla 1
Porcentaje de protección y protección asumida de un protector auditivo

Eficacia de protección (%)	Protección asumida (dB)
75	$APV_f = m_f - 0,67\sigma$
80	$APV_f = m_f - 0,84\sigma$
84	$APV_f = m_f - 1,00\sigma$
85	$APV_f = m_f - 1,04\sigma$
90	$APV_f = m_f - 1,28\sigma$
95	$APV_f = m_f - 1,64\sigma$
99,5	$APV_f = m_f - 2,58\sigma$

Dado que el valor de APV_f interviene en el cálculo de PNR, H, M, L y SNR es básico conocer el porcentaje de eficacia utilizado. Habitualmente, salvo que se indique (p.e: H_{95} ó PNR_{80}), la eficacia es del 84%.

La información que suministra el folleto informativo de los protectores auditivos incluye los valores de H, M, L, SNR y APV_f para las octavas de frecuencia central entre 63 y 8000 Hz.

Los valores de H, M y L, que son independientes del ruido ambiental, se calculan a partir del comportamiento del protector (APV_f) respecto a ocho espectros de ruido diferentes y normalizados.

El valor del índice de ruido único (SNR) se obtiene para cada protector a partir de la protección asumida APV_f y el efecto que ésta tiene sobre un ruido rosa (ruido que entre otras características posee iguales niveles de presión acústica en todas las octavas) cuyo espectro está normalizado. Por este motivo el SNR es independiente del ruido ambiental.

Método de las bandas de octava

Requiere conocer los niveles de presión sonora, en bandas de octava, del ruido ambiental. Es el método más fiable.

Cuando se utiliza un protector auditivo se obtiene el valor del nivel de presión sonora efectivo ponderado A (L_A'), aplicando la siguiente expresión

$$L_A' = 10 \log \sum_{f=63 \text{ Hz}}^{f=8000 \text{ Hz}} 10^{0,1(L_f + APV_f)} \quad (3)$$

donde A_f es la ponderación A en cada octava y L_f el nivel de presión sonora por octava, sin ponderar.

El valor resultante de L_A' debe redondearse al entero más próximo.

Ejemplo:

Se desea conocer el nivel de presión sonora efectivo ponderado A, en un ambiente de trabajo cuando se utiliza un determinado protector auditivo. El nivel de presión sonora, por bandas de octava, del ruido ambiental y las características de atenuación del protector se indican en las tablas 2 y 3.

Tabla 2
Espectro de frecuencias en bandas de octava del ruido en cuestión

Frecuencia (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
L_f (dB)	85	85	87	90	90	85	82	78

Tabla 3
Datos de atenuación del protector (datos del fabricante)

Frecuencia (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
m_f	24,9	25,4	25,9	27,8	28,3	33,2	30,9	40,2
σ	6,4	6,1	3,8	2,5	3,4	4,9	5,2	4,9

$$H = 27 \text{ dB} \quad M = 25 \text{ dB} \quad L = 23 \text{ dB} \quad \text{SNR} = 28 \text{ dB}$$

Se calcula el valor de APV_f , según la expresión (2) como aparece en la tabla 4, en la que se ha escogido una eficacia de protección del 84%

Tabla 4
Cálculo de atenuación del protector

Frecuencia (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
m_f	24,9	25,4	25,9	27,8	28,3	33,2	30,9	40,2
σ	6,4	6,1	3,8	2,5	3,4	4,9	5,2	4,9
APV_f	18,5	19,3	22,1	25,3	24,9	28,3	25,7	35,3

A continuación se aplica, por suma de los valores correspondientes, (ver tabla 5) la ponderación A (fila 2) al nivel de presión sonora en cada octava (fila 1) y a continuación se le restan los valores de la protección asumida también de forma vertical (fila 4). Los valores resultantes por octava se suman en horizontal (suma logarítmica). El resultado es el nivel de presión sonora efectivo, ponderado A (fila 5, final).

Así mismo por suma horizontal logarítmica de los valores de la fila 1 se obtiene el nivel lineal de presión sonora no ponderado y en la fila 3, el nivel de presión sonora ponderado A.

La suma logarítmica se calcula así:

$$L_A' = 10 \log \sum_{f=63 \text{ Hz}}^{f=8000 \text{ Hz}} 10^{0,1 L_f} \quad (4)$$

La interpretación de los resultados es la siguiente:

En el puesto de trabajo el nivel de presión sonora no ponderado es de 96 dB, y siendo el espectro de frecuencias el que se ha indicado, el nivel de presión sonora ponderado A es de 93 dBA. Se utiliza un protector auditivo con el que el nivel de presión sonora efectivo ponderado A es $LA = 68 \text{ dBA}$, con una probabilidad del 84% o lo que es lo mismo, en 84 de cada 100 ocasiones que se use, por lo que la reducción predicha del nivel de ruido es $\text{PNR}_{84} LA - L_A' = 25 \text{ dBA}$.

Tabla 5
Cálculo del nivel de presión sonora efectivo.

Fila	Frecuencia (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	global
1	L_f	85	85	87	90	90	85	82	78	$L = 96$ dB
2	Ponderación A	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0	1,2	1	- 1,1	
3	L_A	58,8	68,9	78,4	86,8	90	86,2	83	76,9	$L_A = 93$ dBA
4	APV_f	18,5	19,3	22,1	25,3	24,9	28,3	25,7	35,3	
5	L_A'	40,3	49,6	56,3	61,5	65,1	57,9	57,3	41,6	$L_A' = 68$ dBA

Los valores de L_A se representan gráficamente en la figura 1, y los APV_f y L_A' en la figura 2

Figura 1
Espectro de frecuencias de ruido (incluyendo la ponderación A)

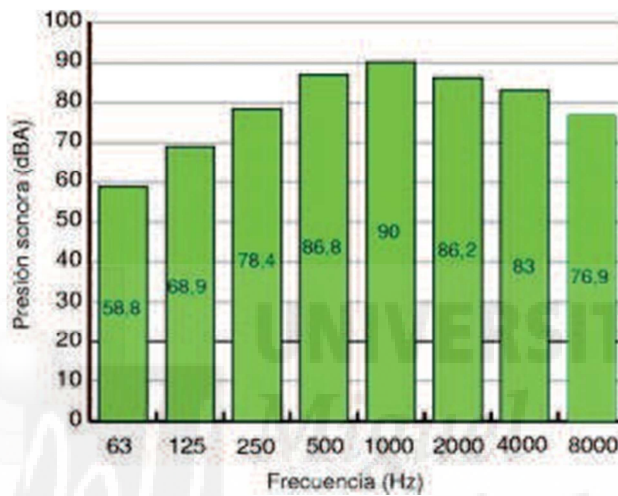
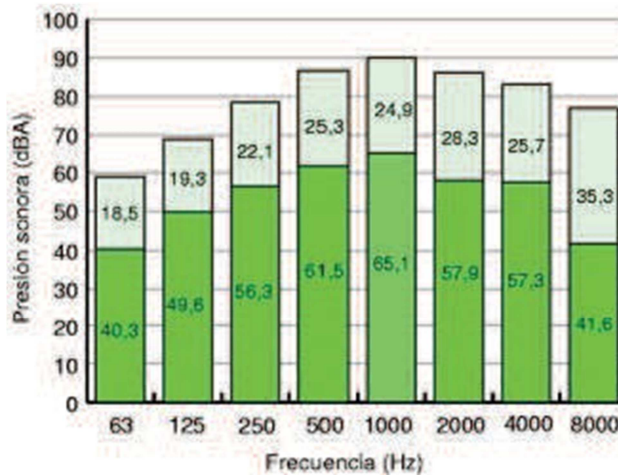


Figura 2
Espectro de frecuencias de ruido (incluyendo la ponderación A) y de atenuación del protector auditivo



Naturalmente la protección real está condicionada al uso correcto y al grado de mantenimiento del EPI.

Método de H, M y L

El método requiere conocer los valores de presión acústica ponderados A y C, así como los valores de H, M y L del protector auditivo. Se calcula el valor de PNR según la diferencia entre L_C y L_A de la siguiente manera:

Si la diferencia $L_C - L_A \leq 2$ dB se utilizara la expresión (5), en caso de $L_C - L_A \geq 2$, la expresión (6).

$$PNR = M - 4 (L_C - L_A - 2) \quad (5)$$

$$PNR = M - \frac{M-L}{8}(L_C - L_A - 2) \quad (6)$$

El valor resultante de L_A' debe redondearse al entero más próximo

Se puede utilizar el nivel de presión acústica no ponderado en lugar del L_C

Ejemplo

Calcular los valores de L_A' y PNR84 para el caso del ejemplo anterior:

En la práctica, el empleo de este método es apropiado cuando se poseen los valores de L_C y L_A obtenidos de la medición, en este caso, en el que ya conocemos el valor de L_A , se obtendrá L_C aplicando la ponderación C a los niveles de presión sonora en cada octava (tabla 6).

Así pues $L_C - L_A = 95 - 93 = 2$ dB

Se puede, en este caso, utilizar cualquiera de las expresiones (5) ó (6) para obtener la reducción predicha del nivel de ruido.

$$PNR = M - \frac{H-M}{4}(L_C - L_A - 2) =$$

$$25 - \frac{27-25}{4}(95 - 93 - 2) = 25 \text{ dB}$$

$$PNR = M - \frac{M-L}{8}(L_C - L_A - 2) =$$

$$25 - \frac{25-23}{8}(95 - 93 - 2) = 25 \text{ dB}$$

Con este valor de PNR el nivel de presión sonora efectivo ponderado A, será

$$L_A = 93 - 25 = 68 \text{ dBA con una probabilidad del 84\%}$$

Tabla 6
Aplicación de la escala de ponderación C

Frecuencia(Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
L_f	85	85	87	90	90	85	82	78	$L = 96 \text{ dB}$
Ponderación C	-0,8	-0,2	0,0	0,0	0	-0,2	-0,8	- 3	
L_C	84	85	87	90	90	85	81	75	$LC = 95 \text{ dBC}$

Método del SNR

Se precisa el nivel de presión sonora ponderado C y el parámetro SNR del protector auditivo.

Se calcula el nivel de presión sonora efectivo ponderado A de la siguiente forma:

$$L_A' = L_C - SNR \quad (7)$$

Ejemplo: Continuando con los datos de los ejemplos anteriores, en este caso, será:

$$L_C = 95 \text{ dBC y SNR} = 28 \text{ dB, por lo que}$$

$$L_A = 95 - 28 = 67 \text{ dBA}$$

El nivel de presión sonora efectivo ponderado A será de 67 dBA con una probabilidad del 84%.

Cuando preponderan los niveles de presión sonora correspondientes a las frecuencias muy altas o muy bajas, del espectro del ruido en

cuestión (ruidos agudos o graves) aumentan las diferencias halladas entre los PNR calculados por los tres métodos.

En la tabla 7 se presentan los diferentes parámetros calculados para dos casos como los mencionados, cuyas características espectrales se dan en la tabla 8, utilizando el protector auditivo de los ejemplos anteriores.

Como se desprende de la tabla 7, en ambos casos y tomando como referencia los valores obtenidos a partir del método del espectro de bandas de octava, el método M H L ofrece una buena aproximación en el cálculo del PNR, mientras que se comete un gran error utilizando el SNR. Aunque los resultados también dependen del espectro de atenuación del protector auditivo, por regla general, cuando en los espectros del ruido en cuestión preponderan frecuencias bajas o muy altas, disminuye mucho la precisión del sistema de cálculo a partir del SNR, mientras que se mantiene una precisión aceptable en el método H M L.

Tabla 7
Parámetros de atenuación en los casos 1 y 2

Ejemplo	Parámetros del ruido				Método bandas de octava		Método H M L H = 27, M = 25, L = 23		Método SNR SNR = 28	
	L	L _A	L _C	L _C - L _A	PNR	LA	PNR	LA	PNR	LA
Caso 1	112	113	111	-2	26	87	27	86	30	83
Caso 2	112	97	111	14	22	75	22	75	14	83

Tabla 8
Características espectrales de dos ruidos diferentes

Frecuencia (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Caso 1	70	75	82	86	96	102	111	102
Caso 2	110	106	98	94	90	87	84	80

Tiempo de utilización del protector auditivo

El tiempo de utilización del protector auditivo tiene gran influencia en la protección real que ofrece.

El nivel equivalente diario de presión sonora en un puesto de trabajo, puede calcularse como:

$$L_{AeqT} = 10 \log (1/T) \sum_n (T_1 \times 10^{0,1 L_{Aeq1}} + T_2 \times 10^{0,1 L_{Aeq2}} + \dots + T_n \times 10^{0,1 L_{Aeqn}})$$

Siendo L_{A1}, L_{A2}, ..., L_{An} los niveles de presión sonora existentes durante los periodos de tiempo T₁, T₂, ..., T_n.

De la misma forma, el cálculo del nivel equivalente (efectivo) durante un tiempo T si durante una parte T' se utiliza un protector auditivo de reducción predicha, PNR, y el resto del tiempo no se utiliza protector alguno, es el siguiente:

$$L_{AeqT} = 10 \log (1/T) \sum_n (T \times 10^{0,1 L_{Aeq,T}} + (T - T') \times 10^{0,1 L_{Aeq,(T-T')}})$$

Ejemplo

En el ejemplo anterior, el nivel de presión sonora efectivo ponderado A es L_{A'} = 93 - 25 = 68 dBA. Si ese nivel se mantiene durante 8 horas ese será también el nivel equivalente diario (efectivo). Si por el contrario el trabajador se desprende de vez en cuando del protector (supongamos que 5 minutos de cada hora de trabajo) el nivel equivalente diario (efectivo) será:

$$L_{Aeqd} = 10 \log (1/480) \sum_n (440 \times 10^{6,8} + 40 \times 10^{9,3}) = 83 \text{ dBA}$$

En la práctica el protector auditivo se comporta como si tuviese un valor de PNR = 93 - 83 = 10 dBA. En la tabla 9 se presentan los valores del PNR suponiendo otras frecuencias de descanso.

En la figura 3 se ha simulado la exposición del trabajador en función del tiempo de uso del protector. Puede observarse en ella, que el nivel equivalente diario (efectivo) sólo es igual o menor que 80 dBA, cuando el tiempo de utilización del protector supera el 95% de la jornada de 8 horas.

El efecto del tiempo de utilización del EPI en la reducción de la protección (PNR) de tres protectores diferentes (PNR = 10, 20 y 25 dBA) se puede extraer de la figura 4. Obsérvese que cuando el protector se usa sólo la mitad del tiempo de exposición los tres protectores auditivos ofrecen de hecho la misma protección.

En la práctica es muy frecuente que la persona que utiliza protectores auditivos "descanse" durante cortos espacios de tiempo de la molestia que puede suponer su uso. Ya se ha visto las consecuencias de la acumulación de esos periodos en los que habiendo exposición no hay protección, por lo que es recomendable que en la elección del protector auditivo intervenga directamente el usuario. Se tendrá en cuenta además que el "aislamiento" que provoca una excesiva protección, crea molestias añadidas, por lo que se recomienda que el protector ofrezca una protección PNR que garantice simplemente la reducción del nivel de ruido por debajo de 75 dBA.

Tabla 9.
Eficacia de protección del protector auditivo según la utilización

Frecuencia de descanso		Eficacia de la protección
El usuario no se desprende nunca del protector durante la exposición		$L_A' = 68$ PNR = 25
El usuario se desprende del protector	1 minuto de cada hora	$L_A' = 76$ PNR = 17
	2 minutos de cada hora	$L_A' = 79$ PNR = 14
	10 minutos de cada hora	$L_A' = 86$ PNR = 7
	15 minutos de cada hora	$L_A' = 87$ PNR = 6
	30 minutos de cada hora	$L_A' = 90$ PNR = 3

Figura 3

Nivel de exposición real, al ruido, al variar el tiempo de utilización del protector auditivo (PNR = 25 dB y $L_{Aeq, T} = 93$ dB)

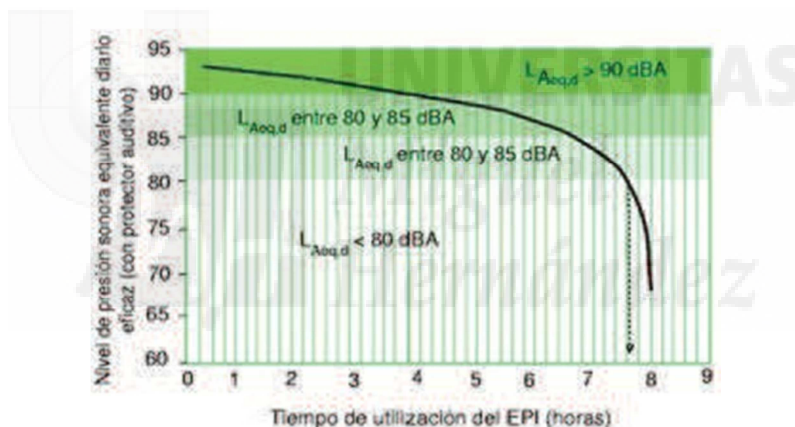
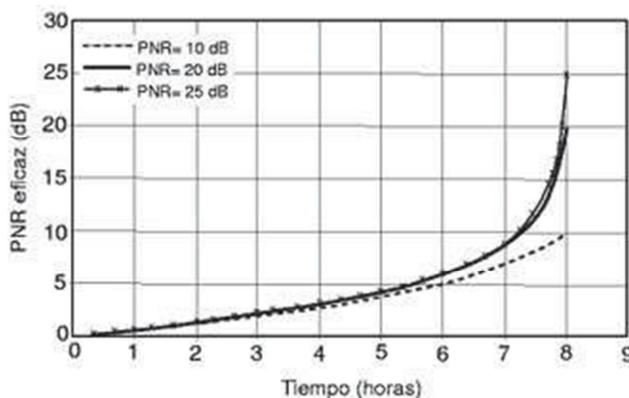


Figura 4

Variación del PNR con el tiempo de utilización del protector auditivo



Bibliografía

1. UNE EN ISO 4869-2
Acústica. Protectores auditivos contra el ruido . Parte 2: Estimación de los niveles efectivos de presión sonora ponderados A cuando se utilizan protectores auditivos.
AENOR 1996
2. ROBERT ANDERSON Y OTROS AUTORES.



Estrategias de medición y valoración de la exposición a ruido (I): incertidumbre de la medición

*Strategies for measuring and assessing noise exposure (I): Measurement uncertainty.
Stratégies pour mesurer et évaluer l'exposition au bruit (I) : l'incertitude de mesure.*

Redactores:

Julia García Ruiz-Bazán
Lda. en Ciencias Químicas

CENTRO NACIONAL DE NUEVAS
TECNOLOGÍAS

Pablo Luna Mendaza
Ldo. en Ciencias Químicas

CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES
DE TRABAJO

En el Anexo II (Medición del ruido) del Real Decreto 286/2006, se establece la filosofía en que debe basarse tanto el planteamiento de las mediciones como la comparación de los resultados que se obtienen a través de ellas, con los valores de referencia. En esta Nota Técnica de Prevención, que forma un conjunto con las 951 y 952, se pretende mostrar las posibles estrategias, consideradas técnicamente aceptables, para la medición del ruido, el tratamiento posterior de los resultados y la toma de decisiones para cumplir con el citado real decreto. Esta NTP se centra en el cálculo de la incertidumbre. La bibliografía se ha incluido al final de la NTP 952.

Vigencia	Actualizada	Observaciones
VÁLIDA		Complementada por las NTP 951 y 952. Junto con las NTP 951 y 952 sustituyen a la NTP 270

1. INTRODUCCIÓN

El Real Decreto 286/2006, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido, introdujo el concepto de incertidumbre en su articulado. Este hecho ha obligado a considerar el dato de la incertidumbre en la expresión final del resultado de una medición de ruido, tal y como ya reflejaba la Directiva europea 2003/10/CE, de la que emana la citada norma española.

En su Anexo II, el citado real decreto establece la necesidad de comparar el resultado de la medición de ruido con los valores de referencia teniendo en cuenta el intervalo de incertidumbre asociado. Asimismo, dispone que la determinación del referido intervalo de incertidumbre se llevará a cabo *de conformidad con la práctica metrológica*.

En el marco de esa práctica metrológica, la Norma UNE EN ISO 9612:2009 aporta un método para la medición de la exposición al ruido de los trabajadores y para el cálculo del nivel de exposición y de la incertidumbre asociada.

Durante el proceso de redacción de la mencionada norma, se elaboró la Guía Técnica del Real Decreto 286/2006, publicada por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo en el año 2008. El Apéndice 5 de dicha Guía Técnica, que recoge los aspectos relativos a las mediciones del nivel del ruido, se inspiró en un borrador de la mencionada norma que, finalmente, no coincidió con la versión definitiva de la misma.

2. CONCEPTOS RELATIVOS A LA INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN DE RUIDO

El resultado de la medición de cualquier magnitud física, como es el ruido, debe ir acompañado de una indicación de la *calidad* de dicho resultado, de manera que quienes manejen ese dato puedan evaluar la idoneidad del mismo. Sin esta indicación, que es precisamente la incertidumbre, las mediciones no podrían compararse entre sí ni con valores de referencia.

La incertidumbre de medida se define como el parámetro asociado al resultado de una medición que caracteriza la dispersión de los valores que podrían ser razonablemente atribuidos al mensurando (siendo el mensurando la magnitud particular objeto de la medición). En el caso de la medición de la exposición laboral al ruido, el mensurando es el nivel de exposición diario equivalente, $L_{Aeq,d}$.

Por lo general, en la realización de cualquier medición (no sólo de la exposición al ruido) se cometen imperfecciones que dan lugar a un error en el resultado de la medición.

Los términos error e incertidumbre no son sinónimos, sino que se trata de conceptos diferentes.

El *error* se define como la diferencia entre el resultado de una medición y el valor verdadero del mensurando. Se trata, por tanto, de un valor y de un concepto ideal que, como tal, puede no conocerse con exactitud jamás. La *incertidumbre*, en cambio, es un rango, se estima para un procedimiento de medición y, posteriormente, se aplica

a todas las determinaciones descritas en el mencionado procedimiento. Es una expresión del hecho de que, para un mensurando y un resultado de medida dados, no existe un único valor, sino un infinito número de valores dispersos en torno al resultado que son compatibles con todas las observaciones, datos y conocimientos que se poseen y que, con diferentes grados de credibilidad, pueden atribuirse al mensurando.

En la realización de una medición de la exposición al ruido existen numerosas fuentes posibles de incertidumbre debidas tanto a errores como a alteraciones naturales de las condiciones de trabajo. La exactitud y precisión de la medición de la exposición al ruido, objetivos primordiales, van a depender fundamentalmente de un conocimiento profundo de la/s exposición/es, de los aparatos empleados y de la estimación de los tiempos de exposición.

Entre las posibles fuentes de incertidumbre cabe destacar:

- t La instrumentación empleada y su calibración.
- t La posición del micrófono.
- t Las variaciones en el trabajo diario, en las condiciones operativas, etc.
- t El tipo de muestreo llevado a cabo, como tal.
- t Falsas contribuciones, tales como el viento, corrientes de aire o impactos en el micrófono.
- t Un análisis inicial de las condiciones de trabajo deficiente.
- t Las contribuciones de fuentes de ruido atípicas tales como conversaciones, música, señales de alarma o comportamientos anormales.

Los errores derivados de los posibles impactos sobre el micrófono, las corrientes de aire o las contribuciones anómalas deben ser controlados y minimizados al máximo, en la medida de lo posible.

Las demás fuentes de incertidumbre en la medición de ruido, por su parte, deben ser también controladas pero en algunos casos imposibles de minimizar. Para su evaluación, son tratadas matemáticamente de forma independiente. Cada componente de incertidumbre se expresa como una desviación estándar y se denomina incertidumbre estándar, u_i .

Para el resultado de la medición de ruido, se calcula la incertidumbre estándar combinada, u , que proviene de la combinación de todas las componentes de la incertidumbre estándar, u_i . Las contribuciones de cada componente se calculan utilizando los correspondientes coeficientes de sensibilidad, c_i . El cálculo es mediante la ecuación:

$$u^2 = \sum_i c_i^2 u_i^2$$

La incertidumbre estándar combinada, u , de una función, y , es la raíz cuadrada de la suma de ciertos términos que son las varianzas de las variables medibles ponderadas de acuerdo a la importancia, que la variación de cada una, tiene en el resultado final. Los coeficientes de sensibilidad (también llamados de ponderación) son las derivadas parciales de la función respecto a las variables medibles.

$$u^2(y) = \left(\frac{\partial y}{\partial x_1} \right)^2 u^2(x_1) + \left(\frac{\partial y}{\partial x_2} \right)^2 u^2(x_2) + \dots + \left(\frac{\partial y}{\partial x_n} \right)^2 u^2(x_n)$$

La incertidumbre estándar combinada u de la función y es una estimación de la desviación estándar y caracteriza la dispersión de los valores que razonablemente pueden ser atribuidos al mensurando, y $u(x_i)$ es la incertidumbre

estándar asociada a las variables medidas. Esta última, cuando se han realizado varias mediciones y se dispone de N valores se calcula a partir de la desviación estándar (a) de la muestra de la siguiente manera:

$$u(x_i) = \frac{\sigma(x_i)}{\sqrt{N}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N [x_{i_j} - \bar{x}_i]^2}{N(N-1)}}$$

A partir de la incertidumbre estándar combinada, u , se obtiene la incertidumbre expandida, U , que aporta el intervalo dentro del cual se encuentra el valor del mensurando con un determinado nivel de confianza. Se calcula multiplicando la incertidumbre estándar combinada, u , por un factor de cobertura, k , que es función del nivel de confianza que queremos asumir.

$$U = k u$$

En este punto se puede escoger entre un intervalo de confianza unilateral o un intervalo de confianza bilateral simétrico. De este modo, el resultado de la medición de la exposición al ruido vendría dado, en el primer caso, por la expresión:

$$L_{Aeq,d} + U$$

Y en el segundo caso por la expresión:

$$L_{Aeq,d} \pm U$$

En cada caso, el valor del factor de cobertura, k , varía, adoptando los valores de la tabla 1 para una distribución logarítmica normal, como es la que se asume para los valores de exposición al ruido.

Nivel de confianza	k	
	Intervalo bilateral simétrico	Intervalo unilateral
90	1,645	1,2816
95	1,96	1,645
95.45	2	-
97.5	-	1,96

Tabla 1. Valores del factor de cobertura, k , para una distribución normal y en función del intervalo

Este es el proceso matemático habitual y adoptado en la Norma UNE EN ISO 9612:2009, que propone un intervalo unilateral con un 95% de nivel de confianza.

3. COMPONENTES DE LA INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN DEL RUIDO

La Norma UNE EN ISO 9612:2009 propone tres estrategias de medición (tareas, puesto de trabajo (función) o jornada completa) de cara a garantizar la representatividad de una medición de la exposición al ruido, aportando también los cálculos necesarios para la obtención de las correspondientes incertidumbres.

Para cada estrategia de muestreo existe un trata-

miento matemático diferente de las componentes de la incertidumbre asociada al resultado. Sin embargo, las incertidumbres debidas tanto a los instrumentos de medida empleados como a la posición del micrófono son comunes a las tres estrategias, tal y como se describe a continuación.

Incertidumbre debida a los instrumentos de medida empleados, u_2

En función del instrumento de medida utilizado, se aplicará un valor de incertidumbre estándar diferente.

La utilización de un sonómetro de clase 1, según las especificaciones de la norma UNE EN 61672-1:2005, conlleva un menor valor de incertidumbre estándar, al tratarse de equipos más precisos y con límites de tolerancia menores.

Sin embargo, el empleo de un sonómetro de clase 2, según las especificaciones de la norma UNE EN 61672-1:2005, o de un dosímetro, que cumpla con la norma UNE EN 61252/A1:2003, supone aplicar un valor mayor de incertidumbre estándar.

Los valores a aplicar según la Norma UNE EN ISO 9612:2009 se recogen en la tabla 2.

Como ya se comentó al inicio del presente documento, para la elaboración de la Guía Técnica del Real Decreto 286/2006 del INSHT se empleó un borrador de la Norma UNE EN ISO 9612:2009. Dicho borrador incluía valores inferiores a los reflejados en la tabla 2 para la incertidumbre estándar de los instrumentos de medida, tal y como recoge la citada Guía Técnica.

Tipo de instrumento	u_2
Sonómetro Clase 1	0,7 dB
Dosímetro personal	1,5 dB
Sonómetro Clase 2	1,5 dB

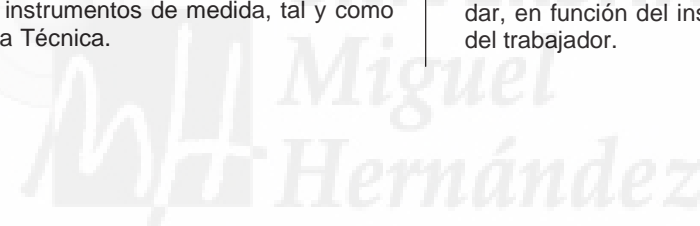
Tabla 2. Incertidumbre estándar de los instrumentos

Para el posterior cálculo de la incertidumbre expandida, estos valores de incertidumbre estándar debida a los instrumentos de medida se multiplican por un coeficiente de sensibilidad, c . En el caso de las estrategias de muestreo basadas en el puesto de trabajo (función) y en la jornada completa, este coeficiente tiene un valor de 1. En el caso de la estrategia de muestreo basada en la tarea, requiere de un cálculo matemático específico que se desarrolla en la parte II de esta NTP.

Incertidumbre debida a la posición del micrófono, u_3

La Norma UNE EN ISO 9612:2009, basándose en datos empíricos, considera que la incertidumbre estándar debida a la posición del micrófono es de 1.0 dB.

Sin embargo, conviene señalar que la Guía Técnica refleja diferentes valores para esta incertidumbre estándar, en función del instrumento empleado y la ubicación del trabajador.



Estrategias de medición y valoración de la exposición a ruido (II): tipos de estrategias

*Strategies for measuring and assessing noise exposure (II): Types of strategies
Stratégies pour mesurer et évaluer l'exposition au bruit (II) : types de stratégies*

Redactores:

Julia García Ruiz-Bazán
Lda. en Ciencias Químicas

CENTRO NACIONAL DENUEVAS
TECNOLOGÍAS

Pablo Luna Mendaza
Ldo. en Ciencias Químicas

CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES
DE TRABAJO

En el Anexo II (Medición del ruido) del Real Decreto 286/2006, se establece la filosofía en que debe basarse tanto el planteamiento de las mediciones como la comparación de los resultados que se obtienen a través de ellas, con los valores de referencia. En esta Nota Técnica de Prevención, que forma un conjunto con las 950 y 952, se pretende mostrar las posibles estrategias, consideradas técnicamente aceptables, para la medición del ruido, el tratamiento posterior de los resultados y la toma de decisiones para cumplir con el citado real decreto. Esta NTP trata de la planificación de las mediciones. La bibliografía se ha incluido al final de la NTP 952.

Vigencia	Actualizada	Observaciones
VÁLIDA		Complementada por las NTP 950 y 952. Junto con las NTP 950 y 952 sustituyen a la NTP 270

1. ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES DE TRABAJO CON EXPOSICIÓN AL RUIDO

cabó la evaluación de la exposición al ruido.

El desconocimiento de las características de las exposiciones, es decir, de las condiciones de trabajo en lo que respecta a la exposición al ruido es una de las fuentes de incertidumbre más importantes. Se trata asimismo de una fuente de incertidumbre no evaluable o medible por lo que su control y minimización son muy importantes. Por todo ello, es imprescindible un análisis previo de dichas condiciones en el que deberá participar activamente la empresa en cuestión, tanto los mandos como los trabajadores expuestos, en estrecha colaboración con el técnico de prevención.

La figura 1 muestra el diagrama de flujo de la metodología global aquí descrita.

El objetivo básico de esta metodología es preparar un plan de medición que permita obtener una evaluación representativa y fiable de la exposición.

En primer lugar, conviene realizar un análisis de las condiciones de trabajo lo más exhaustivo posible, estudiando las características de la empresa. El técnico de prevención deberá, asimismo, contrastar los datos aportados con las siguientes fuentes de información:

- t Observaciones propias de las condiciones existentes.
 - t Entrevistas con los mandos y los trabajadores expuestos.
 - t Si existe una evaluación de la exposición al ruido previa, es importante su consulta.
 - t En algunos casos, incluso resultará conveniente el realizar medidas puntuales "exploratorias", sobre todo en el caso de situaciones en cierto modo desconocidas. Con todo ello, el técnico de prevención debe:
1. Delimitar en qué áreas de trabajo deberá llevarse a

2. Sobre qué puestos de trabajo o trabajadores deberá realizarse la evaluación y si existe la posibilidad de constituir Grupos de exposición homogénea (en adelante GEH).
3. Tener en cuenta si existe la posibilidad de que ocurran episodios de ruido significativos en la jornada de trabajo.

2. GRUPOS DE EXPOSICIÓN HOMOGÉNEA(GEH)

Un Grupo de exposición homogénea (GEH) es un grupo de trabajadores asignados a puestos de trabajo o tareas similares que están expuestos de forma análoga a fuentes de ruido semejantes. La definición de un GEH requiere del criterio profesional de un técnico de prevención en base a la información recabada con anterioridad.

Los GEH pueden constituirse siguiendo diferentes criterios: en función del puesto de trabajo, de la tarea a desarrollar, del área de trabajo o incluso según el proceso productivo. Su constitución permite muestrear sobre un número representativo de trabajadores de exposición similar. Sin embargo, se trata de un proceso complejo ya que, por un lado, GEH demasiado grandes supondrán exposiciones no del todo homogéneas y, por otro lado, GEH demasiado pequeños conllevarán un mayor esfuerzo de medición. Un GEH puede estar constituido por un solo trabajador, si su exposición es muy específica.

3. ESTUDIO DE UNA JORNADA DE TRABAJO NOMINAL

Con el objetivo de obtener una visión general y una comprensión global de todos los factores que van a influir en

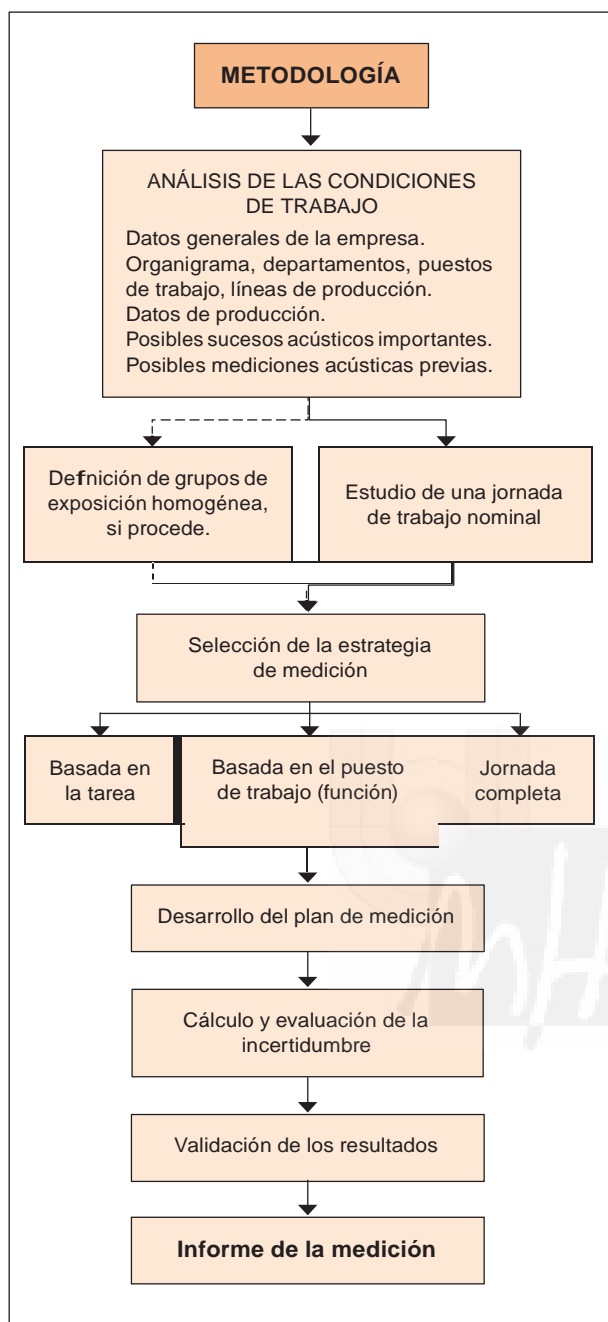


Figura 1. Metodología de actuación para la medición del ruido

la exposición al ruido, conviene determinar una jornada de trabajo nominal, contemplando los siguientes aspectos de la misma:

- t Tareas que se realizan, incluyendo sus características y su duración, y variaciones entre las diferentes tareas.
- t Principales fuentes de ruido y áreas de trabajo más ruidosas.
- t Patrón de trabajo y episodios de ruido significativos que puedan influir en el nivel de ruido.
- t Número y duración de posibles descansos, reuniones, etc. y su inclusión o no dentro de la jornada de trabajo habitual.

Esta jornada de trabajo nominal será objeto de la medición para determinar la exposición al ruido, pudiendo tratarse de la jornada en la que se prevea una exposición mayor. En aquellos casos en los que el trabajo varíe notablemente de una jornada a otra, puede ser necesario el

utilizar el promedio semanal, definido en el Real Decreto 286/2006.

4. SELECCIÓN DE LA ESTRATEGIA DE MEDICIÓN

Las tres estrategias de medición desarrolladas para la determinación de la exposición al ruido en el trabajo son:

- a) *Basada en la tarea*: el trabajo a realizar en la jornada laboral se subdivide en un determinado número de tareas representativas que son medidas independientemente.
- b) *Basada en el puesto de trabajo (función)*: la medición se realiza sobre trabajadores que desarrollan diferentes tareas en su puesto de trabajo, difícilmente subdivisibles y, por lo general, en el marco de un GEH.
- c) *Jornada completa*: la medición se lleva a cabo a lo largo de toda la jornada laboral.

La selección de la estrategia de medición más apropiada va a depender de muchos factores tales como el objeto de la medición, la complejidad de las condiciones de trabajo, el número de trabajadores expuestos, la duración de la exposición a lo largo de la jornada de trabajo, e incluso del tiempo disponible por el técnico de prevención para la medición en sí misma y para el posterior análisis de los resultados.

Asimismo, la selección se basará en el conocimiento previo de la exposición al ruido de que se disponga. Cada una de las estrategias presenta diferentes peculiaridades que la hacen más o menos apropiada para cada situación y que se desarrollan en los siguientes apartados.

5. ESTRATEGIA BASADA EN LA TAREA

La jornada de trabajo nominal estudiada debe poder dividirse en tareas u operaciones diferentes y concretas, de manera que durante la realización de cada una de ellas el trabajador tenga una exposición al ruido similar, es decir, que se obtengan valores de $L_{Aeq,T}$ homogéneos.

Ejemplos de aplicación:

- t Taller de corte de piezas y posterior soldadura de las mismas.
- t Cadena de montaje de la industria del automóvil.

Las claves del enfoque por tareas son las siguientes:

- t Amplio y profundo conocimiento de las condiciones de trabajo.
- t Tener en cuenta los posibles episodios de exposición a ruido significativos y asegurarse de que están incluidos en las tareas definidas y en los períodos de medición.
- t La estimación de la duración de la tarea es fundamental y es un factor de incertidumbre a calcular posteriormente.
- t Tiempos de medición cortos, menor esfuerzo de medición que las otras estrategias.

Cuando resulta aplicable, esta estrategia aporta una valiosa información sobre las contribuciones de las diferentes tareas u operaciones al nivel de exposición diario global. Esto supone una gran ventaja si el objetivo es priorizar actuaciones preventivas en el marco de un programa de control de la exposición al ruido.

Asimismo, esta estrategia permite la posibilidad de calcular el nivel de exposición al ruido de jornadas de trabajo diferentes a aquéllas en las que se han llevado a cabo las mediciones propiamente dichas, en función

de la distribución y la duración de las tareas definidas y medidas.

Duración de la tarea

La duración de la tarea puede ser estimada a partir de la información obtenida de los trabajadores y demás personal entrevistado o bien puede medirse tras repetidas observaciones.

Se calculará entonces la media aritmética, \bar{T}_m de la duración de cada tarea m a partir de los J valores obtenidos, $T_{m,j}$, aplicando la siguiente ecuación:

$$\bar{T}_m = \frac{1}{J} \sum_{j=1}^J T_{m,j} \quad (1)$$

La suma de las duraciones de las diferentes tareas, T_m , se corresponderá con la duración de la jornada de trabajo nominal, T_e , según la ecuación:

$$T_e = \sum_{m=1}^M T_m \quad (2)$$

donde T_m es la duración media de la tarea m y M es el número total de tareas identificadas.

Obtención de $L_{Aeq,d}$ en la estrategia basada en la tarea

Para cada tarea, m , se medirá el $L_{Aeq,T,m}$ correspondiente. La duración de cada medición se prolongará lo suficiente como para que sea ésta representativa de la exposición al ruido durante el desarrollo de la tarea en cuestión.

En este sentido, se deben seguir las siguientes indicaciones:

t Si la tarea dura menos de 5 minutos, la duración de cada medición será equivalente a la duración de la tarea.

t Para tareas de más de 5 minutos, la medición durará,

al menos, 5 minutos.

t Si el ruido es cíclico a lo largo de la tarea, cada medida debe cubrir, al menos, 3 ciclos bien definidos. Si la duración de 3 ciclos definidos es menor de 5 minutos, cada medida debe durar, al menos, 5 minutos. La duración de cada medición debe corresponderse siempre con la duración de un determinado número de ciclos enteros.

t También puede optarse por tiempos de medición menores en los casos en los que el nivel de ruido sea constante o bien la tarea contribuya muy poco al nivel de exposición global¹.

En cuanto al número de mediciones a realizar, la norma considera que deben llevarse a cabo, al menos, 3 medidas. Atendiendo a los resultados de estas 3 mediciones, si los valores difieren en 3 dB o más se deberá:

- a) Llevar a cabo 3 o más mediciones de la tarea,
- b) o bien revisar la definición de las tareas y subdividir en tareas más sencillas,
- c) o bien repetir las medidas pero con mayores tiempos de medición.

Con ello lo que se pretende es reducir la incertidumbre asociada.

Ejemplo: Un trabajador realiza dos tareas A y B bien definidas a lo largo de su jornada laboral de 8h, con una pausa de 30 minutos. La tarea A se realiza durante 5 h. Se trata de una tarea cíclica, cuyos ciclos duran 6 minutos. La tarea B no es cíclica y se lleva a cabo durante 2,5 h.

¿qué tiempos de medición se deberían emplear?

Para la tarea A se tienen que cubrir al menos 3 ciclos en la medición, es decir, la duración mínima de la medida sería de 18 minutos. Y se deben realizar 3 mediciones de dicha duración.

Para la tarea B se llevarán a cabo 3 mediciones de al menos 5 minutos.

A continuación, se calcula el $L_{Aeq,T,m}$ correspondiente a cada tarea mediante la siguiente ecuación:

$$L_{Aeq,T,m} = 10 \lg \left[\frac{1}{J} \sum_{i=1}^J 10^{0,1 \times L_{Aeq,T,mi}} \right] \text{dB(A)} \quad (4)$$

donde $L_{Aeq,T,mi}$ es el nivel de presión sonora continuo equivalente obtenido en cada medición y J es el número total de mediciones de la tarea llevadas a cabo.

A partir de aquí, para calcular el nivel de exposición diario equivalente global, $L_{Aeq,d}$, hay dos opciones:

1. Por un lado, puede calcularse el nivel de exposición diario equivalente para cada tarea m , $L_{Aeq,d,m}$ mediante la siguiente expresión (5):

$$L_{Aeq,d,m} = L_{Aeq,T,m} + 10 \lg \left[\frac{T_m - 1}{p \cdot J} \right] \text{dB(A)} \quad (5)$$

Y a continuación, calcularse el nivel de exposición diario equivalente global, $L_{Aeq,d}$, mediante la ecuación (6):

$$L_{Aeq,d} = 10 \lg \left[\prod_{m=1}^M 10^{0,1 \times L_{Aeq,d,m}} \right] \text{dB(A)} \quad (6)$$

donde M es el nº total de tareas.

2. O bien, obtener directamente el nivel de exposición diario equivalente global, $L_{Aeq,d}$ a partir de los $L_{Aeq,T,m}$ correspondientes a cada tarea, calculados según ecuación (4), mediante la expresión matemática (7) a continuación:

$$L_{Aeq,d} = 10 \lg \left[\prod_{m=1}^M \left(\frac{T_m}{T} \right)^{\frac{1}{p}} \times 10^{0,1 \times L_{Aeq,T,m}} \right] \text{dB(A)} \quad (7)$$

si el nivel de presión sonora es inferior en 10dB al valor de

1. A título orientativo, el NORDTEST METHOD (ver referencia bibliográfica al final de la parte III de esta NTP) considera que

$$\sum_{m=1}^M A_0 \quad \mathbf{J}$$

donde T_0 es el tiempo de referencia, en este caso siempre 8 horas.

Cálculo de la incertidumbre de la medición para la estrategia basada en la tarea

referencia su contribución es mínima

Teniendo en cuenta lo recogido en la parte I de esta NTP la incertidumbre combinada estándar para el nivel de exposición diario $u(L_{Aeq,d})$ se calcula a partir de las distintas contribuciones $c_i u_i$ de las diferentes componentes de incertidumbre, según la siguiente ecuación (8):

$$u^2(L_{Aeq,d}) = \sqrt{\sum_{m=1}^M [c_{1a,m}^2 (u_{1a,m}^2 + u_{2,m}^2 + u_3^2) + (c_{1b,m} u_{1b,m})^2]} \quad (8)$$



donde m corresponde a cada tarea definida y M es el número total de tareas y además:

$u_{1a,m}$ es la incertidumbre estándar debida al muestreo por tareas.

$u_{1b,m}$ es la incertidumbre estándar debida al cálculo de la duración de la tarea.

$u_{2,m}$ es la incertidumbre estándar debida al instrumento de medida empleado.

u_3 es la incertidumbre estándar debida a la posición del micrófono.

$c_{1a,m}$ y $c_{1b,m}$ son los diferentes coeficientes de sensibilidad. La Norma UNE EN ISO 9612:2009 considera que los coeficientes de sensibilidad debidos tanto al instrumento de medida empleado, $c_{2,m}$, como a la posición del micrófono, $c_{3,m}$, son iguales al del muestreo por tareas, $c_{1a,m}$, de forma que en la fórmula se ha simplificado y sólo queda reflejado éste último.

Los valores de $u_{2,m}$ y u_3 son los recogidos en la parte I de esta NTP.

A continuación se muestra el cálculo para los restantes parámetros de la fórmula (8).

Los coeficientes de sensibilidad se calculan según:

$$c_{1a,m} = \frac{T_m}{T_0} 10^{0,1x(L_{Aeq,T,m} - L_{Aeq,d})} \quad (9)$$

$$c_{1b,m} = 4,34 \times \frac{c_{1a,m}}{T_m} \quad (10)$$

Las incertidumbres estándar se calculan según:

$$u_{1a,m} = \sqrt{\frac{1}{I(I-1)} \sum_{i=1}^I (L_{Aeq,T,mi} - \bar{L}_{Aeq,T,m})^2} \quad (11)$$

siendo I el número total de mediciones de la tarea.

$$u_{1b,m} = \sqrt{\frac{1}{J(J-1)} \sum_{j=1}^J (T_{m,j} - T_m)^2} \quad (12)$$

siendo J el número total de observaciones de la duración de la tarea.

Asimismo, cuando se trate de rangos de tiempo, es posible aproximar la incertidumbre estándar debida a la duración de la tarea mediante la fórmula:

$$u_{1b,m} = 0,5 \times (T_{máx} - T_{mín}) \quad (13)$$

Por último, la incertidumbre expandida se calcularía según lo recogido en la parte I de esta NTP.

6. ESTRATEGIA BASADA EN EL PUESTO DE TRABAJO (FUNCIÓN)

Esta estrategia es útil cuando no es sencillo describir el patrón de trabajo y dividirlo en tareas bien definidas. También se aplica cuando no resulta práctico llevar a cabo un análisis de las condiciones de trabajo muy detallado y, por lo tanto, no es necesario un conocimiento de las mismas tan exhaustivo como ocurría en el caso de la estrategia por tareas.

Se realizan mediciones aleatorias entre los diferentes trabajadores que ocupan puestos de trabajo equivalentes o de exposiciones al ruido muy similares, por lo general, en el marco de un GEH.

La Norma UNE EN ISO 9612:2009 no recomienda el empleo de esta estrategia cuando el trabajo consta de un pequeño número de tareas muy ruidosas.

El desarrollo de esta estrategia conlleva un mayor tiempo de medición pero el resultado final suele presentar una incertidumbre menor.

Ejemplos de aplicación:

t Línea de emblistado, encajado y empaquetado de una industria farmacéutica.

t Línea de plegado/tren de acabados de una imprenta. Al igual que en el caso de la estrategia basada en la tarea, es imprescindible no descuidar los posibles episodios de elevada exposición al ruido durante el tiempo de medición.

Ambas estrategias - la basada en la tarea y la basada en el puesto de trabajo (función) - no son excluyentes y puede haber casos en los que puedan aplicarse ambas, con resultados igualmente representativos de la exposición.

Plan de medición en la estrategia basada en el puesto de trabajo (función)

Una vez identificados los puestos de trabajo a evaluar, deben definirse los GEH que correspondan.

En función del número de trabajadores que constituyan de cada GEH, existe una duración mínima de la duración de la medición, a distribuir entre los miembros de dicho GEH. La tabla 1 muestra el cálculo a realizar.

Número de trabajadores del GEH n_G	Duración mínima acumulada de la medición a distribuir entre los miembros del GEH
$n_G \leq 5$	5h
$5 < n_G \leq 15$	5h + $(n_G - 5) \times 0,5$ h
$15 < n_G \leq 40$	10h + $(n_G - 15) \times 0,25$ h
$n_G > 40$	17h ó subdividir el GEH

Tabla 1. Duración mínima del muestreo en función del nº de trabajadores del GEH

A continuación, teniendo en cuenta que según esta estrategia, deben realizarse, como mínimo, 5 mediciones, se determina el número de medidas y la duración de las mismas de manera que se cumpla la duración mínima obtenida de la tabla 1 o bien se supere.

Ejemplo de cálculo de duración de la medición para un GEH dado, según tabla 1:

Se constituye un GEH de 15 trabajadores. El plan de medición será como sigue:

t La duración mínima acumulada de la medición es de 10 h, según la tabla 1

t Se decide realizar 5 mediciones de 2 h cada una

t Se escogen aleatoriamente 5 trabajadores sobre los 15 para realizar las mediciones del tiempo estipulado y a lo largo de la jornada de trabajo.

A la vista del ejemplo de cálculo de duración mínima acumulada, se aprecia el mayor esfuerzo de medición que

supone la estrategia basada en el puesto de trabajo (función), frente a la estrategia basada en la tarea. Además, en el cómputo posterior de la incertidumbre no se contempla la componente debida al cálculo de la duración de la tarea (a menudo muy importante).

Obtención de $L_{Aeq,d}$ en la estrategia basada en el puesto de trabajo (función)

El $L_{Aeq,Te}$ correspondiente a cada puesto de trabajo definido en el marco de un GEH se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$L_{Aeq,Te} = 10 \lg \left[\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N 10^{0,1 L_{Aeq,T,n}} \right] \text{ dBA} \quad (14)$$

donde $L_{Aeq,T,n}$ es el nivel de presión sonora continuo equivalente obtenido en cada medición y N es el número total de mediciones del puesto de trabajo llevadas a cabo.

Es importante señalar que el valor de T_e se define como el correspondiente a la duración efectiva de la jornada de trabajo y, por lo tanto, NO es el de la duración de cada medición individual realizada sobre los miembros del GEH, según los cálculos de la tabla 1.

A continuación, se promedia a 8 horas para obtener el $L_{Aeq,d}$ en el marco de la estrategia basada en el puesto de trabajo:

$$L_{Aeq,d} = L_{Aeq,Te} + 10 \lg \left[\frac{T_e}{T_0} \right] \text{ dB(A)} \quad (15)$$

Cálculo de la incertidumbre de la medición para la estrategia basada en el puesto de trabajo (función)

Teniendo en cuenta lo recogido en la parte I de esta NTP, la incertidumbre combinada estándar para el nivel de exposición diario $u(L_{Aeq,d})$ se calcula a partir de las diferentes contribuciones $c_i u_i$ de las diferentes componentes de incertidumbre, según la ecuación (16):

$$u^2(L_{Aeq,d}) = c_1^2 u_1^2 + c_2^2 (u_2^2 + u_3^2) \quad (16)$$

El valor del factor $c_1 u_1$ es función del número de mediciones, N , llevadas a cabo durante el muestreo y del valor de la componente de incertidumbre u_1 asociada a los valores de $L_{Aeq,T,n}$ obtenidos.

De esta manera, el valor de u_1 se calcula según la fórmula (17):

$$u_1 = \sqrt{\frac{1}{(N-1)} \sum_{n=1}^N (L_{Aeq,T,n} - \bar{L}_{Aeq,T})^2} \quad (17)$$

donde:

$L_{Aeq,T,n}$ es el nivel de presión sonora continuo equivalente obtenido en cada medición.

N es el número total de mediciones del puesto de trabajo llevadas a cabo.

$\bar{L}_{Aeq,T}$ es la media aritmética de las N muestras de nivel de presión sonora equivalente realizadas.

Cabe destacar que este valor de u_1 sólo se calcula para

utilizarlo como entrada en la tabla 3², junto con el valor de N , y obtener el valor del factor $c_1 u_1$.

De cara a una validación de los datos obtenidos, al igual que en el caso de la estrategia por tareas, la norma establece que si el factor $c_1 u_1$ obtenido de la tabla 3 es superior a 3,5 dB (resaltados en negrita) se debe revisar el plan de medición diseñado y estudiar la posibilidad bien de modificar los GEH definidos o bien de aumentar el número de mediciones, N , con objeto de reducir la incertidumbre.

Los coeficientes de sensibilidad c_2 y c_3 debidos, respectivamente al instrumento empleado y a la posición del micrófono valen ambos la unidad. Por su parte, los valores de u_2 y u_3 son los recogidos en la parte I de esta NTP.

Por último, la incertidumbre asociada se calcularía según lo recogido en la parte I de esta NTP.

7. ESTRATEGIA BASADA EN LA JORNADA COMPLETA

Esta estrategia cubre la jornada de trabajo por entero, incluyendo tanto exposiciones elevadas al ruido como períodos de menor nivel o “silenciosos”.

La estrategia basada en la jornada completa resulta útil cuando no es sencillo o práctico el describir o “disecionar” el patrón de trabajo, al igual que ocurría en el caso de la estrategia basada en el puesto de trabajo. Por ello, requiere un menor esfuerzo de análisis de las condiciones de trabajo pero, a cambio, supone mayor esfuerzo de tiempo de medición.

Se recomienda especialmente cuando la exposición al ruido se desconoce en mayor o menor grado, o bien

es impredecible o excesivamente compleja. Se emplea también cuando quieren cubrirse todas las contribuciones a la exposición al ruido con total seguridad. Sin embargo, precisamente por este motivo, hay un mayor riesgo de registrar contribuciones falsas (impactos en el micrófono, interferencias deliberadas o no, etc). Para minimizar este riesgo, conviene observar al trabajador durante el desarrollo de la medición, en la medida de lo posible, o bien preguntarle a la finalización de la jornada por las tareas desarrolladas y/o las ubicaciones en las que ha trabajado.

Los instrumentos más comúnmente empleados en esta estrategia son los dosímetros. Se recomienda además el empleo de instrumentos de medición personal dotados con registro temporal de la exposición, con el objeto de reparar dicho historial con el trabajador al final del turno y confirmar la actividad laboral desarrollada por éste. De esta forma, además, podrán eliminarse contribuciones irrelevantes e incluso detectar las tareas de mayor exposición.

Asimismo, es recomendable la realización de entrevistas con los trabajadores y los supervisores e incluso la realización de mediciones puntuales para verificar los niveles de exposición al ruido registrados por los dosímetros, todo ello con el objetivo de confirmar, en la medida de lo posible, la validez de las mediciones. También se contempla la posibilidad de medir determinadas tareas con objeto de contrastar los datos obtenidos, siguiendo la estrategia correspondiente del apartado 3 del presente documento.

2. En Abril de 2011 se publicó un erratum de la Norma UNE EN ISO 9612:2009 consistente en un archivo Excel que permite calcular la incertidumbre de medida del ruido y que aporta este factor $c_1 \cdot u_1$, sin necesidad de recurrir a la tabla 3 aquí reproducida.

N	Incertidumbre estándar u_1											
	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
3	0,6	1,6	3,1	5,2	8,0	11,5	15,7	20,6	26,1	32,2	39,0	46,5
4	0,4	0,9	1,6	2,5	3,6	5,0	6,7	8,6	10,9	13,4	16,1	19,2
5	0,3	0,7	1,2	1,7	2,4	3,3	4,4	5,6	6,9	8,5	10,2	12,1
6	0,3	0,6	0,9	1,4	1,9	2,6	3,3	4,2	5,2	6,3	7,6	8,9
7	0,2	0,5	0,8	1,2	1,6	2,2	2,8	3,5	4,3	5,1	6,1	7,2
8	0,2	0,5	0,7	1,1	1,4	1,9	2,4	3,0	3,6	4,4	5,2	6,1
9	0,2	0,4	0,7	1,0	1,3	1,7	2,1	2,6	3,2	3,9	4,6	5,4
10	0,2	0,4	0,6	0,9	1,2	1,5	1,9	2,4	2,9	3,5	4,1	4,8
12	0,2	0,3	0,5	0,8	1,0	1,3	1,7	2,0	2,5	2,9	3,5	4,0
14	0,1	0,3	0,5	0,7	0,9	1,2	1,5	1,8	2,2	2,6	3,0	3,5
16	0,1	0,3	0,5	0,6	0,8	1,1	1,3	1,6	2,0	2,3	2,7	3,2
18	0,1	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,5	1,8	2,1	2,5	2,9
20	0,1	0,3	0,4	0,5	0,7	0,9	1,1	1,4	1,7	2,0	2,3	2,6
25	0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,7	2,0	2,3
30	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5	1,7	2,0

Tabla 3. Valores (en dB) del factor $c_1 u_1$.

PATRÓN DE TRABAJO		ESTRATEGIA DE MEDICIÓN		
		Basada en la tarea	Basada en el puesto de trabajo (función)	Basada en la jornada completa
Puesto fjo	Tarea sencilla o única operación	RECOMENDADA	-	-
Puesto fjo	Tarea compleja o varias operaciones	RECOMENDADA	APLICABLE	APLICABLE
Puesto móvil	Patrón de trabajo definido y con pocas tareas	RECOMENDADA	APLICABLE	APLICABLE
Puesto móvil	Trabajo definido con muchas tareas o con un patrón de trabajo complejo	APLICABLE	APLICABLE	RECOMENDADA
Puesto móvil	Patrón de trabajo impredecible	-	APLICABLE	RECOMENDADA
Puesto fjo o móvil	Tarea compuesta de muchas operaciones cuya duración es impredecible	-	RECOMENDADA	APLICABLE
Puesto fjo o móvil	Sin tareas asignadas, trabajo con unos objetivos a conseguir	-	RECOMENDADA	APLICABLE

Tabla 4. Selección de la estrategia de medición según el patrón de trabajo

Obtención de $L_{Aeq,d}$ en la estrategia basada en la jornada completa

Deben realizarse tres mediciones en tres jornadas de trabajo representativas de la exposición al ruido. Aunque, siempre que sea posible, debe cubrirse la jornada completa de trabajo, hay ocasiones en las que esto no es posible. En esos casos, se medirá la mayor parte de la jornada que sea factible, asegurándose de cubrir todos los períodos de exposición significativa.

Si los resultados de las tres jornadas medidas difieren en 3 dB o más, deberán medirse, al menos, dos jornadas más.

Se empleará la ecuación (14) para calcular la “media energética” de los diferentes $L_{Aeq,T}$ registrados y posteriormente, mediante la ecuación (15) se obtiene el $L_{Aeq,d}$.

Cálculo de la incertidumbre de la medición para la estrategia basada en la jornada completa

El procedimiento es el mismo que el descrito para el caso de la estrategia basada en el puesto de trabajo.

En primer lugar, se calculará el valor de u_1 mediante la ecuación (17). Con el valor así calculado y con el número, N , de mediciones realizadas, se obtendrá el valor del factor $c_1 u_1$ mediante el empleo de la tabla 3. Por

último, se empleará la ecuación (16) para el cálculo de la incertidumbre estándar y posteriormente, mediante la multiplicación por el factor de confianza que se considere, se obtendría el valor de la incertidumbre expandida, U .

8. OBSERVACIONES ADICIONALES

Existe la posibilidad de emplear más de una estrategia de medición en alguna ocasión. Pueden ocurrir casos en los que durante las jornadas en las que se llevan a cabo las

mediciones, bien siguiendo la estrategia basada en la jornada completa o la basada en la tarea, no se desarrollen algunas tareas que pueden contribuir significativamente a la exposición a ruido. En ese caso, se requerirán mediciones adicionales de dichas tareas.

También es posible que determinados trabajadores desarrollen su jornada laboral de manera desigual y durante la mañana se les aplique una estrategia para el cálculo de su exposición y durante la tarde otra estrategia diferente.

La tabla 4 recoge una guía para la selección de la estrategia de medición en función del patrón de trabajo.



Estrategias de medición y valoración de la exposición a ruido (III): ejemplos de aplicación

Strategies for measuring and assessing noise exposure (III): Examples of application
Stratégies pour mesurer et évaluer l'exposition au bruit (III) : exemples d'application

Redactores:

Julia García Ruiz-Bazán
Lda. en Ciencias Químicas

CENTRO NACIONAL DE NUEVAS
TECNOLOGÍAS

Pablo Luna Mendaza
Ldo. en Ciencias Químicas

CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES
DE TRABAJO

En el Anexo II (Medición del ruido) del Real Decreto 286/2006, se establece la filosofía en que debe basarse tanto el planteamiento de las mediciones como la comparación de los resultados que se obtienen a través de ellas, con los valores de referencia. En esta Nota Técnica de Prevención, que forma un conjunto con las 950 y 951, se pretende mostrar las posibles estrategias, consideradas técnicamente aceptables, para la medición del ruido, el tratamiento posterior de los resultados y la toma de decisiones para cumplir con el citado real decreto. &O Fsta /51 TF NVFTUSBO DBTPT QSÁDUJDPT Z TF JODMVZF la biblio- HSBGİB DPSSFTQPOEJFOUF BM EPDVNFQUP DPNQMFUP.

Vigencia	Actualizada	Observaciones
VÁLIDA		Complementada por las NTP 950 y 951. Junto con las NTP 950 y 951 sustituyen a la NTP 270

1. CONSIDERACIONES PREVIAS

El decibelio es la unidad adimensional empleada para medir niveles de presión acústica. Es el logaritmo decimal de la razón entre el valor eficaz de la presión acústica medida y una presión acústica de referencia, expresadas ambas en Pascales. Se trata por tanto de una unidad (decibelio) que fluctúa en una escala logarítmica con una amplitud de rango de 0 a 140 frente a otra (Pascal) que varía en una escala aritmética normal con una amplitud muchísimo mayor, cuyo rango va de 20 a 200.000.000.

Debido a la diferencia de escalas entre ambos parámetros, pequeñas diferencias en la medición de un ruido expresadas en decibelios, representan un importante aumento de la energía asociada a ese ruido. Pero al mismo tiempo, esa diferencia en la amplitud de ambas escalas supone que las variaciones en decibelios expresadas a nivel de decimales se corresponden con variaciones poco significativas en la presión acústica.

Por ello, mientras en los cálculos de decibelios se puede emplear un decimal, al expresar el resultado final en las mediciones de ruido conviene redondear al número entero que corresponda.

Lo mismo ocurre en lo referente a la expresión de la incertidumbre asociada. No obstante, en los ejemplos de la presente NTP se ha optado por mantener un decimal para hacer notar las ligeras variaciones entre la aplicación de los diferentes factores de cobertura, *k*.

En lo que respecta a la valoración de los resultados, una vez calculado el nivel de exposición diario equivalente y el intervalo de incertidumbre asociado se debe comparar el resultado con los valores de referencia. La Norma UNE EN ISO 9612:2009 sólo considera un intervalo de confianza unilateral, de manera que lo que compara con el valor de referencia es la suma $L_{Aeq,d} + U$.

Sin embargo, la Guía Técnica del Real Decreto 286/2006 asume un intervalo de confianza bilateral, de forma que se compara el valor de referencia con el intervalo compren-

dido entre $L_{Aeq,d} - U$ y $L_{Aeq,d} + U$. En este caso, puede darse

la situación contemplada en el Anexo II del Real Decreto 286/2006, en la que el valor de referencia se sitúa dentro del intervalo de incertidumbre, esto es entre los valores

$L_{A,eq,d} - U$ y $L_{A,eq,d} + U$. Se puede optar entonces bien por suponer que se supera dicho valor de referencia o bien por incrementar el número de medidas y/o su duración con el objetivo de reducir el intervalo de incertidumbre.

Esta filosofía queda resumida en la tabla 1, extraída del Apéndice 5 de la Guía Técnica del Real Decreto 286/2006.

Si $L_{A,eq,d} - U \leq L_{ref} \leq L_{A,eq,d} + U$	No se puede extraer una conclusión respecto a la superación del valor de referencia. Debe repetirse o ampliarse el muestreo y conseguir mayor precisión. Se puede optar, a efectos de prevención, por considerar que se sobrepasa el valor de referencia, L_{ref}
Si $L_{A,eq,d} + U \leq L_{ref}$	No se sobrepasa el valor de referencia
Si $L_{A,eq,d} - U > L_{ref}$	Se sobrepasa el valor de referencia

Tabla 1. Intervalos de decisión

Es importante señalar en este punto que el intervalo bilateral es el adecuado para conocer y expresar el valor de la exposición a ruido. Sin embargo, para la comparación con los valores de referencia, resulta más práctico emplear el intervalo unilateral superior, que para el mismo valor de coeficiente k , aporta un mayor nivel de confianza. En los ejemplos de esta parte III de la NTP se reflejan ambos para dejar constancia de las diferencias que puede llegar a haber.

2. EJEMPLO DE CÁLCULO DE LA INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN DE RUIDO EN LA ESTRATEGIA BASADA EN LA TAREA

Se desea valorar la exposición a ruido en un puesto de trabajo de recuperación de vidrio en el que se realizan las siguientes operaciones:

- t transporte con traspalé del material de vidrio
- t descarga en tolva de molino con polipasto
- t control del molino de triturar
- t descargar molienda en container

Se puede optar por preguntar el tiempo de duración de cada tarea pero para mayor seguridad, en esta ocasión se mide el tiempo de duración de las operaciones que se indica en la tabla 2.

TAREA	Tiempo (minutos)		
Transporte con traspalé	10	9	9
Descarga en tolva	7	10	9
Control del molino	30	31	30
Descargar molienda en container	5	7	6

Tabla 2. Tiempo de duración de las tareas

Los trabajadores que ocupan el puesto a estudiar realizan el trabajo en tres turnos durante 8 horas por turno con 30 minutos de descanso, donde el nivel de presión sonora es menor de 72 dBA.

Se calcula que en cada turno realizan 7 ciclos completos del conjunto total de las cuatro tareas identificadas, repitiéndose tras la descarga el transporte con los traspalé vacíos. De este modo, las duraciones totales de las tareas serían las que se indican en la tabla 3.

TAREA	Tiempo (horas)		
Transporte con traspalé	2,33	2,10	2,10
Descarga en tolva	0,82	1,17	1,05
Control del molino	3,50	3,50	3,62
Descargar molienda en container	0,58	0,82	0,72

Tabla 3. Tiempo acumulado de duración de las tareas

Se decide realizar mediciones del $L_{Aeq,T}$ durante las distintas operaciones, diferenciando bien entre ellas para conocer la aportación de las diferentes fuentes de ruido, con dosímetros personales y se obtienen los resultados indicados en la tabla 4.

TAREA	$L_{Aeq,T}$ (dBA)		
Transporte con traspalé	79,0	81,9	80,2
Descarga en tolva	90,6	92,2	90,0
Control del molino	85,8	86,2	85,0
Descargar molienda en container	85,4	80,2	79,5

Tabla 4. Niveles de presión sonora medidos en las tareas

Como la diferencia entre los valores obtenidos al descargar la molienda es demasiado grande se hacen otras tres mediciones aumentando un poco la duración de cada una. Los resultados se indican en la tabla 5.

TAREA	$L_{Aeq,T}$ (dBA)		
Descargar molienda en container	80,1	82,4	80,6

Tabla 5. Mediciones adicionales en la tarea de descarga

Cálculo de la duración de la tarea

Se calculan las medias aritméticas, T , de la duración de cada tarea a partir de los valores obtenidos (Ecuación (1) de la parte II de esta NTP) (tabla 6).

TAREA	T (h)
Transporte con traspalé	2,2
Descarga en tolva	1,0
Control del molino	3,5
Descargar molienda en container	0,7

Tabla 6. Duración media acumulada de cada tarea

Cálculo de los niveles de exposición equivalentes y diarios de cada tarea en dB(A)

(Ecuaciones (4) y (5) de la parte II de esta NTP) (tabla 7).

TAREA	$L_{Aeq,T}$	$L_{Aeq,d}$
Transporte con traspalé	80,5	74,9
Descarga en tolva	91,0	82,1
Control del molino	85,7	82,2
Descargar molienda en container	81,9	71,3

Tabla 7. Niveles de presión sonora medios por tarea

Cálculo del nivel de exposición diario de la jornada habitual

(Ecuación (6) de la parte II de esta NTP)

El $L_{Aeq,d}$ obtenido es de 86 dB(A)

Cálculo de la incertidumbre asociada al nivel de exposición diario obtenido

El cálculo de los *coeficientes de sensibilidad* se realiza según las ecuaciones (9) y (10) de la parte II de esta NTP, los coeficientes de sensibilidad debidos al muestreo por tareas, C_{1a} , y al cálculo de la duración de la tarea, C_{1b} , para cada una de las cuatro tareas identificadas son los indicados en la tabla 8.

El cálculo de las *incertidumbres estándar de cada tarea* se efectúa según las ecuaciones (11) y (12) de la parte II de esta NTP, las incertidumbres estándar debidos al

TAREA	c_{1a}	c_{1b}
Transporte con traspalé	0.08	0.17
Descarga en tolva	0.43	1.86
Control del molino	0.44	0.55
Descargar molienda en container	0.04	0.23

Tabla 8. Coeficientes de ponderación C_{1a} y C_{1b} por tarea

muestreo por tareas, u_{1a} , y al cálculo de la duración de la tarea, u_{1b} , para cada una de las tres tareas identificadas se indican en la tabla 9.

TAREA	u_{1a}	u_{1b}
Transporte con traspalé	0,85	0,08
Descarga en tolva	0,66	0,10
Control del molino	0,35	0,04
Descargar molienda en container	0,93	0,07

Tabla 9. Incertidumbre estandar u_{1a} y u_{1b} por tarea

Según la parte I de esta NTP, los valores de la *incertidumbre combinada estándar* debidas al instrumento de medida empleado, u_2 , y a la posición del micrófono, u_3 , en este caso serían: $u_2 = 1,5$ y $u_3 = 1$.

Según la ecuación (8) de la NTP 951 la incertidumbre combinada estándar, u , sería la indicada en la tabla 10.

Resultando $u^2 = 1,44$ y $u = 1,2$

Cálculo de la incertidumbre expandida, U

La Norma UNE EN ISO 9612:2009 aplica un factor de cobertura, k , para un intervalo unilateral de manera que, considerando un nivel de confianza del 95%, quedaría:

$$L_{Aeq,d} + U = 86 + 2,0 \text{ dB(A)}$$

Si aplicamos un factor de cobertura, k , para un intervalo bilateral simétrico, considerando un nivel de confianza del 95%, quedaría:

$$L_{Aeq,d} \pm U = 86 \pm 2,3 \text{ dB(A)}$$

Al comparar con los valores de referencia del Real Decreto 286/2006, en el primer caso el nivel de exposición diario equivalente es menor o igual que 88dB(A) en el 95% de los casos, de manera que se supera el nivel superior de exposición, sin lugar a dudas.

En el segundo caso, tendríamos un nivel de exposición diario equivalente que oscilaría entre los valores de 83,7 y de 88,3 dB(A). Siguiendo con la filosofía de la Guía Técnica, a efectos de prevención, se optaría por considerar que se supera el nivel superior de exposición.

3. EJEMPLO DE CÁLCULO DE LA INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN DE RUIDO EN LA ESTRATEGIA BASADA EN EL PUESTO DE TRABAJO (FUNCIÓN)

Se trata de una pequeña empresa de artes gráficas con varios equipos de impresión offset en una misma nave. Los 5 trabajadores son considerados como un Grupo de Exposición Homogénea, desarrollando todos ellos su trabajo en diferentes puntos de la nave y estando expuestos de manera similar a las máquinas en funcionamiento. Realizan jornadas de 8 horas con media hora de descanso en una zona donde el nivel de ruido se estima inferior a 70 dB(A). Se desea valorar la exposición al ruido de los trabajadores.

Según la Norma UNE EN ISO 9612:2009, la duración mínima acumulada de la medición para un GEH de 5 trabajadores es de 5 horas. Por lo tanto el plan de medición consiste en medir 1 hora a cada uno de los trabajadores de la empresa. Se emplean dosímetros personales.

Se obtienen los siguientes valores de nivel de exposición equivalente indicados en la tabla 11.

$L_{Aeq,T}$ (dBA)	85,5	84,8	86,2	83,9	82,9

Tabla 11. Mediciones sobre un GHE

Para el cálculo del nivel de exposición equivalente y diario del puesto de trabajo en dB(A) se emplean las ecuaciones (14) y (15) de la NTP 951, obteniéndose $L_{Aeq,Te}$ (dBA) = 84,8 y $L_{Aeq,d}$ (dBA) = 84,5.

Cálculo de la incertidumbre asociada al nivel de exposición diario obtenido

Según la ecuación (17) de la NTP 951, se calcula el valor de la *incertidumbre debida al muestreo basado en el puesto de trabajo (función)*, u_{1a} , para luego obtener el valor del factor $c_{1a} * u_{1a}$ en la tabla 3 de dicha NTP¹.

$$\frac{u_{1a}}{c_{1a} * u_{1a}} \approx 1$$

1. En abril de 2011 se publicó un erratum de la norma UNE EN ISO 9612:2009 consistente en un archivo Excel que permite calcular la incertidumbre de medida del ruido y que aporta este factor $c_{1a} * u_{1a}$ sin necesidad de recurrir a la tabla 3 de la parte II de esta NTP y aproximar. El valor en este caso es de 0,94.

TAREA	$(u_{1a}^2 + u_2^2 + u_3^2)$	$c_{1a}^2 * (u_{1a}^2 + u_2^2 + u_3^2)$	$c_{1b} * u_{1b}$
Transporte con traspalé	3,97	0,03	0,01
Descarga en tolva	3,69	0,69	0,19
Control del molino	3,33	0,67	0,02
Descargar molienda en container	4,12	0,01	0,02

Tabla 10. Factores para el cálculo de la incertidumbre combinada

Según la ecuación (16) de la NTP 951, se calcula el valor de la *incertidumbre combinada estándar*, u , teniendo en cuenta que en esta estrategia $c_2 = c_3 = 1$, obteniéndose:

$$u^2 = 4,13 \quad u = 2$$

Para el cálculo de la *incertidumbre expandida*, U la norma UNE EN ISO 9612:2009 aplica un factor de cobertura, k , para un intervalo unilateral de manera que, considerando un nivel de confianza del 95%, quedaría:

$$L_{Aeq,d} + U = 85 + 3,3 \text{ dB(A)}$$

Si aplicamos un factor de cobertura, k , para un intervalo bilateral simétrico, considerando un nivel de confianza del 95%, quedaría:

$$L_{Aeq,d} \pm U = 85 \pm 4 \text{ dB(A)}$$

En el primer caso, al comparar con los valores de referencia del Real Decreto 286/2006 asumiríamos como

nivel de exposición diario equivalente muy probable un valor de 88 dB(A) aproximadamente, de manera que se supera el nivel superior de exposición, sin lugar a dudas.

En el segundo caso, el nivel de exposición diario equivalente oscilaría entre los valores de 81 y 89 dB(A). Siguiendo con la filosofía de la Guía, a efectos de prevención, se optaría por considerar que se supera el nivel superior de exposición.

4. EJEMPLO DE CÁLCULO DE LA INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN DE RUIDO EN LA ESTRATEGIA BASADA EN LA JORNADA COMPLETA

Se desea valorar la exposición al ruido de los trabajadores del departamento de mantenimiento de una industria. Se trata de un equipo de 6 trabajadores que realizan labores a demanda y muy diversas a lo largo de su jornada laboral. Trabajan en turnos de 8 horas, por las mañanas y por las tardes.

Tras analizar las condiciones de trabajo se destacan las siguientes tareas:

- t Arreglos en despachos de oficinas de la industria
- t Arreglos con radial en el taller
- t Sala de calderas
- t Transporte con carretillas elevadoras
- t Mantenimiento de instalaciones (cambio de luminarias, electricidad, etc)

Se deben muestrear tres jornadas de trabajo diferentes. Por lo tanto, el plan de medición consiste en medir a tres trabajadores: dos en turno de mañana y uno de tarde durante 7,5 horas, que es lo que se considera que dura la jornada efectiva de trabajo. Se emplean dosímetros personales.

Se obtienen los siguientes valores de nivel de exposición equivalente:

$L_{Aeq,T}$ (dB(A))	83,4	81,5	78,9
---------------------	------	------	------

Como los resultados obtenidos difieren en más de 3 dB(A) se miden dos jornadas más, dos trabajadores, uno en turno de mañana y otro de tarde.

Se obtienen los siguientes valores de nivel de exposición equivalente:

$L_{Aeq,T}$ (dB(A))	82,8	80,4
---------------------	------	------

Cálculo del nivel de exposición equivalente y diario del puesto de trabajo en dB(A)

(Ecuaciones (14) y (15) de la NTP 951)

$L_{Aeq,Te}$ (dB(A))	81,7
$L_{Aeq,d}$ (dB(A))	81,4

Cálculo de la incertidumbre asociada al nivel de exposición diario obtenido

Para el cálculo de la *incertidumbre estándar debida al muestreo basado en la jornada completa* se siguen los mismos pasos que en el caso del muestreo basado en el puesto de trabajo (función). Así que según la ecuación (17) de la NTP 951, se calcula el valor de la incertidumbre debida al muestreo, u_1 , para luego obtener el valor del factor $c_1^*u_1$ en la tabla 3 de dicha NTP².

$$u_1 = 1,82$$

$$c_1^*u_1 = 1,5$$

Para el cálculo de la *incertidumbre combinada estándar*, según la ecuación (16) de la NTP 951, se calcula el valor de la incertidumbre combinada estándar, u , teniendo en cuenta que en esta estrategia $c_2 = c_3 = 1$.

$$u = 2,3$$

Para el cálculo de la *incertidumbre expandida*, U , la norma UNE EN ISO 9612:2009 aplica un factor de cobertura, k , para un intervalo unilateral de manera que, considerando un nivel de confianza del 95%, quedaría:

$$L_{Aeq,d} + U = 81 + 3,8 \text{ dB(A)}$$

Si aplicamos un factor de cobertura, k , para un intervalo bilateral simétrico, considerando un nivel de confianza del 95%, quedaría:

$$L_{Aeq,d} + U = 81 \pm 4,5 \text{ dB(A)}$$

En el primer caso, para comparar con los valores de referencia del Real Decreto 286/2006 asumiríamos como nivel de exposición diario equivalente un valor máximo de 84.8 dB(A), de manera que no se supera el nivel superior de exposición. Siguiendo con la filosofía del Anexo II del Real Decreto 286/2006, se optaría tomar más medidas para intentar estrechar el intervalo de incertidumbre y así quedar por debajo del nivel superior de exposición con mayor nivel de seguridad.

En el segundo caso, tendríamos un nivel de exposición diario equivalente que oscilaría entre los valores de 76,5 y de 85,5 dB(A). Siguiendo con la filosofía de la Guía Técnica, a efectos de prevención, se optaría tomar más medidas para intentar estrechar el intervalo de incertidumbre y así quedar por debajo del nivel superior de exposición con mayor nivel de seguridad.

2. En Abril de 2011 se publicó un erratum de la Norma UNE EN ISO 9612:2009 consistente en un archivo Excel que permite calcular la incertidumbre de medida del ruido y que aporta este factor $c_1^*u_1$, sin necesidad de recurrir a la tabla 3 de la parte II de esta NTP y aproximar. El valor en este caso es de 1,49.

BIBLIOGRAFÍA

CANETTO, P., THIÉRY, L.

Évaluer et mesurer l'exposition professionnelle au bruit.

INRS. 2009:77.

GRZEBYK, M., THIÉRY, L.

Confidence Intervals for the Mean of Sound Exposure Levels.

AIHA Journal. 2003;64(5):640-645.

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO

Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición de los trabajadores al ruido. 2008.

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO

Calculadores para la prevención. 2011.

Disponible en: <http://calculadores.insht.es:86/Incertidumbredelruido/Introducción.aspx>.

MAUE, JH.

Messunsicherheit bei Lärmmessungen an Arbeitsplätzen nach ISO 9612.

In: *Deutsche Jahrestagung für Akustik, Dresden.*; 2008:2.

NORDTEST METHOD NT ACOU 114.

Measurement of occupational noise exposure of workers: Part I: Survey method. 2003:12.

NORDTEST METHOD NT ACOU 115.

Measurement of occupational noise exposure of workers: Part II: Engineering method. 2003:19.

OIML G 1-100

Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement. 2008:120.

NORMA UNE EN ISO 9612

Acústica - Determinación de la exposición al ruido en el trabajo – Método de ingeniería. 2009:51.

NORMA UNE EN ISO 9612:2009 ERRATUM

Acústica - Determinación de la exposición al ruido en el trabajo – Método de ingeniería. 2011:1.

Ruido: control de la exposición (I). Programa de medidas técnicas o de organización

*Noise: exposure control (I). Programme of technical or organisational measures
Bruit: contrôle de l'exposition (I). Programme de mesures techniques ou organisationnelles*

Redactora:

Cristina Vega Giménez
Licenciada en Ciencias Ambientales

CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES
DE TRABAJO

El artículo 4.2 del Real Decreto 286/2006, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido, obliga a elaborar un programa de medidas técnicas o de organización para reducir la exposición al ruido cuando se sobrepasen los valores superiores de exposición que dan lugar a una acción. En esta NTP se describen las fases que debería incluir ese programa y se dan una serie de pautas para facilitar la aplicación de cada una de ellas.

Vigencia	Actualizada	Observaciones
VÁLIDA		

1. INTRODUCCIÓN

Existe en nuestro entorno la idea, firmemente asentada, de que la tarea de reducir el nivel de ruido en los puestos de trabajo es siempre difícil, cuando no imposible, y se justifica el uso de protectores auditivos individuales como única solución, sin necesidad de demostración objetiva alguna, dando por hecho que aquella sentencia es siempre cierta. Aunque las técnicas operativas de reducción de ruido llevan consigo una complejidad técnica que, a menudo, contrasta con el resultado que se obtiene, muchos de los factores que incrementan la exposición laboral a ruido pueden corregirse mediante el conocimiento de las fuentes de ruido y las características del proceso y del local de trabajo (características de la exposición).

El estudio previo de las condiciones existentes y la programación de las acciones que es posible poner en práctica para reducir la exposición, constituyen el programa de medidas técnicas o de organización (PMTO) al que hace referencia el artículo 4.2 del Real Decreto 286/2006. Este programa debe llevarse a cabo de forma obligatoria y documentarse cuando la exposición al ruido en un puesto de trabajo sobrepase los valores superiores de exposición que dan lugar a una acción.

Los instrumentos esenciales para la gestión y aplicación del Plan de prevención de riesgos laborales de una empresa son la evaluación de riesgos y la planificación de la actividad preventiva. Esta planificación debe permitir implantar las medidas pertinentes para evitar o reducir la exposición a los riesgos detectados previamente en la evaluación. El PMTO debería estar integrado en el citado Plan de Prevención y, como cualquier planificación, debería indicar para cada actividad preventiva que plantee, el plazo para llevarla a cabo, las personas responsables de la misma y los recursos humanos y materiales necesarios para su ejecución.

De acuerdo con los principios de la acción preventiva, señalados en el artículo 15 de la Ley de Prevención de

Riesgos Laborales (LPRL), la solución prioritaria frente a una exposición excesiva a ruido elevado es la eliminación de la fuente que causa el riesgo. Si ello no es posible, o no es razonablemente practicable, se debe minimizar la exposición implantando medidas que antepongan la protección colectiva a la individual. Los PMTO se deben fundamentar en ese principio, priorizando las medidas de prevención y protección colectiva para reducir el riesgo de exposición al ruido.

2. FASES DEL PROGRAMA

A continuación se citan las fases principales que debería incluir el PMTO (ver figura 1), incluyendo una breve descripción de cada una de ellas para esclarecer los aspectos esenciales a considerar en su diseño e implementación.

Definición de objetivos

El PMTO pretende eliminar los riesgos derivados de la exposición al ruido o reducirlos al nivel más bajo posible teniendo en cuenta los avances técnicos y la disponibilidad de medidas de control en su origen.

Un programa eficaz, no sólo debe garantizar que tras su implantación no se sobrepasarán los valores superiores de exposición que dan lugar a una acción, sino que además, tal y como establece el real decreto, los riesgos deben quedar reducidos al mínimo posible. Para poder fijar unos objetivos de reducción realistas, el empresario deberá definir ese mínimo teniendo en cuenta las circunstancias de la exposición y la complejidad técnica o económica de las medidas aplicables para eliminar o disminuir dicha exposición.

Los objetivos concretos a alcanzar (reducción de los niveles de exposición que se desea obtener una vez se hayan implementado las medidas planificadas) se establecerán en base al diagnóstico previo de la situación (segunda fase del programa).

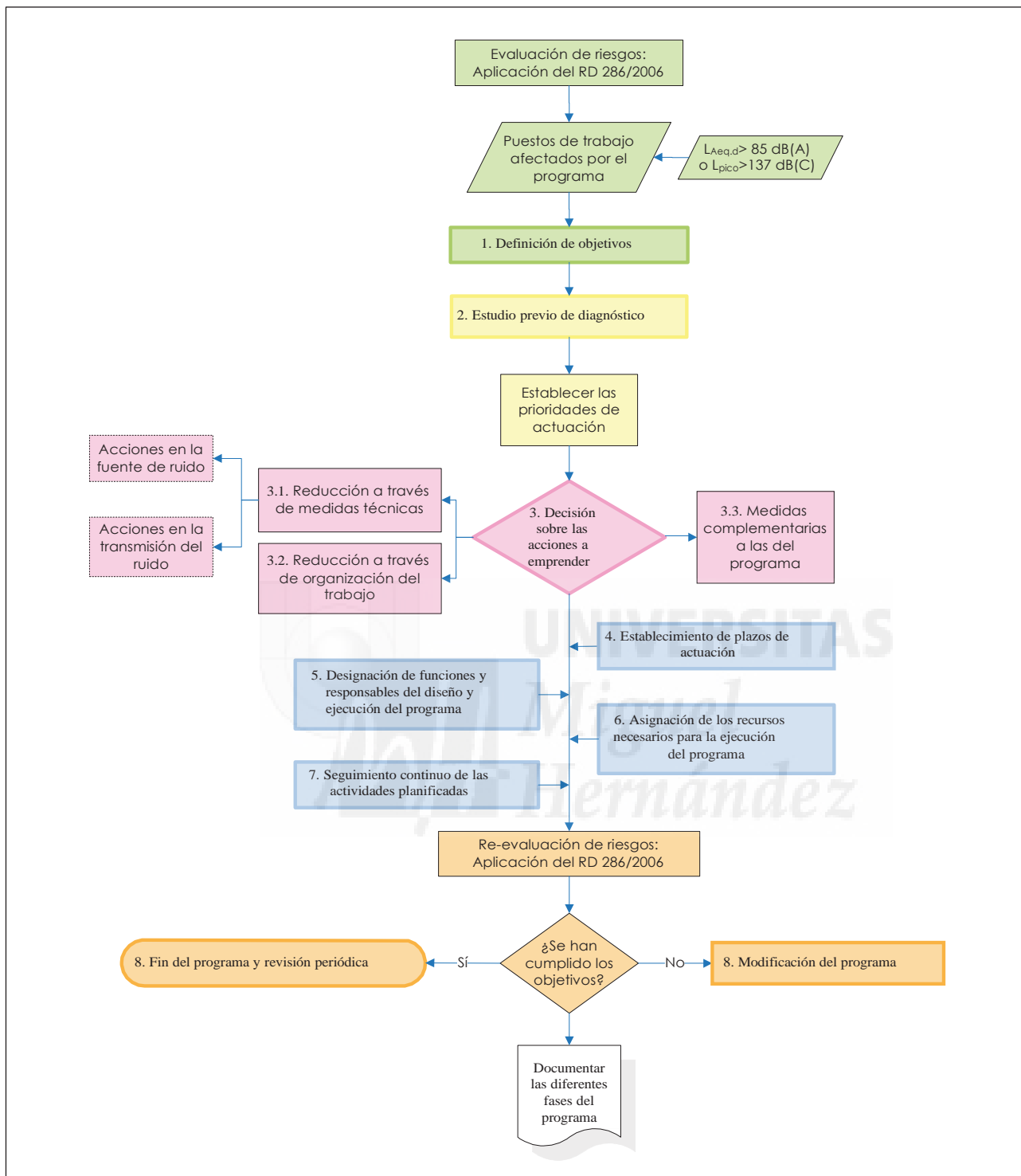


Figura 1. Diagrama de las fases principales que debería incluir el programa de medidas técnicas y/o de organización (PMTO)

Estudio previo de diagnóstico

En esta fase se pretende reunir toda la información necesaria para acotar y justificar el conjunto de posibles soluciones aplicables. La recogida de información implica realizar un diagnóstico previo de la situación que ayude a obtener datos sobre la empresa, el local de trabajo, el tipo de exposición, las fuentes de ruido y los trabajadores afectados. Esta fase debería comprender los siguientes puntos:

Identificación de las características de la actividad de la empresa que pueden influir en el ambiente sonoro de los lugares de trabajo

Algunas de las características que interesa identificar son la tasa de actividad de la empresa, la variabilidad de las tareas de los trabajadores y de las operaciones que conforman esas tareas, el funcionamiento de las instalaciones ruidosas, etc.

La identificación de estas características es esencial

para detectar las situaciones que serán objeto de una reducción del ruido de forma prioritaria (las más frecuentes, las más ruidosas, etc.).

En esta primera identificación deberían participar personas que conozcan los procesos de trabajo, incluyendo a los trabajadores afectados o a los representantes de los trabajadores.

Evaluación de las exposiciones

Es importante identificar a los trabajadores más expuestos y estimar su nivel de exposición. No siempre será necesaria una medición precisa del nivel de exposición diario equivalente ($L_{Aeq,d}$) o del nivel de pico (L_{pico}), ya que en esta fase el objetivo es simplemente identificar el problema, para lo cual bastará con realizar mediciones del ruido ambiental (nivel en el puesto de trabajo expresado en $L_{Aeq,T}$).

Las mediciones deberán realizarse en los lugares y tareas considerados como representativos del problema, y deberán permitir:

- t Localizar los puestos de trabajo problemáticos, que requerirán un tratamiento posterior
- t Jerarquizar las diferentes situaciones a tratar para poder establecer la prioridad de las acciones
- t Determinar de forma aproximada el número de decibelios que se desea reducir, de forma que se puedan dimensionar las soluciones a adoptar de acuerdo con esa reducción

Identificación de las características del local de trabajo

Una primera inspección visual permitirá determinar si el local precisa un tratamiento acústico (si existen grandes superficies acristaladas, paredes pintadas, etc.), en cuyo caso será necesario evaluar de forma cuantitativa la calidad acústica del local. Para ello se pueden calcular varios parámetros:

- a. Tasa de disminución del nivel sonoro en función de la distancia, DL_2
El cálculo de esta tasa se suele emplear en locales de tipo industrial y su aplicación supone comparar el comportamiento acústico del local a estudiar con el de un campo libre.
El campo libre se utiliza como medio de propagación de referencia porque en él no existe reflexión. En este medio el sonido se propaga siguiendo una ley según la cual el nivel sonoro disminuye 6 dB al doblarse la distancia a la fuente sonora. Esta ley permite determinar la pendiente media de disminución sonora en el interior de un local a medida que aumenta la distancia a una fuente de referencia situada en un extremo del mismo. El resultado es el parámetro normalizado DL_2 , en dB(A). Cuanto más reverberante sea el local (es decir, cuanto más importante sea el número de reflexiones del sonido), menos disminuirá el nivel sonoro al aumentar la distancia a la fuente. Así, cuanto más alto sea el DL_2 , "mejor" será el local.
Este método también permite obtener un valor llamado "amplificación del local" (DL_l), que corresponde a la amplificación del nivel de presión acústica en relación a una curva de referencia (DL_r) y mide, para una distancia dada, la diferencia entre la DL_2 del local y la DL_2 en campo libre. De esta forma se puede conocer cuál es la contribución del local al nivel sonoro a diferentes distancias de la fuente.
Un valor elevado de DL_2 y bajo de DL_l contribuye a

que existan menos molestias en el puesto de trabajo. La medición de la DL proporciona información numérica sobre la disminución sonora en el interior del local, sobre la contribución de éste a la amplificación sonora y, por tanto, sobre el beneficio total máximo que se obtendría si el local fuera tratado acústicamente. No obstante, tiene el inconveniente de precisar un dispositivo de medición específico, formado por una fuente sonora estable y no direccional y por un conjunto de puntos de medición. La UNE-EN ISO 14257, publicada en 2001 para la evaluación del comportamiento acústico de los recintos de trabajo, define ambos parámetros, DL_2 y DL_l .

- b. Tiempo de reverberación, T_r
Este otro parámetro se suele utilizar para la caracterización acústica de comedores, despachos, talleres de pequeñas dimensiones, etc. El T_r es un indicador más usual, mejor conocido y más fácil de medir que la DL, por lo que es el método que se suele utilizar para evaluar la calidad acústica de un local.
Cuando una fuente sonora actúa en un local cerrado, y cesa de emitir, el nivel sonoro en el local no cesa de forma brusca, sino que decrece de forma progresiva debido a la existencia de ondas reflejadas en las paredes que siguen propagándose en el interior del local aunque haya cesado la emisión.
El tiempo de reverberación es el tiempo necesario para que el nivel sonoro disminuya 60 dB medido a partir del instante en que la fuente de ruido cesa de emitir. Es una medida de la capacidad del local para absorber las ondas sonoras. Cuanto mayor sea la absorción, menor será el tiempo de reverberación.
La fórmula para el cálculo del T_r es la de Norris-Eyring:

$$T_r = \frac{0,161 \cdot V}{S \cdot [-\ln(1 - a_m)]}$$

donde V es el volumen del local (m^3), S su superficie (m^2), T_r el tiempo de reverberación (s) y a_m el coeficiente de absorción medio del local

Cuando una onda sonora incide en una superficie, una parte de la energía sonora es absorbida por el material, de forma que la onda reflejada tiene menos energía que la incidente. La relación entre la cantidad de energía absorbida y la incidente por unidad de superficie se denomina **coeficiente de absorción del material** (α). El coeficiente de absorción acústica de un material depende de las características del mismo, de la frecuencia de la onda sonora y del ángulo con el que incide la onda sobre la superficie. En un local en el que existen diferentes tipos de materiales se puede utilizar el valor medio del coeficiente de absorción, dado por:

$$a_m = \frac{\sum a_i S_i}{S}$$

siendo α_i el coeficiente de absorción de cada material, S_i la superficie de cada material (m^2) y S la superficie total (m^2) = $\sum S_i$

- c. Absorción acústica del local, A
La absorción acústica de un local se puede obtener a partir de la siguiente expresión:

$$A = \sum a_i S_i$$

En un local reverberante en el que exista una fuente sonora, y considerando sólo el campo difuso, el nivel sonoro producido por la fuente disminuye al aumentar la absorción acústica del local de acuerdo con la relación:

$$L_p = L_w - 10 \log \frac{A}{4}$$

siendo L_p el nivel de presión sonora (dB), A la absorción acústica del local (m^2) y L_w el nivel de potencia sonora de la fuente (dB)

El aumento de la absorción sonora del local, o insonorización, se puede llevar a cabo colocando en el local materiales absorbentes, normalmente conocidos como "materiales acústicos".

d. Aislamiento acústico del local, IA

El aislamiento de los ruidos aerodinámicos es el principio físico que describe la cantidad de energía sonora transmitida al otro lado de una pared en relación a la energía emitida de cara a la misma. El aislamiento acústico normalizado de un local respecto a otro, IA, expresado en dB, varía en función de la frecuencia del sonido y de la masa de la pared:

$$IA = L_{p1} - L_{p2} + 10 \log S/R$$

donde L_{p1} es el nivel de presión medio en el local emisor (dB), L_{p2} es el nivel de presión medio en el local receptor (dB), S es la superficie del elemento separador (m^2) y R es la constante del local receptor (m^2), que se puede obtener a través de la siguiente expresión:

$$R = \frac{a_i S_i}{1 - a_m}$$

Identificación de las fuentes de ruido

Esta fase se lleva a cabo en dos etapas:

- Localización de las fuentes de ruido en cada uno de los puestos problemáticos identificados previamente
Normalmente los propios trabajadores podrán indicar cuáles son esas fuentes y bastará con realizar mediciones simples en sus proximidades para confirmar dichas indicaciones.
- Determinación del nivel de presión acústica (L_p) emitido por las fuentes localizadas
Si las mediciones se efectúan mientras el taller está en funcionamiento, los resultados pueden verse sesgados por la contribución del ruido proveniente de otras fuentes. Idealmente la medición debería realizarse cuando todas las fuentes, con excepción de las que interesa medir, están en situación de parada y, aproximadamente, a un metro de la fuente en dirección al punto de recepción del ruido. Si no es posible detener la actividad del taller, se pueden utilizar métodos de medición que permitan obviar las perturbaciones sonoras ambientales que puedan interferir con la fuente de interés, como por ejemplo la intensimetría acústica (medición de la intensidad acústica).
Como alternativa a la medición del nivel sonoro de la fuente, éste puede ser estimado a partir de los datos incluidos en los documentos técnicos de la instalación. De acuerdo con el RD 1644/2008, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta

en servicio de las máquinas, el fabricante debe indicar en el manual de instrucciones el nivel de presión acústica de emisión ponderado A en los puestos de trabajo cuando este nivel supere los 70 dB(A).

Identificación de las fuentes preponderantes que afectan a cada trabajador

El objetivo de esta fase consiste en identificar la interacción entre un trabajador y cada una de las fuentes que le afectan por separado. De esta forma es posible ordenar las fuentes en función de su contribución a la exposición del trabajador y detectar las fuentes preponderantes, cuyo tratamiento debería ser prioritario.

Para llevar a cabo la ordenación de las fuentes se puede simplificar la situación existente formando parejas "fuente-receptor". Las mediciones se pueden realizar siguiendo uno de estos procedimientos:

- Medir el nivel de exposición del trabajador cuando sólo está en funcionamiento la fuente que se desea evaluar y repetir esta medición para las diferentes fuentes que afectan al trabajador (para las diferentes parejas "fuente-receptor").
- Detener una por una las posibles fuentes de exposición, empezando por las preponderantes, y comprobar en cada caso si la disminución del nivel en el puesto de trabajo es significativa. Se considera que el tratamiento de la máquina o de las máquinas paradas puede ser eficaz cuando la disminución acumulada del nivel llega a ser significativa (del orden de 8 dBA).

Decisión sobre las acciones a emprender

Una vez se ha establecido el orden en el que es necesario actuar sobre los riesgos detectados (en función de la magnitud de esos riesgos y del número de trabajadores expuestos a los mismos), es necesario determinar qué actuación o actuaciones concretas son las más adecuadas para reducir cada uno de esos riesgos. En general, se priorizará la adopción de medidas de carácter técnico frente a las de tipo organizativo. A continuación se describen las principales actuaciones relacionadas con cada tipo de medida.

Reducción técnica del ruido

Los controles de tipo técnico modifican el equipo o el área de trabajo para hacerlos más silenciosos. Incluyen cualquier procedimiento técnico que reduzca el nivel de sonido, y se pueden dividir en acciones en la fuente y acciones en la transmisión o propagación del ruido.

a. Acciones en la fuente

Las principales medidas en la fuente consisten en la adaptación de equipos o procesos de trabajo para hacerlos más silenciosos. Su aplicación requiere un diagnóstico preciso del mecanismo generador de ruido y del modo de radiación. A partir de este diagnóstico, las acciones consisten en la modificación de este mecanismo para disminuir la excitación acústica o la radiación acústica inducida por esta excitación.

Estas medidas son más eficaces que las que actúan sobre el camino de transmisión del ruido entre la fuente y los trabajadores, por lo que se deberían considerar como prioritarias siempre que sea posible.

b. Acciones en la transmisión o propagación del ruido

En este caso la solución más adecuada dependerá de si la propagación se produce por vía estructural o aérea. Cuando la parte de la recepción estructural

es significativa (por ejemplo, superior o igual al nivel global de recepción aérea), la solución más eficaz acostumbra a ser el aislamiento de las vibraciones para limitar su transmisión.

Por otro lado, las principales acciones para luchar contra la propagación por vía aérea son las siguientes:

- t Tratamiento del local para mejorar su absorción acústica.
- t Aislamiento respecto de los ruidos aéreos mediante barreras o mediante el encerramiento de la fuente.
- t Instalación de pantallas .
- t Aislamiento del personal en cabinas.

La propagación del ruido por vía aérea suele ser la preponderante, por lo que las acciones contra dicha propagación son las más aplicadas en la actualidad. No obstante, su eficacia no está siempre garantizada y depende en gran medida del contexto del problema, por lo que antes de ponerlas en práctica es necesario un análisis preciso de cada situación concreta. En la tabla 1 se presentan algunas indicaciones de carácter general para orientar en la elección de la acción aplicable pero no deben considerarse como una norma, sino como una ayuda para reflexionar sobre cuál puede ser la medida más apropiada en cada caso.

Normalmente, las acciones correctoras sobre la fuente son aconsejables cuando existe un ruido de frecuencias puras, ya que este tipo de problema suele estar relacionado con el propio funcionamiento de la máquina, o cuando la fuente está en mal estado. En cambio, si las fuentes están dispersas o son numerosas son preferibles las acciones que inciden sobre la transmisión aérea del ruido, ya que éstas pueden solucionar el problema de forma global, sin necesidad de intervenir en cada una de las fuentes por separado.

El conjunto de posibles soluciones técnicas a aplicar puede ser muy extenso. Además, suele ser complicado estimar la efectividad de cada una de esas soluciones antes de su implementación, ya que existen muchos factores que pueden modificar dicha efectividad, como el tipo de ruido, los materiales del local o la correcta aplicación de la medida por parte de los trabajadores.

Como norma general, en la elección de las medidas se deberían tener en cuenta los siguientes aspectos:

- t Los factores determinados en la fase de diagnóstico previo, es decir, la existencia de una fuente preponderante, el número y localización de las fuentes y de los receptores, y las características acústicas del local.
- t La distribución frecuencial del problema y la posible dominación de frecuencias puras, que se pueden determinar mediante una medición en bandas de octava o de un tercio de octava en el punto de recepción.
- t Las características temporales del ruido en cuestión, en concreto la existencia de impulsos, que suelen ser fácilmente distinguibles por el oído en forma de ruidos breves e intensos y repetidos (chorro de gas comprimido, martilleo, etc.). En caso de duda, se puede realizar un análisis temporal de la señal sonora para evidenciar ese carácter impulsivo.

En algunos casos la elección puede ser verdaderamente complicada, por lo que sería recomendable dejar esta fase del programa en manos de un técnico experto. A menudo, los especialistas utilizan softwares de simulación acústica para evaluar, mediante cálculos teóricos, el impacto que tendría la aplicación de cada solución o combinación de soluciones sin tener que hacer ensayos sobre un local real. Estos simuladores permiten detectar la solución óptima teniendo en cuenta los medios invertidos y la ganancia previsible.

Reducción del ruido mediante la organización del trabajo

Las medidas de tipo técnico se consideran como prioritarias para controlar los riesgos, pero en caso de que no sea posible cumplir con la legislación aplicable utilizando sólo medidas técnicas de control del ruido, se pueden utilizar también medidas de tipo administrativo u organizacional. Estas medidas reducen el nivel de exposición de las personas mediante la ordenación del trabajo e incluyen acciones principalmente destinadas a reducir el tiempo de exposición, como las siguientes:

- t Proporcionar áreas de descanso silenciosas para utilizar en las pausas establecidas durante el trabajo.
- t Desconectar los equipos ruidosos en los momentos en que no se utilicen.
- t Ordenar el tiempo de trabajo del personal expuesto. Por ejemplo, rotar a los empleados en los puestos de trabajo ruidosos para evitar que su nivel diario de exposición al ruido sea excesivo.
- t Organizar los horarios de forma que las tareas ruidosas se hagan cuando haya el mínimo posible de trabajadores presentes.
- t Avisar previamente a las personas cuando se va a llevar a cabo un trabajo ruidoso para que puedan limitar su exposición.

La reducción del tiempo de exposición no conllevará nunca una ganancia elevada (reducción neta del nivel), puesto que el nivel sonoro equivalente sólo disminuye en 3 dB cada vez que el tiempo de exposición se divide por dos. Por lo tanto, esta medida deberá asociarse a otras para que la mejora sea apreciable.

Medidas de prevención y protección complementarias a las establecidas en el programa

La implantación de un PMTO, implica que en una evaluación previa se han detectado niveles de ruido que es necesario disminuir. A parte de las medidas propias del programa, destinadas a corregir una situación existente, existen otro tipo de medidas que se deberían aplicar antes del inicio de la actividad o ante cualquier cambio o modificación significativa del local o los equipos de trabajo. Se trata de las acciones en la concepción, entre las que destacan las siguientes:

- a. Diseño del lugar de trabajo para reducir la exposición al ruido, teniendo en cuenta:
 - Disposición de los locales y de los puestos de trabajo
 - Características acústicas del local
 - Estructura del edificio (suelos, fundamentos y elementos portantes)
- b. Compra y sustitución de equipos en base a una política de compras que tenga en cuenta el nivel de ruido emitido por la maquinaria

Algunas de las medidas anteriores también se pueden llevar a cabo una vez la actividad ya está en marcha, es decir, como acciones correctoras que formen parte del PMTO. No obstante, en esos casos su aplicación suele complicarse, ya que actuar a posteriori, modificando locales, procesos y fuentes de ruido ya existentes, suele conllevar un coste técnico y económico mucho mayor.

Otras medidas no incluidas en el programa, pero que el RD 286/2006 exige llevar a cabo en determinadas circunstancias son las siguientes:

- a. Uso de protección auditiva individual
 - El RD 286/2006 obliga a utilizar protección auditiva mientras se ejecuta el PMTO y en tanto el nivel de

ruido sea igual o superior a los valores superiores de exposición que dan lugar a una acción. En caso de que el nivel de ruido supere los valores inferiores de exposición que dan lugar a una acción, el empresario deberá poner los protectores auditivos individuales a disposición de los trabajadores.

Esta medida sólo debería utilizarse como complemento a la protección colectiva y el control del ruido únicamente debería depender de ella cuando ninguna de las medidas citadas hasta ahora sea razonablemente practicable, ya que su eficacia real puede disminuir en función de múltiples factores, como el tiempo de uso, las condiciones de uso (deficiente colocación, cambio de su posición durante la tarea,...) o las condiciones de exposición.

- b. Señalización, delimitación y limitación de acceso
Según el artículo 4.3 del RD 286/2006, los lugares de trabajo en que los trabajadores puedan verse expuestos a niveles de ruido que sobrepasen los valores superiores de exposición que dan lugar a una acción serán objeto de una señalización apropiada (de acuerdo con el RD 485/1997) y, siempre que sea técnicamente viable y que el riesgo de exposición lo justifique, se delimitarán y se limitará el acceso a ellos. Para cumplir con el párrafo anterior y minimizar el número de trabajadores expuestos, se suelen establecer Zonas Perimetrales de Ruido (ZPR). Se trata de áreas delimitadas y señalizadas donde los niveles de ruido están por encima de los valores superiores de exposición que dan lugar a una acción y en las que es obligatorio el uso de protección auditiva. El acceso a estas áreas sólo está permitido a las personas que así lo precisen por motivo de su trabajo.

Por último, destaca otro tipo de actuaciones preventivas que deberían ser aplicadas para garantizar la efectividad del programa y, en su caso, de la utilización de protección auditiva individual, como son:

- a. Acciones de información y formación de los trabajadores
El empresario es el responsable de informar de forma apropiada a los trabajadores sobre la exposición a ruido, los riesgos de esta exposición a ruido y las medidas de control para reducir dicha exposición. Además, los trabajadores deben estar informados y formados sobre cómo utilizar correctamente los equipos de trabajo y los equipos de protección auditiva para que su exposición al ruido sea la mínima posible.
La política de control del ruido y el PMTO deberían estar a disposición de los trabajadores y sus representantes y ser un componente esencial de las actividades de información y formación.
- b. Otros procedimientos de aplicación periódica que ayuden a mantener los riesgos en niveles tolerables a lo largo del tiempo:
- Revisiones e inspecciones de las medidas implantadas para asegurar que se cumplen correctamente y son eficaces
 - Control de los niveles de exposición al ruido (el RD 286/2006 ya establece una determinada periodicidad para ello, dependiendo de los niveles existentes)
 - Vigilancia de la salud de los trabajadores conforme al artículo 11 del RD 286/2006
 - Mantenimiento de los sistemas y equipos. Esta acción no sólo evita la disminución del rendimiento de los sistemas y equipos, sino que además hace que su uso sea más seguro e impide que se den cambios en los niveles de ruido o que aparezcan ruidos nuevos.

Establecimiento de plazos de actuación

Tras la elección de las acciones concretas a aplicar se debe asignar a cada una de ellas un plazo para su ejecución (si se trata de una medida concreta) o para su inicio (si se trata de una actividad continuada). A la hora de fijar dicho plazo, es importante que el empresario reciba el asesoramiento del Servicio de prevención.

En todo caso, el plazo deberá ser el mínimo posible, teniendo en cuenta la prioridad de la acción y la complejidad técnica o económica asociada a su implantación.

Designación de funciones y responsabilidades del diseño y ejecución del programa

En esta fase es necesario identificar a las personas responsables del diseño del programa y de la ejecución de cada una de las fases que lo componen: diagnóstico previo de la situación, elección de las acciones a emprender, implementación y seguimiento de dichas acciones.

El programa estará incluido en la planificación de la actividad preventiva de la empresa. Esta planificación, al igual que otras actividades preventivas, debe estar integrada en todas las actividades de la empresa y debe implicar a todos los niveles jerárquicos. Es decir, toda la estructura organizativa debe jugar un papel en el desarrollo de las diferentes fases del programa. Así, la Dirección de la empresa es la responsable de su implantación y supervisión, mientras que los trabajadores o sus representantes, además de realizar las funciones que les sean asignadas en el programa, deberán ser consultados sobre el mismo, conforme establece el artículo 33 de la LPRL, y ejercer su derecho de participación si así lo desean.

Cada uno de los responsables del programa debe conocer las funciones preventivas concretas que le han sido asignadas y tener una formación adecuada para llevarlas a cabo. Algunas de las fases del programa exigirán la participación de personas con un alto grado de especialización, principalmente a la hora de realizar la evaluación de la exposición y de seleccionar las medidas de control más adecuadas. Si en la empresa no existen personas con dicha formación, se debería solicitar la intervención de técnicos especializados ajenos a la empresa capaces de realizar esas funciones.

Asignación de los recursos necesarios para la ejecución del programa

La empresa, a través del Servicio de Prevención, propio o ajeno, deberá disponer de los medios humanos, equipos y materiales que sean necesarios para la ejecución del programa: instrumentos de medición y calibración, accesorios y materiales para la reducción del ruido, señalización, equipos de protección individual, etc. En muchos casos será necesaria la intervención de una empresa especializada en la reducción técnica del ruido.

Por otra parte, la empresa debe asignar una parte de su presupuesto a la implantación, mejora y control del programa. Este presupuesto deberá contemplar tanto el coste de los recursos materiales necesarios, como el coste proporcional del salario de los responsables del programa si son de la propia empresa (por ejemplo, en función del tiempo que deban dedicar los responsables a la realización de las funciones del programa que les hayan sido asignadas) o el coste de las contrataciones externas a ella.

PMTO - FICHA PARA LA PLANIFICACIÓN DE MEDIDAS DESTINADAS A ELIMINAR O REDUCIR LA EXPOSICIÓN AL RUIDO		
Responsable	Fecha	Próximo

Puesto de trabajo ¹ :					
Evaluación del riesgo		Nivel de exposición existente		Objetivo previsto de reducción (nivel de exposición que se espera alcanzar)	Plazo comprobación objetivo
Fecha	Informe	L _{Aeq,d} (dB(A))	L _{pico} (dB(C))		

Fuente ² :												
L _{pA} (dB(A))	L _{Aeq,T} (dB(A))	Fuente preponderante		Disposición respecto a otras fuentes del local		Frecuencias dominantes			Admite cerramiento		Admite barreras aislantes	
		SÍ	NO	Agrupada	Dispersa	altas	bajas	medias	SÍ	NO	SÍ	NO

Características de los trabajadores expuestos a la fuente ²										
Nº trabajadores expuestos	Acceso frecuente a zona de ruido		Movilidad durante la exposición		Campo en el que se localizan		Ubicación en el local		Admite cabina	
	SÍ	NO	SÍ	NO	Directo	Reverberante	Dispersos	Concentrados	SI	NO

Superficie, S (m ²)	Volumen, V (m ³)	Coefficiente medio de absorción, α_m	Superficie de absorción acústica, A (m ²)	Constante del local receptor, R (m ²)	Tasa de disminución del nivel sonoro en función de la distancia, DL ₂ (dBA)	Amplificación del local, DL _r (dBA)	Tiempo de reverberación, T _r (s)	Aislamiento acústico normalizado, IA (dB)

Medidas y actividades de mejora o corrección. Puesto de trabajo ¹ :							
Planificación de las medidas/actividades preventivas						Seguimiento	
Tipo de medida	Medida concreta	Responsable	Plazo	Coste	Periodicidad	Responsable	
Técnica							
Organizativa							
Protección individual							
Formación							
Información							
Otras medidas							

Tabla 1. Modelo de ficha para la planificación de las medidas destinadas a eliminar o reducir la exposición al ruido

¹ Repetir para cada puesto de trabajo con exposición a ruido

² Repetir para cada fuente que interviene en la exposición del puesto de trabajo

³ Repetir para cada local en el que existan fuentes que intervengan en la exposición del puesto de trabajo

Seguimiento continuo de las actividades planificadas

Es necesario revisar periódicamente las actividades planificadas para verificar que se ejecutan según lo previsto, tanto en lo que respecta al cumplimiento de los plazos establecidos como a la eficacia de las medidas implantadas. Si los controles periódicos de las condiciones de trabajo y de la actividad de los trabajadores muestran que alguna de esas actividades no es eficaz, ésta deberá ser modificada (artículo 16.2.b LPRL).

Revisión del programa

Una vez alcanzados los plazos establecidos en el programa y tras un tiempo de implantación de las medidas seleccionadas, es posible que se den cambios en las circunstancias de exposición o en la estructura organizativa de la empresa que obliguen a modificar el contenido del programa. Es por ello que éste debería ser revisado periódicamente y cada vez que se actualice la evaluación de riesgos, de acuerdo con lo dispuesto en los artículos 16.2.a de la LPRL y 4.2 y 6.1/2 del Reglamento de los Servicios de Prevención (RSP).

3. DOCUMENTACIÓN

La documentación del PMTO permite demostrar a la empresa que está afrontando la prevención de los riesgos debidos al ruido y que cumple con lo dispuesto por

el Real Decreto 286/2006, disponiendo además de un determinado cronograma previsto para el desarrollo del programa. El programa debe estar debidamente documentado y la documentación relacionada con el mismo debe ser inmediatamente accesible y estar a disposición de las autoridades y los representantes de los trabajadores. En la tabla 1 se muestra una ficha para planificar las medidas destinadas a eliminar o reducir la exposición al ruido. Esta ficha sigue los principios recogidos en la Guía Técnica de "Simplificación documental" publicada por el INSHT y pretende ser un modelo básico para presentar la información mínima respecto al programa. Cada empresa deberá adaptar este modelo a su situación concreta y adjuntar, en su caso, los planos, estudios e informes realizados, etc.

En la documentación del PMTO se debería hacer referencia a otros documentos ya integrados en el Sistema de Prevención de la empresa referentes a actividades que pueden ser necesarias para la aplicación del programa. Entre estos documentos se encuentran la política de control de ruido, la evaluación de riesgos, instrucciones de trabajo, procedimientos para la realización de determinadas actividades (información y formación, mantenimiento periódico, vigilancia de la salud, uso de equipos de protección individual,...), proyectos de instalaciones y equipos y manuales de instrucciones de los mismos, etc.

Todos los documentos y registros del Sistema deberían estar codificados para poder ser identificados adecuadamente. Esta codificación puede utilizarse para hacer referencia a ellos fácilmente en el PMTO.

BIBLIOGRAFÍA

- INRS
Bruit et vibrations au travail. La prévention technique des risques liés au bruit ou aux vibrations.
Paris: INRS, 2011, chapitre 4
- CANETTO, P.
Techniques de réduction du bruit en entreprise. Quelles solutions, comment choisir. 1^{re} édition.
Paris: INRS, 2006.
- INSHT
Guía técnica con orientaciones para la elaboración de un documento único que contenga el plan de prevención de riesgos laborales, la evaluación de riesgos y la planificación de la actividad preventiva. "Simplificación documental".
Madrid, INSHT, 2012.
- INSHT
Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición de los trabajadores al ruido.
Madrid, INSHT, 2008.
- INSHT
Guía técnica sobre la integración de la prevención de riesgos laborales en el sistema general de gestión de la empresa.
Madrid, INSHT, 2008.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido. BOE núm. 60, de 22 de marzo.
- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas. BOE num. 246, de 11 de octubre.
- NATIONAL OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY COMMISSION
National Code of Practice for Noise Management and Protection of Hearing at Work. 3rd ed.
Canberra: NOHSC, 2004.
- HSE
Noise at work
<http://www.hse.gov.uk/noise/goodpractice/managing-riks.htm>



NTP 387: Evaluación de las condiciones de trabajo: método del análisis ergonómico del puesto de trabajo



Evaluation des conditions de travail: méthode de l'analyse ergonomique des postes de travail,
Working conditions analysis: the ergonomic workplace analysis

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

Redactora:

Silvia Nogareda Cuixart
Licenciada en Medicina y Cirugía
Especialista en Medicina de Empresa

CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO

Esta Nota Técnica presenta una versión resumida del método para el análisis ergonómico de las condiciones de trabajo, elaborado por el Finnish Institute of Occupational Health.

Introducción

El análisis ergonómico del puesto de trabajo, dirigido especialmente a las actividades manuales de la industria y a la manipulación de materiales, ha sido diseñado para servir como una herramienta que permita tener una visión de la situación de trabajo, a fin de diseñar puestos de trabajo y tareas seguras, saludables y productivas. Así mismo, puede utilizarse para hacer un seguimiento de las mejoras implantadas en un centro de trabajo o para comparar diferentes puestos de trabajo.

La base del análisis ergonómico del puesto de trabajo consiste en una descripción sistemática y cuidadosa de la tarea o puesto de trabajo, para lo que se utilizan observaciones y entrevistas, a fin de obtener la información necesaria. En algunos casos, se necesitan instrumentos simples de medición, como puede ser un luxómetro para la iluminación, un sonómetro para el ruido, un termómetro para el ambiente térmico, etc.

Como características específicas de este método, podemos destacar las siguientes:

A pesar de estar dirigido a la industria, no está enfocado para trabajos en cadena, como otros métodos tradicionales (L.E.S.T., Perfil del puesto, Fagor, etc.).

Está diseñado desde una perspectiva ergonómica.

Es un método abierto. Aunque se definen una serie de items, existe la posibilidad de añadir o suprimir aquellos que el usuario considere necesarios (ver cuadro 1).

Cuadro 1: Items que contempla el método

1. Puesto de trabajo
2. Actividad física general
3. Levantamiento de cargas
4. Postura de trabajo y movimientos
5. Riesgo de accidente
6. Contenido del trabajo
7. Autonomía
8. Comunicación del trabajador y contactos personales
9. Toma de decisiones
10. Repetitividad del trabajo
11. Atención
12. Iluminación
13. Ambiente térmico
14. Ruido

Los items del método son cuantificables y se incluyen sólo aquellos que se han podido estructurar y clasificar adecuadamente.

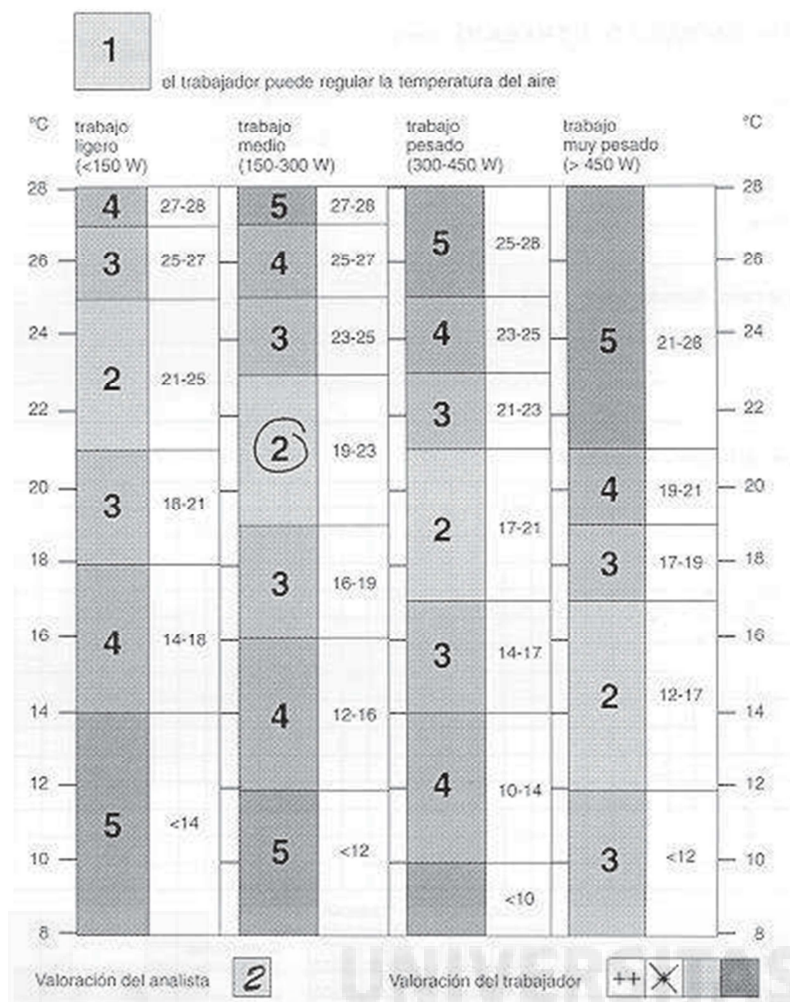
Paralelamente a la evaluación del especialista que realiza el análisis, se lleva a cabo otra evaluación de índole subjetiva para cada ítem y se sugiere que cuando exista una divergencia entre ambas, se analice más ampliamente la situación (ver cuadro 2 y cuadro 3).

Cuadro 2: Ejemplo de valoración

GRAVEDAD DEL ACCIDENTE	RIESGO DE ACCIDENTE			
	pequeño	considerable	grande	muy grande
ligero	1	2	2	3
leve	2	2	3	4
bastante grave	2	3	4	5
muy grave	3	4	5	5

Valoración del analista Valoración del trabajador

Cuadro 3: Ejemplo de valoración



Las escalas de los ítems no son comparables entre sí.

La evaluación de las condiciones de trabajo se basa en dos valoraciones: una realizada por el analista a partir de los criterios de aplicación y otra paralela, que refleja la opinión que tiene la persona que ocupa el puesto de trabajo.

Criterios de aplicación

Para el análisis de un puesto de trabajo se debe proceder siguiendo los tres pasos siguientes:

1. El analista define y perfila la tarea que se va a analizar. El análisis puede ser de una tarea o de un lugar de trabajo. Frecuentemente, la tarea tiene que ser dividida en subtareas, que serán analizadas por separado.
2. Se describe la tarea enumerando las distintas operaciones realizadas y se dibuja un esquema del puesto de trabajo.
3. El analista puede proceder al análisis ergonómico, ítem por ítem, utilizando las directrices generales del método.

A continuación, vamos a describir cada ítem y su correspondiente guía para efectuar el análisis. En las guías se señalan los requisitos fundamentales que debería cumplir cada variable que contempla este método.

Puesto de trabajo

La evaluación de un puesto tiene en cuenta el equipo, el mobiliario, y otros instrumentos auxiliares de trabajo, así como su disposición y dimensiones. La disposición del puesto de trabajo depende de la amplitud del área donde se realiza el trabajo y del equipo disponible, por lo tanto, no pueden darse criterios específicos de evaluación para cada posibilidad. La clasificación del espacio de trabajo está en función de que las medidas o disposiciones técnicas permitan una postura de trabajo apropiada y correcta, que no impida realizar movimientos y, en función de la evaluación general de la zona de trabajo. Esta evaluación general se complementa con el análisis de la actividad física, el levantamiento de pesos y los movimientos y posturas de trabajo.

Guía para el análisis

En primer lugar, se valoran por observación los siguientes puntos:

- Si los objetos que deben manejarse están situados de tal modo que el trabajador pueda mantener una postura de trabajo adecuada.

- Si se mantiene la postura de forma correcta para satisfacer las demandas funcionales de la tarea (superficies de soporte: sillas, respaldo, apoyabrazos, superficie de la mesa, etc.).
- Si hay espacio suficiente para que el trabajador pueda realizar los movimientos que exija el trabajo y cambiar de posturas con facilidad.
- Si el trabajador puede ajustar las dimensiones del puesto de trabajo y adaptar el equipo que utiliza a sus necesidades.

Posteriormente, se compara la disposición del espacio de trabajo con las recomendaciones dadas. Puesto que es prácticamente imposible hacer frente a todas las recomendaciones de forma simultánea, debe evaluarse el puesto de trabajo de forma global y deben hacerse arreglos, según los diferentes requerimientos.

Por último, se miden los siguientes parámetros:

- El área de trabajo horizontal que contempla el área de trabajo habitual, el de actividades cortas y el de actividades que se repiten raramente.
- La altura de trabajo para las tareas que exijan precisión visual, las que exijan apoyo manual, las que exijan poder mover libremente las manos, y el manejo de materiales pesados.
- El campo visual, que incluye la distancia visual (en trabajos con demanda especial, trabajos con exigencias, trabajo normal y trabajo sin exigencias) y el ángulo de visión.
- El espacio para las piernas.
- El asiento.
- Las herramientas.
- Otros equipamientos. Este apartado incluye, porejemplo, instalaciones, componentes, dispositivos de protección personal, controles y ayudas para el manejo y levantamiento (de cargas) que deben de evaluarse según su utilización.

Actividad física general

La actividad física general se determina según la intensidad de la actividad física que requiera el trabajo, los métodos utilizados y los equipamientos. Estos requerimientos pueden ser óptimos, pero también pueden ser demasiado grandes o demasiado pequeños. La calidad se determina según el trabajador pueda o no regular la carga de trabajo o si se regula por el método de producción o por la situación en la que se realiza el trabajo.

Guía para el análisis

- Se determina observando el trabajo y entrevistando al trabajador y al encargado para saber si la cantidad de actividad física requerida es grande, óptima o pequeña.
- Se analiza si la actividad depende de los métodos de producción o de la organización, si hay picos de carga de trabajo y la existencia de pausas. Por otro lado, se debe averiguar si la actividad física está completamente regulada por el trabajador, y si el espacio de trabajo, equipos y métodos constituyen o no algún obstáculo para el movimiento del trabajador.

Levantamiento de cargas

El estrés causado por el levantamiento se basa en el peso de la carga, la distancia horizontal entre la carga y el cuerpo (distancia de agarre), y la altura de alzamiento.

Guía para el análisis

- Se mide la altura a la que se realiza el levantamiento.
- Se pesa la carga. Hay que estimar el estrés, según la carga elevada más pesada.
- Se mide la distancia horizontal de manejo desde la línea central del cuerpo.
- Se elige la tabla que corresponda según sea la altura del levantamiento de la carga.

Postura de trabajo y movimientos

La postura de trabajo hace referencia a la posición del cuello, de los brazos, de la espalda, de las caderas y de las piernas durante el trabajo. Los movimientos de trabajo son los movimientos del cuerpo requeridos por el trabajo.

Guía para el análisis

- Se valoran, por separado, las posturas y los movimientos de trabajo para cuello-hombros, codo-muñeca, espalda y caderas-piernas (si están relajados, tensos, torcidos, etc.). El análisis se efectúa sobre la postura y el movimiento más forzado. La clasificación final es el peor valor resultante de los cuatro.
- El tiempo que se utiliza para mantener la postura repercute, acentuando la carga de una situación. El valor de la clasificación aumenta en un nivel, si se mantiene la postura más de media jornada, pero decrece un nivel, si la postura se mantiene menos de una hora.

Riesgo de accidente

El riesgo de accidente se refiere a la posibilidad de sufrir una lesión repentina y al riesgo de producirse un envenenamiento repentino provocado por una exposición laboral inferior a un día. Se determina evaluando la posibilidad de que ocurra un accidente y su gravedad.

Guía para el análisis

Hay que familiarizarse con las estadísticas de accidentes del lugar de trabajo y entrevistar al personal del departamento de seguridad. A continuación, se debe evaluar la posibilidad de que suceda un accidente, así como su severidad, y elegir la clasificación correspondiente.

Se deben analizar los siguientes riesgos:

- Riesgos mecánicos.
- Riesgos causados por un diseño incorrecto.
- Riesgos relacionados con la actividad del trabajador (por ejemplo, por las posturas de trabajo mantenidas, sobreesfuerzos o movimientos efectuados durante el trabajo de forma incorrecta o la sobrecarga sufrida de las capacidades de percepción y atención del trabajador).
- Riesgos relativos a la energía (la electricidad, el aire comprimido, los gases, la temperatura, los agentes químicos, etc.).

Se considera que el riesgo de accidente es:

- Pequeño: si el trabajador puede evitar accidentes teniendo precaución y siguiendo las normas generales de seguridad.
- Considerable: si el trabajador precisa seguir normas de trabajo para evitar el accidente y debe prestar mayor atención de lo normal.
- Grande: si el trabajador precisa ser especialmente cuidadoso y seguir normas estrictas o reglamentarias de seguridad; es decir, si existe un riesgo tangible.
- Muy grande: si el trabajador precisa una normativa y una reglamentación estricta y concisa.

Las consecuencias del accidente se miden por su gravedad y ésta puede ser:

- Ligera: si el accidente causa como máximo 1 día de baja.
- Leve: si el accidente causa como máximo 7 días de baja.
- Bastante grave: si el accidente causa alrededor de 1 mes de baja.
- Muy grave: si el accidente causa más de 6 meses de baja o incapacidad permanente.

Contenido de trabajo

El contenido del trabajo está determinado por el número y la calidad de las tareas individuales incluidas en el trabajo.

Guía para el análisis

- Se evalúa el contenido del trabajo determinando en qué medida dicho trabajo incluye planificación y preparación, inspección y corrección del producto, y gestión de mantenimiento y materiales, además de la tarea principal.
- Hay que utilizar la descripción del trabajo, si se dispone de ella, con sus asignaciones de tiempo para tareas individuales, como una ayuda en el análisis. El tiempo asignado para planificar afecta especialmente a la clasificación.
- Se debe tener en cuenta el hecho de que esa planificación, ejecución e inspección puedan tener lugar simultáneamente en

tareas que exijan un nivel muy alto de habilidad.

- Cuanto más se defina el contenido del trabajo, mejor es la clasificación.

Autonomía

En trabajos restrictivos, las condiciones en las que se realiza un trabajo limitan la movilidad del trabajador o su libertad para escoger cuándo y cómo debe hacerse el trabajo.

Guía para el análisis

- Se deben evaluar las restricciones de la tarea determinando si la organización del trabajo, el propio trabajo o las condiciones del mismo, limitan la actividad del trabajador o su libertad para escoger el tiempo para ejecutar la tarea.

El trabajador puede depender, por ejemplo, del funcionamiento de una máquina o instrumento que se utiliza o de la necesidad de la continuidad que requiere el proceso. Puede también depender del hecho de que, dentro de una fase particular de trabajo, otros trabajadores «determinen» el tiempo de ejecución o el ritmo de trabajo.

- Si el trabajo se realiza por un grupo de producción, hay que tener en cuenta las posibilidades del grupo para regular la autonomía de cada trabajador.

Comunicación del trabajador y contactos personales

La comunicación del trabajador y los contactos personales se refieren a las oportunidades que los trabajadores tienen para comunicarse con sus superiores u otros compañeros de trabajo.

Guía para el análisis

- Hay que determinar el grado de aislamiento del trabajador evaluando las oportunidades directas e indirectas que tiene para comunicarse con otros trabajadores y con sus superiores. Estar a la vista no es suficiente para eliminar el aislamiento cuando hay, por ejemplo, mucho ruido en el lugar de trabajo.

Toma de decisiones

La dificultad en la toma de decisiones está influenciada por la idoneidad de la información disponible (suficiente y adecuada) y el riesgo que puede implicar una decisión.

Guía para el análisis

- Se determina la complejidad de la relación entre la información de que dispone el trabajador (información guía para el trabajador) y su acción.
- La relación puede ser simple y clara en tanto en cuanto la información recibida proceda de un solo indicador. Por ejemplo, el destello de una señal luminosa es una información que conlleva la decisión de parar una máquina. La relación puede ser complicada y la decisión puede requerir la formación de un modelo de actividad y la comparación de varias alternativas de acción.
- Se tiene en consideración, así mismo, si una decisión equivocada puede crear un riesgo de accidente, un paro en la producción o un daño material.

Repetitividad del trabajo

La repetitividad del trabajo está determinada por la duración media de un ciclo de trabajo repetido y se mide desde el principio al fin del ciclo. La repetitividad puede ser evaluada sólo para aquellos trabajos en que una tarea se repite continuamente más o menos de la misma manera. Esta clase de trabajo se encuentra en tareas de producción en serie o, por ejemplo, en tareas de empaquetado.

Guía para el análisis

- Se evalúa la repetitividad según sea la duración del ciclo repetido. Se determina la duración midiendo tareas que son totalmente o casi totalmente iguales desde el principio de ciclo hasta el comienzo del siguiente.

Atención

Los requerimientos de atención abarcan toda la atención y observaciones que un trabajador tiene que poner en su trabajo, en los instrumentos, en las máquinas, en los displays, en los controles, en los procesos, etc. La demanda de atención se evalúa a partir de la relación entre la duración de la observación y el grado de atención requerida.

Guía para el análisis

Se determinan:

- Las demandas de atención del trabajo, analizando el tiempo que se toma el trabajador para hacer observaciones y midiendo el grado de atención requerida.
- El porcentaje de tiempo, en relación con el ciclo total, en que el trabajador tiene que estar observando atentamente cualquier aspecto de su tarea.
- El grado de atención requerida, estimando la que implica la realización de la tarea y comparándola con los ejemplos que se dan en el método.

Iluminación

Las condiciones de iluminación de un puesto de trabajo se evalúan de acuerdo al tipo de trabajo que se realiza. Para tareas que requieren una precisión visual normal, los niveles de iluminación y el grado de deslumbramiento se pueden valorar por observación. Para las tareas que requieren una precisión visual elevada, las diferencias de luminancia deben medirse, si es posible.

Guías para la medición

- Si la precisión visual necesaria es normal:
- Se mide el nivel de iluminación con un luxómetro.
- Se calcula el porcentaje del nivel de iluminación medido comparado con el valor recomendado para el puesto de trabajo.
- Se determina la existencia de deslumbramiento, observando si existen, o no, luces brillantes, superficies reflectantes y brillantes o áreas brillantes y oscuras, con un valor elevado de la razón entre las luminancias de las áreas en el campo de visión.
- Se comparan los valores obtenidos para la iluminación y el deslumbramiento. El peor de los resultados reflejará las condiciones de iluminación para todo el puesto de trabajo.

Si la precisión visual necesaria es elevada se mide la luminancia del objeto, la del campo visual próximo o su inmediato, la media de la zona más oscura, y la de la zona más brillante.

Ambiente térmico

Se evalúa en todos los puestos de trabajo. En un trabajo con radiación térmica o en trabajos con exposición continuada a temperaturas que exceden los 28 °C, la evaluación se basa en el índice WBGT (ISO 7243). El riesgo de estrés térmico causado por las condiciones térmicas depende del efecto combinado de la temperatura del aire, su humedad, la velocidad del aire, la carga de trabajo y el tipo de vestido.

Guía para las mediciones

- Se mide la temperatura del aire del puesto de trabajo a la altura de la cabeza y a la de los tobillos del trabajador. Para un trabajador que se mueva durante su trabajo, se ha de medir la temperatura del aire a 1 m de la pared exterior, a 1 m de la pared opuesta y en el centro del espacio de trabajo, a una altura de 10 cm y 170 cm.
- Se compara la media de las mediciones obtenidas con los valores de la tabla de acuerdo a la intensidad del trabajo.
- Se estima el efecto de la indumentaria usada por el trabajador. Los valores dados en la tabla están indicados para personas que trabajan en interiores y con indumentaria ligera. La puntuación obtenida puede aumentar o disminuir en un nivel, en función del tipo de ropa usada.
- Se mide o estima la velocidad del aire y la humedad relativa. Para temperaturas del aire y humedad elevadas y para temperaturas bajas y elevadas velocidades del aire, se incrementa la puntuación en un nivel.

Ruido

La valoración del ruido se hace de acuerdo con el tipo de trabajo realizado. Existe riesgo de daño en la audición cuando el nivel de ruido es mayor de 80 dB (A). Se recomienda el uso de protectores auditivos.

La valoración está en función de las exigencias de la tarea: en trabajos que requieren comunicación verbal, las personas deben poder hablar con los demás para dirigir o ejecutar el trabajo; en trabajos que requieren concentración, el trabajador necesita razonar, tomar decisiones y usar su memoria continuamente.

Guía para la medición

Se mide o estima el nivel de ruido en condiciones normales de ruido. En el método se da un listado de ejemplos que ayudan a estimar el actual nivel de ruido.

Cuadro 5: Ficha resumen

<p>1 Puesto de trabajo</p> <p>Área de trabajo horizontal <input type="checkbox"/> Asiento <input type="checkbox"/> Altura de trabajo <input type="checkbox"/> Herramientas <input type="checkbox"/> Vista <input type="checkbox"/> Otros equipos <input type="checkbox"/> Espacio piernas <input type="checkbox"/></p> <p>analista <input type="checkbox"/> trabajador <input type="checkbox"/></p>	<p>8 Comunicación del trabajador y cont. personales</p> <p>analista <input type="checkbox"/> trabajador <input type="checkbox"/></p>																												
<p>2 Actividad física general</p> <p>analista <input type="checkbox"/> trabajador <input type="checkbox"/></p>	<p>9 Toma de decisiones</p> <p>analista <input type="checkbox"/> trabajador <input type="checkbox"/></p>																												
<p>3 Levantamiento de cargas</p> <p>Altura del levantamiento <input type="checkbox"/> normal <input type="checkbox"/> bajo peso de la carga ___ kgs distancia de manejo ___ cm Nº de cargas levantadas _____ Condiciones de levantamiento _____</p> <p>analista <input type="checkbox"/> trabajador <input type="checkbox"/></p>	<p>10 Repetitividad del trabajo Duración del ciclo ___ min</p> <p>analista <input type="checkbox"/> trabajador <input type="checkbox"/></p>																												
<p>4 Posturas de trabajo y movimientos</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>ratio</th> <th>duración (h/d)</th> <th>ratio corregido</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cuello-hombros</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>_____</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Codo-muñeca</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>_____</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Espalda</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>_____</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Caderas-pierna</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>_____</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table> <p>analista <input type="checkbox"/> trabajador <input type="checkbox"/></p>		ratio	duración (h/d)	ratio corregido	Cuello-hombros	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	Codo-muñeca	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	Espalda	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	Caderas-pierna	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<p>11 Atención</p> <p>% del tiempo del ciclo:</p> <table border="1"> <tbody> <tr> <td><input type="checkbox"/> hasta 30</td> <td><input type="checkbox"/> superficial</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> de 30 a 60</td> <td><input type="checkbox"/> media</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> de 60 a 80</td> <td><input type="checkbox"/> bastante grande</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> más de 80</td> <td><input type="checkbox"/> muy grande</td> </tr> </tbody> </table> <p>analista <input type="checkbox"/> trabajador <input type="checkbox"/></p>	<input type="checkbox"/> hasta 30	<input type="checkbox"/> superficial	<input type="checkbox"/> de 30 a 60	<input type="checkbox"/> media	<input type="checkbox"/> de 60 a 80	<input type="checkbox"/> bastante grande	<input type="checkbox"/> más de 80	<input type="checkbox"/> muy grande
	ratio	duración (h/d)	ratio corregido																										
Cuello-hombros	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>																										
Codo-muñeca	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>																										
Espalda	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>																										
Caderas-pierna	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>																										
<input type="checkbox"/> hasta 30	<input type="checkbox"/> superficial																												
<input type="checkbox"/> de 30 a 60	<input type="checkbox"/> media																												
<input type="checkbox"/> de 60 a 80	<input type="checkbox"/> bastante grande																												
<input type="checkbox"/> más de 80	<input type="checkbox"/> muy grande																												
<p>5 Riesgos de accidente</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Riesgo de accidente</th> <th>Gravedad del accidente</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><input type="checkbox"/> pequeño</td> <td><input type="checkbox"/> ligera</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> considerable</td> <td><input type="checkbox"/> leve</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> grande</td> <td><input type="checkbox"/> bastante grave</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> muy grande</td> <td><input type="checkbox"/> muy grave</td> </tr> </tbody> </table> <p>1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 Riesgos concretos _____</p> <p>analista <input type="checkbox"/> trabajador <input type="checkbox"/></p>	Riesgo de accidente	Gravedad del accidente	<input type="checkbox"/> pequeño	<input type="checkbox"/> ligera	<input type="checkbox"/> considerable	<input type="checkbox"/> leve	<input type="checkbox"/> grande	<input type="checkbox"/> bastante grave	<input type="checkbox"/> muy grande	<input type="checkbox"/> muy grave	<p>12 Iluminación</p> <p>intensidad luminosa ___ lux, valor recomendado ___ lux deslumbramientos <input type="checkbox"/> ninguno <input type="checkbox"/> algunos <input type="checkbox"/> muchos</p> <p>analista <input type="checkbox"/> trabajador <input type="checkbox"/></p>																		
Riesgo de accidente	Gravedad del accidente																												
<input type="checkbox"/> pequeño	<input type="checkbox"/> ligera																												
<input type="checkbox"/> considerable	<input type="checkbox"/> leve																												
<input type="checkbox"/> grande	<input type="checkbox"/> bastante grave																												
<input type="checkbox"/> muy grande	<input type="checkbox"/> muy grave																												
<p>6 Contenido del trabajo</p> <p>analista <input type="checkbox"/> trabajador <input type="checkbox"/></p>	<p>13 Ambiente térmico</p> <p>medidas de temperatura (°C)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>sentado</th> <th>de pie</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>media ___ °C</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>cabeza</td> </tr> <tr> <td>velocidad aire ___ m/s</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>pies</td> </tr> </tbody> </table> <p>analista <input type="checkbox"/> trabajador <input type="checkbox"/></p>		sentado	de pie		media ___ °C	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	cabeza	velocidad aire ___ m/s	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	pies																
	sentado	de pie																											
media ___ °C	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	cabeza																										
velocidad aire ___ m/s	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	pies																										
<p>7 Autonomía</p> <p>analista <input type="checkbox"/> trabajador <input type="checkbox"/></p>	<p>14 Ruido</p> <p>Estimación o medición nivel de ruido ___ dB (A)</p> <p>demandas de trabajo comunicación verbal <input type="checkbox"/> concentración <input type="checkbox"/></p> <p>analista <input type="checkbox"/> trabajador <input type="checkbox"/></p>																												

El analista entrevista al trabajador y marca su evaluación subjetiva como buena (++) , regular (+) , deficiente (-) , o muy deficiente (—) . Si la evaluación del trabajador y la clasificación del analista difieren considerablemente, la situación de trabajo debe analizarse más ampliamente.

El tiempo necesario para el análisis variará de acuerdo con el grado de experiencia del analista y la complejidad de las tareas. El analista puede abarcar una tarea simple y con la que esté familiarizado en 15 minutos, mientras que un principiante puede necesitar medio día para analizar una tarea compleja.

Bibliografía

ERGONOMIC WORKPLACE ANALYSIS
Ergonomic Section
Finnish Institute of Occupational Health
Helsinki, Finland, 1989.

© INSHT





NTP 477: Levantamiento manual de cargas: ecuación del NIOSH



Manipulation manuelle de charges: équation du NIOSH

Manual lifting tasks: NIOSH equation

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

Redactoras:

Silvia Nogareda Cuixart
Lda. en Medicina y Cirugía

M^a del Mar Canosa Bravo
Ingeniera Industrial

CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO

El objetivo de esta Nota Técnica es la difusión de la ecuación del NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health, USA) para su aplicación práctica y para el cálculo del peso máximo recomendado en la manipulación manual de cargas, con el fin de poder rediseñar el puesto de trabajo y evitar el riesgo de padecer una lumbalgia debida al manejo de cargas.

Introducción

El manejo y el levantamiento de cargas son las principales causas de lumbalgias. Éstas pueden aparecer por sobreesfuerzo o como resultado de esfuerzos repetitivos. Otros factores como son el empujar o tirar de cargas, las posturas inadecuadas y forzadas o la vibración están directamente relacionados con la aparición de este trauma.

El National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) desarrolló en 1981 una ecuación para evaluar el manejo de cargas en el trabajo. Su intención era crear una herramienta para poder identificar los riesgos de lumbalgias asociados a la carga física a la que estaba sometido el trabajador y recomendar un límite de peso adecuado para cada tarea en cuestión; de manera que un determinado porcentaje de la población -a fijar por el usuario de la ecuación- pudiera realizar la tarea sin riesgo elevado de desarrollar lumbalgias. En 1991 se revisó dicha ecuación introduciendo nuevos factores: el manejo asimétrico de cargas, la duración de la tarea, la frecuencia de los levantamientos y la calidad del agarre. Así mismo, se discutieron las limitaciones de dicha ecuación y el uso de un índice para la identificación de riesgos.

Tanto la ecuación de 1981 como su modificación en 1991 fueron elaboradas teniendo en cuenta tres criterios: el biomecánico, que limita el estrés en la región lumbosacra, que es más importante en levantamientos poco frecuentes pero que requieren un sobreesfuerzo; el criterio fisiológico, que limita el estrés metabólico y la fatiga asociada a tareas de carácter repetitivo; y el criterio psicofísico, que limita la carga basándose en la percepción que tiene el trabajador de su propia capacidad, aplicable a todo tipo de tareas, excepto a aquellas en las que se da una frecuencia de levantamiento elevada (de más de 6 levantamientos por minuto).

La revisión de la ecuación llevada a cabo por el comité del NIOSH en el año 1994 completa la descripción del método y las limitaciones de su aplicación (ver tabla 1). Tras esta última revisión, la ecuación NIOSH para el levantamiento de cargas determina el límite de peso recomendado (LPR), a partir del cociente de siete factores, que serán explicados más adelante, siendo el índice de riesgo asociado al levantamiento, el cociente entre el peso de la carga levantada y el límite de peso recomendado para esas condiciones concretas de levantamiento, carga levantada Índice de levantamiento

$$\text{Índice de levantamiento} = \frac{\text{carga levantada}}{\text{límite de peso recomendado}}$$

Tabla 1. Ecuación NIOSH revisada (1994)

NIOSH 1994

$$LPR = LC \cdot HM \cdot VM \cdot DM \cdot AM \cdot FM \cdot CM$$

LC : constante de carga
HM : factor de distancia horizontal
VM : factor de altura
DM : factor de desplazamiento vertical
AM : factor de asimetría
FM : factor de frecuencia
CM : factor de agarre

Criterios

Los criterios para establecer los límites de carga son de carácter biomecánico, fisiológico y psicofísico.

Criterio biomecánico

Al manejar una carga pesada o al hacerlo incorrectamente, aparecen unos momentos mecánicos en la zona de la columna vertebral - concretamente en la unión de los segmentos vertebrales L5/S1- que dan lugar a un acusado estrés lumbar. De las fuerzas de compresión, torsión y cizalladura que aparecen, se considera la de compresión del disco L5/S1 como principal causa de riesgo de lumbalgia.

A través de modelos biomecánicos, y usando datos recogidos en estudios sobre la resistencia de dichas vértebras, se llegó a considerar una fuerza de 3,4 kN como fuerza límite de compresión para la aparición de riesgo de lumbalgia.

Criterio fisiológico

Aunque se dispone de pocos datos empíricos que demuestren que la fatiga incrementa el riesgo de daños musculoesqueléticos, se ha reconocido que las tareas con levantamientos repetitivos pueden fácilmente exceder las capacidades normales de energía del trabajador, provocando una prematura disminución de su resistencia y un aumento de la probabilidad de lesión.

El comité del NIOSH en 1991 recogió unos límites de la máxima capacidad aeróbica para el cálculo del gasto energético, que son los siguientes:

- En levantamientos repetitivos, 9,5 Kcal/min será la máxima capacidad aeróbica de levantamiento.
- En levantamientos que requieren levantar los brazos a más de 75 cm, no se superará el 70% de la máxima capacidad aeróbica.
- No se superarán el 50%, 40% y 30% de la máxima capacidad aeróbica al calcular el gasto energético de tareas de duración de 1 hora, de 1 a 2 horas y de 2 a 8 horas respectivamente.

Criterio psicofísico

El criterio psicofísico se basa en datos sobre la resistencia y la capacidad de los trabajadores que manejan cargas con diferentes frecuencias y duraciones.

Se basa en el límite de peso aceptable para una persona trabajando en unas condiciones determinadas e integra el criterio biomecánico y el fisiológico pero tiende a sobreestimar la capacidad de los trabajadores para tareas repetitivas de duración prolongada.

Componentes de la ecuación

Antes de empezar a definir los factores de la ecuación debe definirse qué se entiende por localización estándar de levantamiento. Se trata de una referencia en el espacio tridimensional para evaluar la postura de levantamiento.

La distancia vertical del agarre de la carga al suelo es de 75 cm y la distancia horizontal del agarre al punto medio entre los tobillos es de 25 cm. Cualquier desviación respecto a esta referencia implica un alejamiento de las condiciones ideales de levantamiento. (Ver fig. 1).

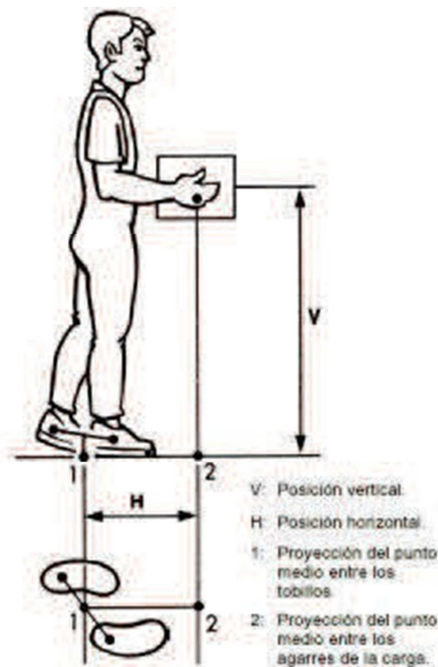


Fig. 1. Localización estándar de levantamiento

Establecimiento de la constante de carga

La constante de carga (LC, load constant) es el peso máximo recomendado para un levantamiento desde la localización estándar y bajo condiciones óptimas; es decir, en posición sagital (sin giros de torso ni posturas asimétricas), haciendo un levantamiento ocasional, con un buen asentamiento de la carga y levantando la carga menos de 25 cm. El valor de la constante quedó fijado en 23 kg. La elección del valor de esta constante está hecho según criterios biomecánicos y fisiológicos.

El levantamiento de una carga igual al valor de la constante de carga bajo condiciones ideales sería realizado por el 75% de la población femenina y por el 90% de la masculina, de manera que la fuerza de compresión en el disco L5/S1, producto del levantamiento, no superara los 3,4 kN.

Obtención de los coeficientes de la ecuación

La ecuación emplea 6 coeficientes que pueden variar entre 0 y 1, según las condiciones en las que se dé el levantamiento.

El carácter multiplicativo de la ecuación hace que el valor límite de peso recomendado vaya disminuyendo a medida que nos alejamos de las condiciones óptimas de levantamiento.

Factor de distancia horizontal, HM (horizontal multiplier)

Estudios biomecánicos y psicofísicos indican que la fuerza de compresión en el disco aumenta con la distancia entre la carga y la columna. El estrés por compresión (axial) que aparece en la zona lumbar está, por tanto, directamente relacionado con dicha distancia horizontal (H en cm) que se define como la distancia horizontal entre la proyección sobre el suelo del punto medio entre los agarres de la carga y la proyección del punto medio entre los tobillos.

Cuando H no pueda medirse, se puede obtener un valor aproximado mediante la ecuación:

$$H = 20 + w/2 \text{ si } V \geq 25\text{cm}$$

$$H = 25 + w/2 \text{ si } V < 25\text{cm}$$

donde w es la anchura de la carga en el plano sagital y V la altura de las manos respecto al suelo. El factor de distancia horizontal (HM) se determina como sigue:

$$HM = 25 / H$$

Penaliza los levantamientos en los que el centro de gravedad de la carga está separado del cuerpo. Si la carga se levanta pegada al cuerpo o a menos de 25 cm del mismo, el factor toma el valor 1. Se considera que $H > 63$ cm dará lugar a un levantamiento con pérdida de equilibrio, por lo que asignaremos $HM = 0$ (el límite de peso recomendado será igual a cero).

Factor de altura, VM (vertical multiplier)

Penaliza los levantamientos en los que las cargas deben cogerse desde una posición baja o demasiado elevada.

El comité del NIOSH escogió un 22,5% de disminución del peso respecto a la constante de carga para el levantamiento hasta el nivel de los hombros y para el levantamiento desde el nivel del suelo.

Este factor valdrá 1 cuando la carga esté situada a 75 cm del suelo y disminuirá a medida que nos alejemos de dicho valor.

Se determina:

$$VM = (1 - 0,003 IV - 75I)$$

donde V es la distancia vertical del punto de agarre al suelo. Si $V > 175$ cm, tomaremos $VM = 0$.

Factor de desplazamiento vertical, DM (distance multiplier)

Se refiere a la diferencia entre la altura inicial y final de la carga. El comité definió un 15% de disminución en la carga cuando el desplazamiento se realice desde el suelo hasta mas allá de la altura de los hombros.

Se determina:

$$DM = (0,82 + 4,5/D)$$

$$D = V1 - V2$$

donde V1 es la altura de la carga respecto al suelo en el origen del movimiento y V2, la altura al final del mismo.

Cuando $D < 25$ cm, tendremos $DM = 1$, valor que irá disminuyendo a medida que aumente la distancia de desplazamiento, cuyo valor máximo aceptable se considera 175 cm.

Factor de asimetría, AM (asymetric multiplier)

Se considera un movimiento asimétrico aquel que empieza o termina fuera del plano medio-sagital, como muestra la figura 2. Este movimiento deberá evitarse siempre que sea posible. El ángulo de giro (A) deberá medirse en el origen del movimiento y si la tarea requiere un control significativo de la carga (es decir, si el trabajador debe colocar la carga de una forma determinada en su punto de destino), también deberá medirse el ángulo de giro al final del movimiento.

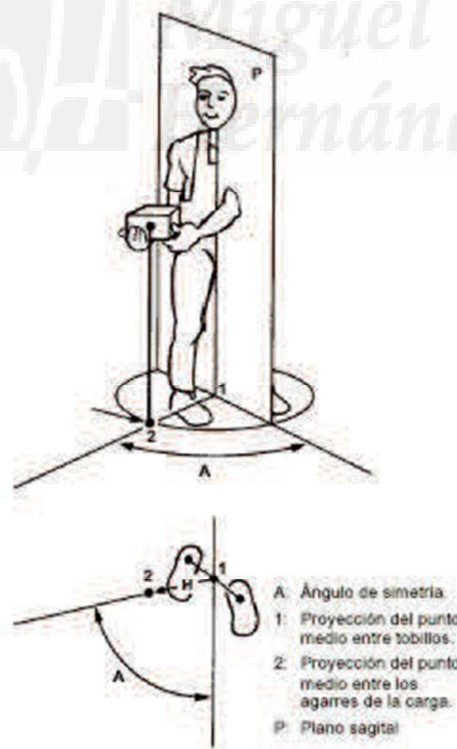


Fig. 2. Representación gráfica del ángulo de asimetría del levantamiento (A)

Se establece:

$$AM = 1 - (0,0032A)$$

El comité escogió un 30% de disminución para levantamientos que impliquen giros del tronco de 90°. Si el ángulo de giro es superior a 135°, tomaremos $AM = 0$.

Podemos encontrarlos con levantamientos asimétricos en distintas circunstancias de trabajo:

- Cuando entre el origen y el destino del levantamiento existe un ángulo.
- Cuando se utiliza el cuerpo como vía del levantamiento, como ocurre al levantar sacos o cajas.
- En espacios reducidos o suelos inestables.
- Cuando por motivos de productividad se fuerza una reducción del tiempo de levantamiento.

Factor de frecuencia, FM (frequency multiplier)

Este factor queda definido por el número de levantamientos por minuto, por la duración de la tarea de levantamiento y por la altura de los mismos.

La tabla de frecuencia se elaboró basándose en dos grupos de datos. Los levantamientos con frecuencias superiores a 4 levantamientos por minuto se estudiaron bajo un criterio psicofísico, los casos de frecuencias inferiores se determinaron a través de las ecuaciones de gasto energético. (Ver tabla 2) El número medio de levantamientos por minuto debe calcularse en un período de 15 minutos y en aquellos trabajos donde la frecuencia de levantamiento varía de una tarea a otra, o de una sesión a otra, deberá estudiarse cada caso independientemente.

Tabla 2. Cálculo del factor de frecuencia (FM)

FRECUENCIA elev/min	DURACIÓN DEL TRABAJO					
	≤1 hora		>1- 2 horas		>2 - 8 horas	
	V<75	V≥75	V<75	V≥75	V<75	V≥75
≤0,2	1,00	1,00	0,95	0,95	0,85	0,85
0,5	0,97	0,97	0,92	0,92	0,81	0,81
1	0,94	0,94	0,88	0,88	0,75	0,75
2	0,91	0,91	0,84	0,84	0,65	0,65
3	0,88	0,88	0,79	0,79	0,55	0,55
4	0,84	0,84	0,72	0,72	0,45	0,45
5	0,80	0,80	0,60	0,60	0,35	0,35
6	0,75	0,75	0,50	0,50	0,27	0,27
7	0,70	0,70	0,42	0,42	0,22	0,22
8	0,60	0,60	0,35	0,35	0,18	0,18
9	0,52	0,52	0,30	0,30	0,00	0,15
10	0,45	0,45	0,26	0,26	0,00	0,13
11	0,41	0,41	0,00	0,23	0,00	0,00
12	0,37	0,37	0,00	0,21	0,00	0,00
13	0,00	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00
14	0,00	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00
15	0,00	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00
>15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Los valores de V están en cm. Para frecuencias inferiores a 5 minutos, utilizar F = 0,2 elevaciones por minuto.

En cuanto a la duración de la tarea, se considera de corta duración cuando se trata de una hora o menos de trabajo (seguida de un tiempo de recuperación de 1,2 veces el tiempo de trabajo), de duración moderada, cuando es de una a dos horas (seguida de un tiempo de recuperación de 0,3 veces el tiempo de trabajo), y de larga duración, cuando es de más de dos horas.

Si, por ejemplo, una tarea dura 45 minutos, debería estar seguida de $45 \cdot 1,2 = 54$ minutos, si no es así, se considerará de duración moderada. Si otra tarea dura 90 minutos, debería estar seguida de un periodo de recuperación de $90 \cdot 0,3 = 27$ minutos, si no es así se considerará de larga duración.

Factor de agarre, CM (coupling multiplier)

Se obtiene según la facilidad del agarre y la altura vertical del manejo de la carga. Estudios psicofísicos demostraron que la capacidad de levantamiento se veía disminuida por un mal agarre en la carga y esto implicaba la reducción del peso entre un 7% y un 11%. (Ver tablas 3 y 4)

Tabla 3. Clasificación del agarre de una carga

BUENO	REGULAR	MALO
1 Recipientes de diseño óptimo en los que las asas o asideros perforados en el recipiente hayan sido diseñados optimizando el agarre (ver definiciones 1, 2 y 3).	1 Recipientes de diseño óptimo con asas o asideros perforados en el recipiente de diseño subóptimo (ver definiciones 1, 2, 3 y 4).	1 Recipientes de diseño subóptimo, objetos irregulares o piezas sueltas que sean voluminosas, difíciles de asir o con bordes afilados (ver definición 5).
2 Objetos irregulares o piezas sueltas cuando se puedan agarrar confortablemente; es decir, cuando la mano pueda envolver fácilmente el objeto (ver definición 6).	2 Recipientes de diseño óptimo sin asas ni asideros perforados en el recipiente, objetos irregulares o piezas sueltas donde el agarre permita una flexión de 90° en la palma de la mano (ver definición 4)	2 Recipientes deformables.

Tabla 4. Determinación del factor de agarre (CM)

TIPO DE AGARRE	FACTOR DE AGARRE (CM)	
	v < 75	v ≥ 75
Bueno	1.00	1.00
Regular	0.95	1.00
Malo	0.90	0.90

Definiciones:

1. Asa de diseño óptimo: es aquella de longitud mayor de 11,5 cm, de diámetro entre 2 y 4 cm, con una holgura de 5 cm para meter la mano, de forma cilíndrica y de superficie suave pero no resbaladiza.
2. Asidero perforado de diseño óptimo: es aquel de longitud mayor de 11,5 cm, anchura de más de 4 cm, de holgura superior a 5 cm, con un espesor de más de 0,6 cm en la zona de agarre y de superficie no rugosa.
3. Recipiente de diseño óptimo: es aquel cuya longitud frontal no supera los 40 cm, su altura no es superior a 30 cm y es suave y no resbaladizo al tacto.
4. El agarre de la carga debe ser tal que la palma de la mano quede flexionada 90°; en el caso de una caja, debe ser posible colocar los dedos en la base de la misma.
5. Recipiente de diseño subóptimo: es aquel cuyas dimensiones no se ajustan a las descritas en el punto 3), o su superficie es rugosa o resbaladiza, su centro de gravedad es asimétrico, posee bordes afilados, su manejo implica el uso de guantes o su contenido es inestable.
6. Pieza suelta de fácil agarre: es aquella que permite ser cómodamente abarcada con la mano sin provocar desviaciones de la muñeca y sin precisar de una fuerza de agarre excesiva.

Identificación del riesgo a través del índice de levantamiento

La ecuación NIOSH está basada en el concepto de que el riesgo de lumbalgias aumenta con la demanda de levantamientos en la tarea.

El índice de levantamiento que se propone es el cociente entre el peso de la carga levantada y el peso de la carga recomendada según la ecuación NIOSH.

La función riesgo no está definida, por lo que no es posible cuantificar de manera precisa el grado de riesgo asociado a los incrementos del índice de levantamiento; sin embargo, se pueden considerar tres zonas de riesgo según los valores del índice de levantamiento obtenidos para la tarea:

- Riesgo limitado (Índice de levantamiento <1). La mayoría de trabajadores que realicen este tipo de tareas no deberían tener problemas.
- Incremento moderado del riesgo (1 < Índice de levantamiento < 3). Algunos trabajadores pueden sufrir dolencias o lesiones si realizan estas tareas. Las tareas de este tipo deben rediseñarse o asignarse a trabajadores seleccionados que se someterán a un control.
- Incremento acusado del riesgo (Índice de levantamiento > 3). Este tipo de tarea es inaceptable desde el punto de vista ergonómico y debe ser modificada.

Principales limitaciones de la ecuación

La ecuación NIOSH ha sido diseñada para evaluar el riesgo asociado al levantamiento de cargas en unas determinadas condiciones, por lo que se ha creído conveniente mencionar sus limitaciones para que no se haga un mal uso de la misma.

- No tiene en cuenta el riesgo potencial asociado con los efectos acumulativos de los levantamientos repetitivos.
- No considera eventos imprevistos como deslizamientos, caídas ni sobrecargas inesperadas.
- Tampoco está diseñada para evaluar tareas en las que la carga se levante con una sola mano, sentado o arrodillado o cuando se trate de cargar personas, objetos fríos, calientes o sucios, ni en las que el levantamiento se haga de forma rápida y brusca.
- Considera un rozamiento razonable entre el calzado y el suelo ($\mu > 0,4$).
- Si la temperatura o la humedad están fuera de rango $-(19^{\circ}\text{C}, 26^{\circ}\text{C})$ y $(35\%, 50\%)$ respectivamente- sería necesario añadir al estudio evaluaciones del metabolismo con el fin de tener en cuenta el efecto de dichas variables en el consumo energético y en la frecuencia cardíaca.
- No es tampoco posible aplicar la ecuación cuando la carga levantada sea inestable, debido a que la localización del centro de masas varía significativamente durante el levantamiento. Este es el caso de los bidones que contienen líquidos o sacos semillenos.

Cálculo del índice compuesto para tareas múltiples

Cuando el trabajador realiza varias tareas en las que se dan levantamientos de cargas, se hace necesario el cálculo de un índice compuesto de levantamiento para estimar el riesgo asociado a su trabajo.

Una simple media de los distintos índices daría lugar a una compensación de efectos que no valoraría el riesgo real. La selección del mayor índice no tendría en cuenta

el incremento de riesgo que aportan el resto de las tareas.

NIOSH recomienda el cálculo de un índice de levantamiento compuesto (ILC), cuya fórmula es la siguiente:

$$\sum_{i=2}^n \text{ILC} = \text{ILT}_1 + \sum_{i=2}^n \delta \text{ILT}_i$$

$$\sum_{i=2}^n \delta \text{ILT}_i = (\text{ILT}_2(F_1 + F_2) - \text{ILT}_2(F_1)) + (\text{ILT}_3(F_1 + F_2 + F_3) - \text{ILT}_3(F_1 + F_2)) + \dots + (\text{ILT}_n(F_1 + F_2 + F_3 + \dots + F_n) - (\text{ILT}_n(F_1 + F_2 + F_3 + \dots + F_{(n-1)})))$$

donde:

- ILT_1 es el mayor índice de levantamiento obtenido de entre todas las tareas simples.
- $\text{ILT}_i(F_j)$ es el índice de levantamiento de la tarea i , calculado a la frecuencia de la tarea j .
- $\text{ILT}_i(F_j + F_k)$ es el índice de levantamiento de la tarea i , calculado a la frecuencia de la tarea j , más la frecuencia de la tarea k .

El proceso de cálculo es el siguiente:

- Cálculo de los índices de levantamiento de las tareas simples (ILT_i).

2. Ordenación de mayor a menor de los índices simples ($ILT_1, ILT_2, ILT_3 \dots, ILT_n$).

3. Cálculo del acumulado de incrementos de riesgo asociados a las diferentes tareas simples.

Este incremento es la diferencia entre el riesgo de la tarea simple a la frecuencia de todas las tareas simples consideradas hasta el momento incluida la actual, y el riesgo de la tarea simple a la frecuencia de todas las tareas consideradas hasta el momento, menos la actual ($ILT_i(F_1+F_2+F_3 + \dots + F_i) - ILT_i(F_1+F_2+F_3 + \dots + F_{(i-1)})$).

Ejemplo

Un trabajador tiene como actividad habitual durante la mayor parte de su jornada de trabajo la descarga de sacos y cajas que llegan a su puesto de trabajo en palets y que debe situar en una cinta transportadora de 75 cm de altura (V). Los sacos son de dos tipos, unos pesan 20 kg y pueden considerarse de buen agarre y los otros pesan 25 kg y su agarre se considera malo. Las cajas pesan 15 kg y su agarre es bueno. El ritmo de producción y las necesidades de materia prima obligan a que deban descargarse con frecuencias diferentes. Los sacos de 20 kg a 1 por minuto (F_1), los de 25 kg a 2 por minuto (F_2) y las cajas también a 2 levantamientos por minuto (F_3).

La altura inicial del palet es 80 cm y evidentemente va disminuyendo a medida que se procede a la descarga. Nos encontramos por tanto con dos casos extremos, cuando el palet está lleno -y el trabajador debe elevar los brazos- y cuando el palet está casi vacío -y debe agacharse.- Este ejemplo se centrará en el inicio de la descarga, cuando ambos palets están llenos, por lo que la distancia de descarga hasta la cinta transportadora es $80 - 75 = 5$ cm (D).

Llamaremos tarea 1 a la descarga de sacos de 20 kg, tarea 2 a la descarga de sacos de 25 kg y tarea 3 a la descarga de cajas. Las tres tareas se consideran de duración moderada. La distancia horizontal de agarre (H) es de 25 cm en la tarea 1 y de 30 cm en las tareas 2 y 3.

En cuanto a la asimetría del movimiento, se observa que el trabajador realiza una torsión de 45° (A) cuando descarga las cajas y no se aprecia torsión en la manipulación de sacos.

Las tablas 5 y 6 contienen las variables y el cálculo de los coeficientes, los límites de peso recomendados y los índices de riesgo de las tareas consideradas independientemente.

Tabla 5. Variables del ejemplo del índice compuesto

VARIABLE	tarea 1	tarea 2	tarea 3
carga (kg)	20	25	15
H (cm)	25	30	30
V (cm)	75	75	75
D (cm)	5	5	5
A (grados)	0	0	45
F (levant/min)	1	2	2
Agarre	bueno	malo	bueno

Tabla 6. Cálculo de coeficientes del ejemplo del índice compuesto

COEFICIENTE	tarea 1	tarea 2	tarea 3
$HM = 5/H$	1	0,83	0,83
$VM = (1-0,003 IV-75I)$	1	1	1
$DM = 0,82+4,5/D$	1	1	1
$AM = 1-0,0032A$	1	1	0,856
FM (ver tabla 2)	0,88	0,84	0,84
CM (ver tabla 4)	1	0,9	1
$LPR = 23 \cdot HM \cdot VM \cdot DM \cdot AM \cdot FM \cdot CM$	20,24	14,43	13,7
$IL = \text{carga}/LPR$	0,988	1,73	1,1

Si se quiere calcular el riesgo total asociado a la actividad completa de este trabajador debe de procederse al cálculo del índice de levantamiento compuesto.

Calculados los índices de levantamiento de las tres tareas simples, se ordenan de mayor a menor índice. En este caso, el orden es:

tarea 2 ($ILT_2 = 1,73$),

tarea 3 ($ILT_3 = 1,1$) y

tarea 1 ($ILT_1 = 0,988$).

La fórmula toma la forma siguiente:

$$ILC = ILT_2(F_2) + (ILT_3(F_2+F_3) - ILT_3(F_2)) + (ILT_1(F_2+F_3+F_1) - ILT_1(F_2+F_3))$$

siendo $ILT_3(F_2+F_3)$ el índice de levantamiento de la tarea 3 calculado a la frecuencia suma de la frecuencia de la tarea 2 y la tarea 3 y así sucesivamente, obteniendo los siguientes valores:

$$FM(F_2 + F_3) = FM(2+2) = FM(4) = 0,72$$

$$LPR(T_3) = 23 \cdot HM \cdot VM \cdot DM \cdot AM \cdot FM \cdot CM = 11,74$$

$$ILT_3(F_2+F_3) = \text{carga}/LPR(T_3) = 1,3$$

$$FM(F_2) = FM(2) = 0,84$$

$$LPR(T_3) = 23 \cdot HM \cdot VM \cdot DM \cdot AM \cdot FM \cdot CM = 13,7$$

$$ILT_3(F_2) = \text{carga}/LPR(T_3) = 1,1$$

$$FM(F_2+F_3+F_1) = FM(2+2+1) = FM(5) = 0,6$$

$$LPR(T_1) = 23 \cdot HM \cdot VM \cdot DM \cdot AM \cdot FM \cdot CM = 13,8$$

$$ILT_1(F_2 + F_3 + F_1) = \text{carga}/LPR(T_1) = 1,45$$

$$FM(F_2+F_3) = FM(2+2) = FM(4) = 0,72$$

$$LPR(T_1) = 23 \cdot HM \cdot VM \cdot DM \cdot AM \cdot FM \cdot CM = 16,56$$

$$ILT_1(F_2 + F_3) = \text{carga}/LPR(T_1) = 1,2$$

$$ILC = 1,73 + (1,31,1) + (1,451,2) = 2,17$$

Se concluye, por tanto, que el índice de levantamiento asociado a la actividad compuesta de las tres tareas es 2,17, lo que implica un riesgo importante desde el punto de vista ergonómico. Las condiciones del levantamiento deberían modificarse. En este caso se podría recomendar:

- acercar más la carga al cuerpo en los levantamientos de los sacos de 25 kg y las cajas,
- evitar la torsión en el levantamiento de cajas,
- mejorar el agarre de los sacos de 25 kg,
- y evidente -aunque difícil de implantar en la mayoría de las situaciones puesto que implica una disminución del ritmo de producción- reducir la frecuencia de levantamientos.

Conclusiones

El levantamiento de cargas es una de las causas de lumbalgias y otras patologías musculoesqueléticas muy extendidas en el mundo del trabajo actualmente y que necesitan una urgente intervención desde el campo de la prevención.

A pesar de las limitaciones enumeradas en el apartado 5, puede considerarse la ecuación NIOSH para el levantamiento de cargas como una herramienta útil y sencilla que constituye un esfuerzo más para prevenir las alteraciones de salud provocados por el manejo de cargas.

El carácter multiplicativo de la ecuación permite ver cómo la situación estudiada se aleja de la situación ideal de levantamiento y saber qué factores son los que influyen más en esa desviación, lo que posibilita actuar sobre ellos en un rediseño del puesto.

La ecuación no asume la existencia de otras actividades de manipulación de carga, aparte de los levantamientos, tales como empujar, arrastrar, cargar, caminar, subir o bajar.

Para la ecuación de NIOSH se considera toda actividad de gasto energético despreciable frente al levantamiento. Será necesaria una evaluación adicional cuando la carga se transporte durante más de dos o tres pasos o se aguante por más de unos segundos.

En cuanto a las posturas forzadas y estáticas, las vibraciones, la temperatura, la humedad, etc. son otros factores influyentes en la aparición de estas dolencias que deberán ser evaluados con otros métodos disponibles y complementar así la evaluación del puesto de trabajo.

Bibliografía

(1) NIOSH

Work practices guide for manual handling. Technical report nº 81122. US Department of Health and Human Services National Institute for Occupational Health, Cincinnati, Ohio, 1981

(2) WATERS, T., PUTZANDERSON, V., GARG, A., FINE, L

Revised NIOSH equation for the design and evaluation of manual lifting tasks
Ergonomics 36 nº7, 749776, 1993

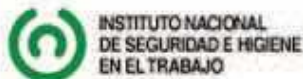
(3) WATERS, T., PUTZANDERSON, V., GARG, A.

Applications manual for the revised NIOSH lifting equation
National Institute for Occupational Health, Cincinnati, Ohio, 1994

(4) GARCÍA C., CHIRIVELLA C., PAGE A., MORAGA R., JORQUERA J.

Método ERGO IBV. Evaluación de riesgos laborales asociados a la carga física
Instituto de Biomecánica de Valencia, 1997

Anexo 10



NTP 599: Evaluación del riesgo de incendio: criterios

Evaluation du danger d'incendie: critères
Risk evaluation in case of fire: criteria

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

Redactores:

Guiomar Duarte Viejo
Licenciada en Química

Tomás Piqué Ardanuy
Licenciado en Derecho e Ingeniero Técnico Químico

CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO

Introducción

Un incendio es una reacción química de oxidación - reducción fuertemente exotérmica, siendo los reactivos el oxidante y el reductor. En terminología de incendios, el reductor se denomina combustible y el oxidante, comburente; las reacciones entre ambos se denominan combustiones.

Para que un incendio se inicie es necesario que el combustible y el comburente se encuentren en espacio y tiempo en un estado energético suficiente para que se produzca la reacción entre ambos. La energía necesaria para que tenga lugar dicha reacción se denomina energía de activación; esta energía de activación es la aportada por los focos de ignición.

La reacción de combustión es una reacción exotérmica. De la energía desprendida, parte es disipada en el ambiente produciendo los efectos térmicos del incendio y parte calienta a más reactivos; cuando esta energía es igual o superior a la necesaria, el proceso continúa mientras existan reactivos. Se dice entonces que hay reacción encadenada.

Por lo tanto, para que un incendio se inicie tienen que coexistir tres factores: combustible, comburente y foco de ignición que conforman el conocido "triángulo del fuego"; y para que el incendio progrese, la energía desprendida en el proceso tiene que ser suficiente para que se produzca la reacción en cadena. Estos cuatro factores forman lo que se denomina el "tetraedro del fuego".

Los métodos existentes para evaluar el riesgo de incendio son variados y utilizan distintos parámetros de medida para hacer la valoración. La utilización de unos u otros parámetros dependen de la finalidad que persiga el método de evaluación (minimizar las consecuencias materiales a la empresa, a personal propio o visitante o las consecuencias materiales y humanas a terceros) o de los criterios de evaluación del propio autor del método. Generalmente tienen en común que la mayoría de ellos valoran factores ligados a las consecuencias del incendio.

Como accidente - incendio se entiende el inicio del mismo y su inmediata propagación. Ahora bien, teniendo en cuenta que el comburente (aire) se encuentra siempre presente, y que la reacción en cadena es consecuencia del incendio, las condiciones básicas que provocarán el inicio del incendio son el combustible y la energía de activación; por lo tanto, para evaluar el riesgo de incendio hay que evaluar la probabilidad de que coexistan en espacio, tiempo y suficiente intensidad el combustible y el foco de ignición. La prevención de incendios se centra en la eliminación de uno de estos factores para evitar que coexistan. Los demás aspectos preventivos tales como las medidas de extinción no adoptadas, vías de evacuación correctas y de suficiente anchura, una organización adecuada, etc., son parámetros que se considerarán y valorarán para estimar las consecuencias.

Evaluación del riesgo de incendio

El riesgo de incendio, al igual que cualquier otro riesgo de accidente viene determinado por dos conceptos clave: los daños que puede ocasionar y la probabilidad de materializarse. Por lo tanto, el nivel de riesgo de incendio (NRI) se debe evaluar considerando la probabilidad de inicio del incendio y las consecuencias que se derivan del mismo:

$$\text{NRI} = \text{Probabilidad de inicio de incendio} \times \text{Consecuencias}$$

Probabilidad de inicio del incendio

Viene determinada por las medidas de prevención no adoptadas; es decir, de la coexistencia en espacio, tiempo e intensidad suficiente del combustible y el foco de ignición.

- **Combustible**

Su peligrosidad depende fundamentalmente de su estado físico (sólido, líquido o gas) y en cada uno de estos estados, de otros aspectos ligados a sus propiedades físico - químicas, su grado de división o fragmentación, etc.

En el caso de **combustibles sólidos** su grado de fragmentación es fundamental ya que a mayor división se precisa de menor energía (en intensidad y duración) para iniciar la combustión. Para **líquidos** y **gases inflamables** son la concentración combustible - aire precisa para la ignición (límite inferior de inflamabilidad) y la energía de activación necesaria (energía mínima de ignición) para que se produzca la reacción de combustión; siendo, además, asimismo

un parámetro fundamental para los *líquidos*, la temperatura mínima a la que el combustible emite vapores suficientes para que se forme la mezcla inflamable (temperatura de inflamación o "flash point").

Para el control del combustible, algunos aspectos que se deben de tener en cuenta son los siguientes:



- Sustitución del combustible por otra sustancia que no lo sea o lo sea en menor grado.
- Dilución o mezcla del combustible con otra sustancia que aumente su temperatura de inflamación.
- Condiciones de almacenamiento: Utilizar recipientes estancos; almacenar estrictamente la cantidad necesaria de combustible; mantenimiento periódico de las instalaciones de almacenamiento para evitar fugas y goteos.
- Ventilación general y/o aspiración localizada en locales y operaciones donde se puedan formar mezclas inflamables.
- Control y eliminación de residuos.
- Orden y limpieza.
- Señalización adecuada en los recipientes o conductos que contengan sustancias inflamables

- **Foco de ignición**

Los focos de ignición aportan la energía de activación necesaria para que se produzca la reacción. Estos focos de ignición son de distinta naturaleza; pudiendo ser de origen térmico, mecánico, eléctrico y químico.

- Para los focos térmicos los factores a tener en cuenta son los siguientes: Fumar o el uso de útiles de ignición.
- Instalaciones que generen calor: estufas, hornos, etc.
- Rayos solares
- Condiciones térmicas ambientales
- Operaciones de soldadura
- Vehículos o máquinas a motor de combustión
- Etc.

En el caso de los focos eléctricos debe tenerse en cuenta:

- Chispas debidas a interruptores, motores, etc.
- Cortocircuitos
- Sobrecargas
- Electricidad estática
- Descargas eléctricas atmosféricas
- Etc.

Para los focos mecánicos deben considerarse:

- Herramientas que puedan producir chispas
- Roces mecánicos
- Chispas zapato - suelo
- Etc.

Finalmente, para los focos químicos han de contemplarse:

- Sustancias reactivas/incompatibles
- Reacciones exotérmicas
- Sustancias auto-oxidables
- Etc.

Una vez garantizado el mayor control posible del nivel de riesgo de inicio del incendio se deberá tener en cuenta lo siguiente:

- Revisiones periódicas: Para garantizar la pervivencia en el tiempo de la situación aceptable.
- Autorizaciones de trabajo en operaciones identificadas como peligrosas: Solo deben participar personas autorizadas, ya que éstas están debidamente formadas, informadas y cualificadas para realizar dichas operaciones y siguiendo los procedimientos de trabajo establecidos que garantizan que éstos se realizan de la manera prevista para el control de estos factores.

Consecuencias

Una vez que se inicia el incendio, si no se actúa a tiempo y con los medios adecuados, se producirá su propagación y ocurrirán unas consecuencias con daños materiales y a los ocupantes. Para determinar la magnitud de las consecuencias, los factores a analizar son las medidas de protección contra incendios. Estas medidas se dividen en medidas de protección pasiva y medidas de lucha contra incendios, también conocidas como de protección activa.

- **Medidas de protección pasiva**

Aquellas medidas de lucha cuya eficacia depende de su mera presencia; no actúan directamente sobre el fuego pero pueden dificultar o imposibilitar su propagación, evitar el derrumbe del edificio o facilitar la evacuación o extinción.

- Ubicación de la empresa en relación a su entorno
- Situación, distribución y características de los combustibles en el local
- Características de los elementos constructivos de los locales: estabilidad al fuego (EF), parallamas (PF) y resistencia al fuego (RF)
- Exutorios
- Exigencias de comportamiento ante el fuego de los materiales (M0, M1, M2, M3, M4).

En el sentido expresado, pueden asimismo considerarse medidas de protección pasiva una correcta señalización y la presencia de alumbrados especiales.

- **Medidas de protección activa**

Son las medidas de lucha contra incendios

- Organización de la lucha contra incendios
- Adiestramiento del personal en actuaciones de lucha contra incendios
- Medios de detección de incendios
- Transmisión de la alarma
- Medios de lucha contra incendios (extintores, BIE, etc.)
- Vías de evacuación
- Plan de emergencia
- Facilidad de acceso de los servicios de extinción de incendios exteriores
- Mantenimiento de los sistemas de detección, alarma y extinción

Listas de comprobación / cuestionarios de chequeos

Constituyen una herramienta útil y muy eficaz para verificar el cumplimiento de las medidas de seguridad o desviaciones de los estándares establecidos. Se pueden utilizar como una cualificada y muy válida herramienta para la identificación de los factores de riesgo que posibilitan la materialización del incendio e inciden en las posibles consecuencias, es decir, para evaluar cualitativamente el riesgo. Puede asimismo utilizarse como metodología para cuantificar (estimar la magnitud) del riesgo de incendio. Para ello se deben asignar valores a los distintos "items" e integrar los mismos con criterios que permitan conocer la contribución que pueden tener los distintos factores de riesgo en la materialización del incendio y en sus consecuencias.

En las tablas 1, 2, 3 y 4 se proponen unas listas de comprobación (check list) para evaluar cualitativamente el riesgo de incendio. Estas listas de comprobación son orientativas, generales y no exhaustivas; cada empresa deberá ajustarlas a sus necesidades particulares, dependiendo del tipo de combustibles que utilice, del proceso de producción, de las características de los establecimientos, de la organización, etc.

TABLA 1
Factores de inicio

1. Existen combustibles sólidos (papel, madera, plásticos,...), que por su estado o forma de presentación pueden prender fácilmente	
2. Existen combustibles sólidos próximos a posibles focos de ignición (estufas, hornos,...) o depositados sobre los mismos (polvo o virutas sobre motores, cuadros eléctricos, ...)	
3. Se utilizan productos inflamables (temperatura de inflamación inferior a 55° C)	
4. El almacenamiento de productos inflamables se realiza en el área de trabajo en cantidades significativas (más allá de las necesidades diarias)	
5. Los productos inflamables están contenidos en recipientes abiertos o sin tapar	
6. Se carece de recipientes de seguridad para guardar estos productos	
7. En el área de trabajo no existen armarios protegidos para almacenar esos productos	
8. En la utilización de esos productos no está garantizada una ventilación eficaz	
9. No se llevan a cabo revisiones o mantenimiento periódico de las instalaciones de uso o almacenamiento de tales productos	
10. Los productos inflamables no están en su totalidad identificados y correctamente señalizados, o se pierden tales datos cuando se trasvasan de su recipiente original a otro recipiente para su uso	
11. No existe un plan de control y eliminación de residuos de productos combustibles e inflamables	
12. El local ofrece un aspecto notorio de desorden y falta de limpieza	
13. La instalación eléctrica en zonas clasificadas con riesgo de incendio no se ajusta a la MI BT 026 del REBT (ITC-BT-29 del RD 842/2002)	
14. Se fuma en la sección	
15. Existen otros focos de ignición no controlados (hornos, estufas, fricciones mecánicas,...)	
16. Las zonas en que se utilizan o almacenan combustibles o productos inflamables no están aisladas de zonas donde se realizan operaciones peligrosas (soldadura, oxicorte, desbarbado, etc.)	
17. Se carece de permisos de trabajos para la realización de dichas operaciones peligrosas en zonas donde pueda haber sustancias combustibles e inflamables	
18. Se carece de procedimientos de trabajo para la correcta realización de operaciones peligrosas	
19. Se aprecian otras deficiencias (indicar)	
20. No se aprecian deficiencias	

TABLA 2
Factores de propagación

1. $Q_p \leq 200 \text{ Mcal/m}^2$	
2. $200 < Q_p \leq 800 \text{ Mcal/m}^2$	
3. $Q_p > 800 \text{ Mcal/m}^2$	
4. La estabilidad al fuego exigida a los elementos estructurales portantes es inadecuada	
Un incendio en la dependencia se propagaría fácilmente al resto de la planta o edificio por:	
5. Las zonas peligrosas con alto riesgo de incendio no constituyen sector de incendios	
6. Los paramentos divisorios (paredes, tabiques,...) no cumplen con las exigencias de RF	
7. Las aberturas horizontales (puertas, ventanas,...) no cumplen con las exigencias de RF	
8. Los falsos techos no están sectorizados	
9. Los conductos de climatización carecen de seccionadores automáticos	
10. Los conductos para instalaciones no están sellados a la altura de los forjados	
11. Los huecos de ascensor, montacargas o escaleras no están sectorizados	
12. Existen otras vías de propagación (detallar)	
13. Se carece de sistemas de control para la eliminación de humos y calor	
14. No se aprecian deficiencias	

TABLA 3
Evacuación

1. El número, dimensiones y ubicación de las vías de evacuación no se ajustan a lo especificado en la normativa aplicable	
2. Se carece de señalización de las vías de evacuación o la misma no garantiza la continuidad de información hasta alcanzar el exterior o una zona segura	
3. Se carece de alumbrado de emergencia o el que existe no garantiza la continuidad de iluminación hasta alcanzar el exterior o una zona segura	
4. Las vías de evacuación no son inmunes al fuego y humos	
5. Se carece de un plan de evacuación escrito	
6. En caso de existir, no todo el personal del centro lo conoce y/o no se realizan simulacros periódicos para práctica y perfeccionamiento del mismo	
7. Se carece de instalación de alarma o de megafonía para la comunicación de emergencias	
8. Se aprecian otras deficiencias (detallar)	
9. No se aprecian deficiencias	

TABLA 4
Medios de lucha contra incendios

1. En la dependencia no está garantizada la rápida detección de un incendio, sea con medios humanos o mediante sistema de detección automática	
2. Se precisa y no se dispone de pulsadores manuales de alarma de incendio	
3. No existe sistema de comunicación de alarma o no garantiza su rápida y fiable transmisión	
4. Se precisa y no se dispone de bocas de incendio equipadas o las mismas no cubren toda la superficie de la dependencia	
5. No se dispone de suficientes extintores portátiles de sustancia extintora adecuada al tipo de fuego esperado	
6. Los extintores anteriores, aún existiendo, no se encuentran correctamente distribuidos, o no se revisan anualmente o no están retimbrados	
7. Se precisan y no existen sistemas automáticos de extinción	

8. Se precisan y no existen hidrantes exteriores	
9. El suministro de agua de extinción no está asegurado	
10. Las instalaciones de lucha contra incendios no son fácilmente localizables	
11. Las instalaciones de protección contra incendios no están correctamente mantenidas	
12. Se carece de Plan de Emergencia que organice y defina las actuaciones, (quien debe actuar, con que medios, que se debe hacer, qué no se debe hacer, como se debe hacer), frente a un incendio que pueda presentarse en la dependencia	
13. No hay en la dependencia personal formado y adiestrado en el manejo de los medios de extinción (personal que realice periódicamente prácticas de fuego real de manejo de mangueras y/o extintores)	
14. El edificio es poco accesible a los bomberos profesionales u otras ayudas externas	
15. Se aprecian otras deficiencias (detallar)	
16. No se aprecian deficiencias	

Métodos de evaluación del riesgo de incendio

La evaluación del riesgo de incendio constituye un tema de gran interés, existiendo una gran variedad de metodologías para tal fin. Esto es debido a la multitud de factores implicados en la valoración, a su variabilidad con el tiempo, a su interrelación, su dificultad de cuantificación y de la finalidad que persiga cada método.

La gran mayoría de los métodos existentes evalúan solamente la magnitud de las consecuencias derivadas del incendio, y no tienen en cuenta la probabilidad de inicio del incendio.

A continuación se describen brevemente algunos de los métodos más utilizados en la evaluación del riesgo de incendio y sus posibles aplicaciones.

Método de los Factores α

La finalidad de este método es parcial y consiste en determinar para un sector, en base al riesgo del mismo, la resistencia y/o estabilidad al fuego precisa, de forma que se garantice que, en caso de desarrollarse un incendio, sus consecuencias queden confinadas. Por ello, más que un método de evaluación del riesgo, se trata de un método de aislamiento del mismo.

Método de los Coeficientes k

Al igual que el método anterior sólo permite evaluar las condiciones de resistencia/estabilidad al fuego de un sector de incendio. Sin embargo es más preciso en los resultados que el método anterior.

El método tiene su interés por haber sido contemplado por algunas de las Ordenanzas de Prevención y Protección contra Incendios de los Ayuntamientos de Madrid y Barcelona.

Método de Gretener

Es un método que permite evaluar cuantitativamente el riesgo de incendio, tanto en construcciones industriales como en establecimientos públicos densamente ocupados; siendo posiblemente el más conocido y aplicado en España.

El método se refiere al conjunto de edificios o partes del edificio que constituyen compartimentos cortafuegos separados de manera adecuada.

El método parte del cálculo del riesgo potencial de incendio (B), que es la relación entre los riesgos potenciales presentes, debidos al edificio y al contenido (P) y los medios de protección presentes (M).

$$B = P/M$$

Se calcula el riesgo de incendio efectivo (R) para el compartimento cortafuego más grande o más peligroso del edificio, siendo su valor

$$R = B.A$$

siendo el factor (A) el peligro de activación

Se fija un riesgo de incendio aceptado (R_u), partiendo de un riesgo normal corregido por medio de un factor que tenga en cuenta el mayor o menor peligro para las personas.

La valoración del nivel de seguridad contra incendios se hace por comparación del riesgo de incendio efectivo con el riesgo de incendio aceptado, obteniendo el factor seguridad contra el incendio (γ), el cual se expresa de tal forma que:

$$\gamma = R_u/R$$

Cuando $\gamma \geq 1$, el nivel de seguridad se considera SUFICIENTE, siendo INSUFICIENTE cuando $\gamma < 1$

Método de Gustav Purt

Este método puede considerarse una derivación simplificada del método Gretener. Está explicado y desarrollado por la NTP 100

Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales. RD 786/2001, de 6 de julio.

A fin de determinar las exigencias en materia de seguridad contra incendios el R.D. 786/2001, en primer lugar, fija la caracterización de los establecimientos industria

les en relación con la seguridad contra incendios, según su configuración y ubicación en relación a su entorno y según su nivel de riesgo intrínseco (Apéndice 1 del RD) En cuanto a su configuración y ubicación en relación a su entorno, los edificios industriales se clasifican en 5 niveles: 3 para los establecimientos industriales ubicados en un edificio y 2 para establecimientos industriales que desarrollan su actividad en espacios abiertos que no constituyen un edificio.

Para evaluar el nivel de riesgo intrínseco se determina la densidad de carga de fuego ponderada y corregida para un sector de incendio, para un edificio o conjunto de sectores de incendio y para un establecimiento industrial, cuando desarrolla su actividad en más de un edificio, ubicados en un mismo recinto. Los niveles de riesgo intrínseco de incendio así calculados quedan establecidos en tres grupos: nivel de riesgo alto, medio y bajo.

Según la clasificación obtenida en el apéndice 1, se establecen los requisitos constructivos que deben reunir los establecimientos industriales (Apéndice 2 del RD) y los requisitos de las instalaciones de protección contra incendios (Apéndice 3 del RD). Por último en el Apéndice 4 del RD se establece un listado de normas UNE de obligado cumplimiento en la aplicación de este Reglamento.

En la Nota Técnica de Prevención NTP - 600: "Reglamento de Seguridad contra incendios en establecimientos industriales. (RD 786/2001)" se desarrolla con exhaustividad este Reglamento.

Bibliografía

1. VILLANUEVA MUÑOZ, J.L.
NTP 100: Evaluación del riesgo de incendio. Método de Gustav Purst
Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 1984
2. VILLANUEVA MUÑOZ, J.L.
NTP 36 y 37: Riesgo intrínseco de incendio (I y II)
Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 1983
3. PIQUÉ ARDANUY, T.
NTP 324: Cuestionarios de chequeo para el control de riesgos de accidente
Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 1993
4. DOMINGO COMECHE, S. y OTROS
Prevención y protección contra incendios
Servicio Social de Higiene y Seguridad en el Trabajo, 1980
5. PIQUÉ ARDANUY, T.
Riesgo de incendio en la industria de la madera
Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 1989
6. Curso "Evaluación del riesgo de incendio en edificios"
Barcelona, Centro Nacional de Condiciones de Trabajo, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2002
7. Evaluación del riesgo de incendio. Método Gretenner
CEPREVEN, 1988
8. Real Decreto 786/2001 de 6 de julio (M^o- de Ciencia y Tecnología, BOE 30.7.2001)
Reglamento de Seguridad contra incendios en los establecimientos industriales
9. Real Decreto 2177/1996 de 4 de octubre (M^o- de Fomento, BOE 29.10.1996).
Norma Básica de la Edificación "NBE-CPI/96: Condiciones de protección contra incendios en los edificios"

© INSHT



Tareas repetitivas: método Ergo/IBV de evaluación de riesgos ergonómicos

Tâches répétitive: Méthode Ergo/IBV d'évaluation de risques ergonomiques
Repetitive Tasks: Ergo/IBV method for the assessment of ergonomic risks

Redactores:

Silvia Nogareda
Lic. Medicina y Cirugía

CENTRO NACIONAL
DE CONDICIONES DE TRABAJO

Carlos García
Ingeniero Industrial

INSTITUTO DE BIOMECÁNICA DE VALENCIA

El método ERGO/IBV permite analizar tareas repetitivas de miembro superior con ciclos de trabajo claramente de ñidos, con el ñn de evaluar el riesgo de lesión musculoesquelética en la zona del cuello-hombro y en la zona de la mano-muñeca.

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

1. INTRODUCCIÓN

Este método es el resultado de un proyecto de investigación desarrollado por el IBV. En el mismo se realizó un estudio de campo en el que se analizaron más de 300 puestos de trabajo de diferentes sectores de actividad, recopilando información acerca de los trastornos musculoesqueléticos (TME) relacionados con el trabajo y de la exposición del trabajador: duración, posturas de trabajo (obtenidas de grabaciones de vídeo), fuerzas, repetitividad de movimientos de los miembros superiores, etc., de las diferentes tareas.

Aplicando técnicas estadísticas de clasificación basadas en el análisis multivariante, se obtuvo la combinación de factores de exposición que mejor clasificaba a trabajadores con o sin TME. De acuerdo con esta combinación de factores de exposición se estableció una ecuación de riesgo y se propusieron niveles de riesgo de TME, independientemente para dos partes diferentes del cuerpo: cuello-hombros y mano-muñeca.

Pueden distinguirse dos grandes grupos de trastornos musculoesqueléticos en función de la zona corporal afectada: las lesiones en la espalda, fundamentalmente en la zona lumbar, y las lesiones en los miembros superiores y en la zona del cuello y de los hombros. La causa principal de los trastornos en la espalda, especialmente en los segmentos lumbares de la columna vertebral y en sus músculos y ligamentos asociados, la constituyen las actividades de manejo manual de cargas. Sin embargo, la mayoría de estas patologías no se producen por accidentes o agresiones únicas o aisladas, sino como resultado de traumatismos pequeños y repetidos. La automatización de los trabajos ha originado en determinadas actividades incrementos en el ritmo de trabajo, concentración de fuerzas en las manos, muñecas y hombros, y posturas forzadas y mantenidas causantes de esfuerzos estáticos en diversos músculos. Algunos movimientos simples y repetitivos, como agarrar, empujar o alcanzar, se repiten en

tareas como las de ensamblajes, manufacturas, cárnicas o construcción hasta 25.000 veces al día.

Tanto para evaluar como para prevenir los riesgos de trastornos musculoesqueléticos asociados a tareas repetitivas pueden aplicarse, en la actualidad, diferentes métodos de evaluación, entre los que pueden citarse los siguientes:

- t RULA (McAtamney y Corlett, 1993)
- t Strain Index (Moore y Garg, 1995)
- t Ergo/IBV - módulo de Tareas Repetitivas (IBV, 2000)
- t REBA (Hignett y McAtamney, 2000)
- t OCRA (Colombini et al., 2002)
- t UNE-EN 1005-5 - Evaluación del riesgo por manipulación de alta frecuencia.

La aplicación práctica de estos métodos se basa fundamentalmente en la recopilación de información sobre diferentes factores de riesgo como son la repetitividad de movimientos de los miembros superiores, las posturas adoptadas por los brazos, el cuello y las manos-muñecas o la duración de la exposición a las diferentes posturas/tareas.

En esta Nota Técnica de Prevención se describe el método para la evaluación de las tareas repetitivas desarrollado por el Instituto Biomecánico de Valencia llamado Ergo/IBV que está contemplado en el apartado de "procedimientos y métodos de evaluación sobre movimientos repetitivos y posturas forzadas" de la Guía de Actuación Inspectoral en factores Ergonómicos.

2. DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

Para la buena aplicación de este método, el primer paso es proceder a la Identificación, es decir, primero hay que anotar el nombre de la tarea y de la empresa, la fecha del análisis y las observaciones pertinentes. A continuación, la información requerida puede estructurarse en dos bloques: el primero corresponde a las subtareas que componen la tarea que realiza el trabajador y el segundo, a las

posturas que componen cada subtarea. Se recomienda realizar una grabación en vídeo al trabajador en cada una de las subtareas durante un tiempo representativo de las mismas ya que la posterior visualización de este vídeo permitirá obtener con mayor precisión los datos requeridos para las subtareas y para las correspondientes posturas.

Subtareas

Se definen las diferentes subtareas que integran la tarea del trabajador en su jornada laboral. Para cada subtarea se requiere la siguiente información:

- t El tiempo de exposición dentro de la tarea, expresado en tanto por cien (porcentaje de tiempo que ocupa la subtarea en la tarea global). La suma de los porcentajes de exposición de todas las subtareas debe dar como resultado el 100% de la tarea; esto quiere decir que el método no supone la existencia de periodos de descanso, éstos han de calcularse como una subtarea adicional. El tiempo de exposición se obtiene a partir de información disponible en la empresa, solicitándola al trabajador ó a su responsable.
- t La repetitividad de los movimientos de brazos y de las manos en la subtarea, expresado como el número de repeticiones por minuto. Estos datos se obtienen mediante observación directa o a partir del análisis de la grabación de la realización de la tarea.

Por ejemplo, en la tabla 1 se muestra una tarea de almacenado de naranjas en la que el trabajador está parte de la jornada realizando la subtarea 'encajado de naranjas' y el resto del tiempo lo dedica a la 'tría o selección de naranjas'.

Subtareas	Exposición (%)	Rep. Brazos	Rep. Manos
Encajado de naranjas	60	10 rep/min.	19 rep/min
Tría o selección de naranjas	40	6 rep/min	14 rep/min

Tabla 1. Definición de tareas y subtareas

Posturas

Para cada subtarea deben indicarse las posturas fundamentales que adopta el trabajador al realizarla. Por ejemplo, en la tabla 2 en la subtarea 'encajado de naranjas' se adoptan las posturas 'agarrar naranjas', 'colocar naranjas en caja' y también una 'postura neutra'.

Posturas	Tiempo (%)
Agarrar naranjas	45 %
Colocar naranjas en caja	45%
Postura neutra	10%

Tabla 2. Definición de las distintas posturas

Para cada postura se requiere especificar el tiempo que ocupa dicha postura dentro de la subtarea, expresado en tanto por cien. Evidentemente, los porcentajes de todas las posturas de una misma subtarea deben sumar el 100% del tiempo de la misma.

3. CODIFICACIÓN

Una vez realizada la descripción de las tareas y posturas, se procede a la codificación de tres zonas corporales: los brazos, las muñecas y el cuello. La codificación se realiza visualizando la grabación de la tarea para cada postura analizada y se lleva a cabo como se detalla a continuación.

Cuello

Hay que especificar la posición del cuello según esté en:

- t Flexión < 10°
- t Flexión 10-20°
- t Flexión > 20°
- t Extensión
- t Inclinación lateral: cuando la inclinación lateral del cuello (a la derecha o a la izquierda) es apreciable.
- t Torsión: cuando el giro del cuello (en un sentido o en otro) es apreciable.

Postura de cuello

Asignar la puntuación siguiente según la flexión o extensión del cuello:

1. Flexión 0-10°
2. Flexión 10-20°
3. Flexión > 20°
4. Extensión

Sumar 1 punto a la puntuación anterior si se da cualquiera de las siguientes posiciones del cuello (o ambas a la vez)

Inclinación lateral (a derecha o izquierda)

Torsión (en un sentido o en otro)

Figura 1. Codificación de la postura - Cuello

Brazos

Hay que especificar la posición del brazo según estén en:

- t Extensión > 20°
- t Posición entre 20° de extensión y 20° de flexión
- t Flexión 20-45°
- t Flexión 45 -90°
- t Flexión > 90°

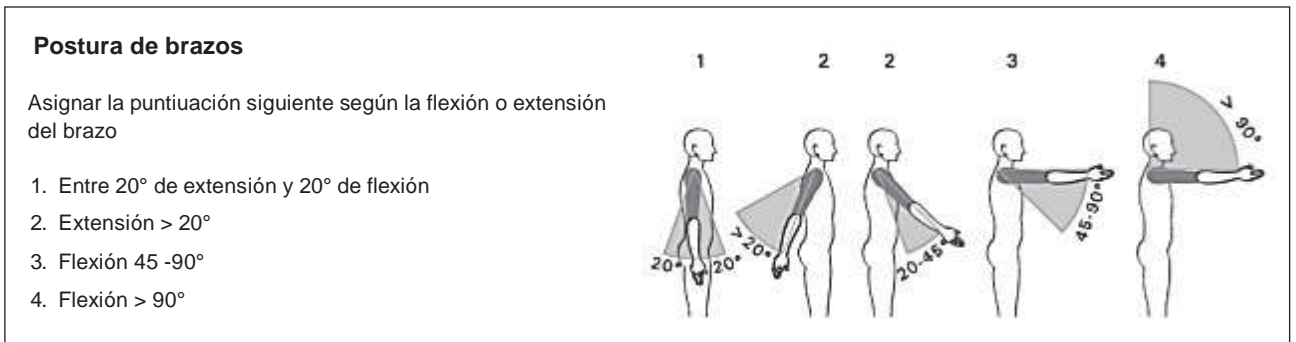


Figura 2. Codificación de la postura - Brazos

Muñecas

Hay que especificar la posición de las muñecas según estén en:

- t Posición neutra (0°), no existe flexión ni extensión
- t Flexión o extensión < 15°
- t Flexión o extensión > 15°
- t Desviación radial/cubital cuando sea apreciable
- t Pronación/supinación cuando sea apreciable

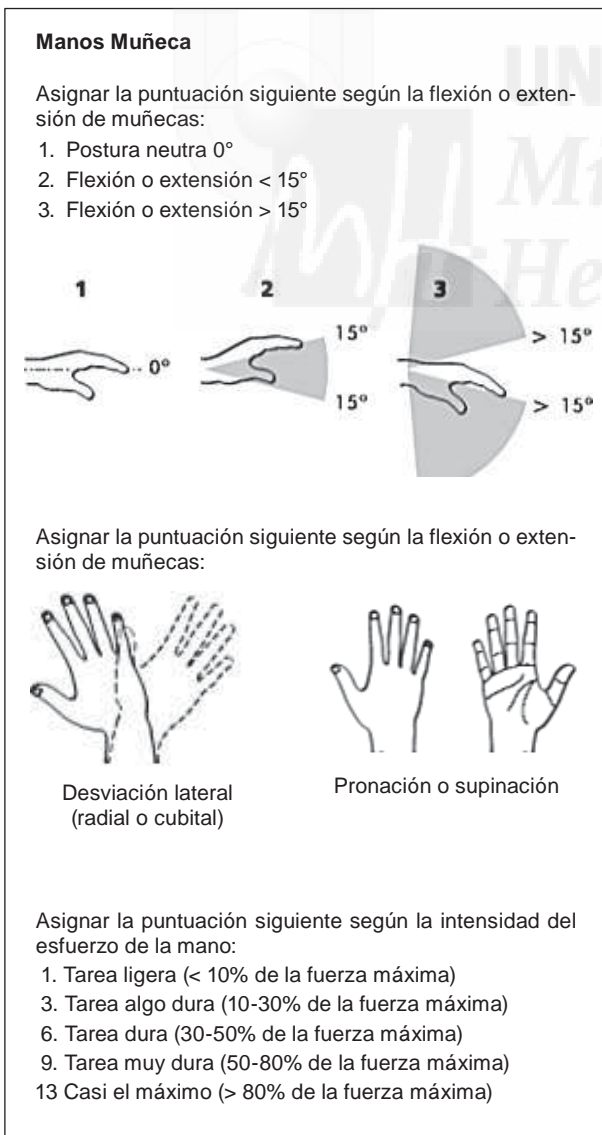


Figura 3. Codificación de la postura – Manos-muñecas

Así mismo en este apartado hay que valorar la intensidad del esfuerzo que pueda realizar de la mano, medida con un dinamómetro o electromiógrafo de superficie, siguiendo los siguientes criterios:

- t Tarea ligera (< 10% de la fuerza máxima)
- t Tarea algo dura (10-30% de la fuerza máxima)
- t Tarea dura (30-50% de la fuerza máxima)
- t Tarea muy dura (50-80% de la fuerza máxima)
- t Casi el máximo (> 80% de la fuerza máxima)

4. CÁLCULO DEL NIVEL DE RIESGO

Para realizar el cálculo del nivel de riesgo que comporta la tarea se han de seguir los siguientes pasos:

- a) Calcular puntuaciones promedio de las posturas de los brazos, del cuello y de las muñecas, de la intensidad del esfuerzo de las manos y de la repetitividad de brazos y manos. Estas puntuaciones promedio se calculan a partir de la siguiente fórmula:

$$\text{Puntuación promedio de la variable A} = \sum A_i \times T_i$$

siendo, para las posturas de los brazos, del cuello y de las muñecas, y para la intensidad del esfuerzo de las manos:

- N = número de posturas de trabajo analizadas
 - A_i = puntuación de la variable A en la postura i
 - T_i = porcentaje de tiempo de la postura i (en tanto por uno)
- y para la repetitividad de brazos y manos:
- N = número de subtareas
 - A_i = repeticiones/minuto en la subtaska i
 - T_i = porcentaje de tiempo de la subtaska i (en tanto por uno)

- b) Clasificar la puntuación promedio de cada variable en tres grados (1, 2 ó 3). (Tabla 3).
- c) Calcular el nivel de riesgo de TME en la zona del cuello-hombro (a corto, medio y largo plazo) (tabla 4).
- d) Calcular el nivel de riesgo de TME en la zona de la mano-muñeca (a corto, medio y largo plazo) (tabla 5).
- e) Mediante las puntuaciones resultantes, se obtiene un nivel de riesgo. Los niveles de riesgo considerados son cuatro, y tienen la siguiente interpretación:
 - Nivel 1: Situaciones de trabajo ergonómicamente aceptables.
 - Nivel 2: Situaciones que pueden mejorarse pero en las que no es necesario intervenir a corto plazo.
 - Nivel 3: Implica realizar modificaciones en diseño del puesto o en los requisitos impuestos por las tareas analizadas.
 - Nivel 4: Implica prioridad de intervención ergonómica.

VARIABLE	CLASIFICACIÓN DE LAS PUNTUACIONES PROMEDIO		
	1	2	3
Postura de brazos	<1.17	1.17-1.6	>1.6
Postura de cuello	<1.42	1.42-2.44	>2.44
Repetitividad de brazos	≤7	>7	
Flexión/extensión de muñecas	≤2	>2	
Desviación lateral o pronación/supinación de muñecas <0.06	<0.06	0.06-0.42	>0.42
Repetitividad de manos	≤4	>4	
Intensidad del esfuerzo de la mano	1	1-2,8	>2.8

Tabla 3. Clasificación de las puntuaciones promedio

NIVEL DE RIESGO EN CUELLO-HOMBRO						
Riesgo a corto plazo						
Postura de brazos	1		2		3	
	Repetitividad de brazos					
Postura de cuello	1	2	1	2	1	2
1	1	1	1	2	2	3
2	2	2	2	3	3	4
3	2	3	3	4	3	4
Riesgo a medio plazo						
Postura de brazos	1		2		3	
	Repetitividad de brazos					
Postura de cuello	1	2	1	2	1	2
1	1	1	2	2	2	3
2	2	2	2	3	3	4
3	3	3	3	4	4	4
Riesgo a largo plazo						
Postura de brazos	1		2		3	
	Repetitividad de brazos					
Postura de cuello	1	2	1	2	1	2
1	2	2	2	2	3	3
2	2	3	3	4	3	3
3	3	4	4	4	4	4

Tabla 4. Riesgo en cuello-hombro

NIVEL DE RIESGO EN MANO-MUÑECA							
Intensidad del esfuerzo de la mano		1		2		3	
		Repetitividad de manos					
Desviación lateral o pronación/supinación de muñecas	Flexión/extensión de muñecas	1	2	1	2	1	2
	1	1	1	1	2	2	2
2	2	1	2	2	2	2	2
	1	2	2	3	3	3	3
3	2	2	2	3	3	3	3
	1	3	4	3	4	4	4
	2	4	4	4	4	4	4

Tabla 5. Riesgo en mano-muñeca

5. RESULTADOS

Una vez analizados los datos obtenidos en el análisis de las tareas se emiten los resultados plasmados en un informe final que debe contener, principalmente, los apartados que se indican a continuación.

Identificación

Incluye los datos generales relacionados con el puesto (fecha del análisis, tipo de tarea, empresa, observaciones, etc.). Es aconsejable adjuntar una imagen de la tarea siempre que sea posible.

Datos del puesto

En este apartado se recoge la relación de subtareas que componen la tarea, incluyendo en cada una su exposición, la repetitividad de brazos y de manos, y las posturas fundamentales consideradas junto con el tiempo correspondiente.

Riesgo de la tarea

A partir de la información sobre las subtareas y las correspondientes posturas, se obtienen los niveles de riesgo de

la tarea analizada. Se calculan niveles de riesgo de los trastornos musculoesqueléticos independientes para la zona del cuello-hombro (a corto, medio y largo plazo) y para la zona de la mano-muñeca.

Recomendaciones

Cuando se detectan niveles de riesgo 3 ó 4 deben darse recomendaciones destinadas a rebajar el riesgo, aunque en los niveles 1 y 2 se consideren de bajo riesgo, es evidente que, en todos los casos pueden introducirse mejoras en el puesto de trabajo.

En el informe deben aparecer primero recomendaciones de tipo general; por ejemplo, mejorar la repetitividad de movimientos de los brazos, mejorar mucho la postura del cuello, etc. Cuando exista la posibilidad de que varias recomendaciones generales reduzcan el nivel de riesgo, el especialista deberá optar por la recomendación más idónea para el caso en cuestión.

Las recomendaciones para el ejemplo del puesto de naranjas planteado al inicio de esta NTP, serían las siguientes (Figura 4).

Así mismo, el informe debe ofrecer una información más detallada correspondiente a cada una de las recomendaciones generales planteadas (Figura 5).

Recomendaciones para disminuir el nivel de riesgo	
Zona del Cuello-Hombro a corto plazo	
Utilizar una de las recomendaciones siguientes para pasar del nivel IV al nivel III	
<ul style="list-style-type: none"> r Mejorar la repetitividad de brazos. r Mejorar mucho la postura de cuello. r Mejorar la postura de brazos y mejorar la postura de cuello. r Mejorar mucho la postura de brazos. 	
Zona del Cuello-Hombro a corto plazo	
Utilizar una de las recomendaciones siguientes para pasar del nivel IV al nivel III	
<ul style="list-style-type: none"> r Mejorar mucho la postura de cuello r Mejorar la repetitividad de brazos y mejorar la postura de cuello. r Mejorar la postura de brazos y mejorar la postura de cuello r Mejorar la postura de brazos y mejorar la repetitividad de cuello. r Mejorar mucho la postura de brazos 	

Figura 4. Informe de recomendaciones generales

SIGNIFICADO DE LAS RECOMENDACIONES	
Mejorar la postura de cuello	
Implica actuar sobre la Postura (Subtarea)	Acción requerida
Controlar calidad naranjas (Tría o selección de naranjas)	Pasar de flexión >20 a flexión 10-20°
Mejorar mucho la postura de cuello	
Implica actuar sobre la Postura (Subtarea)	Acción requerida
Colocar naranjas en caja (encajado de naranjas)	Pasar de flexión >20 a flexión 0-10°
Controlar calidad naranjas (Tría o selección de naranjas)	Pasar de flexión >20 a flexión 0-10°
Mejorar la repetitividad de brazos	
Implica actuar sobre la Subtarea	Acción requerida
Encajado de naranjas	Pasar de 19 a 9 rep/min.

Figura 5. Informe de recomendaciones específicas

BIBLIOGRAFÍA

- (1) COLOMBINI D., OCCHIPINTI E., GRIECO A. (2002).
Risk assessment and management of repetitive movements and exertions of upper limbs: Job analysis, Ocr risk index , prevention strategies and design principles.
Elsevier Ergonomics book series . Vol.2.
- (2) HIGNETT S., MCATAMNEY L. (2000).
Rapid Entire Body Assessment (REBA).
Applied Ergonomics. 31(2): 201-205.
- (3) IBV
Evaluación de riesgos de lesión por movimientos repetitivos.
Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV), Valencia, 1996
- (4) GARCÍA-MOLINA C., CHIRIVELLA C., PAGE A., TORTOSA L., FERRERAS A., MORAGA R., JORQUERA J.
Ergo/IBV – Evaluación de riesgos laborales asociados a la carga física.
Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV), Valencia, 2000
- (5) MCATAMNEY L., CORLETT E.N.
RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders.
Applied Ergonomics, 1999, 24(2): 91-99
- (6) MOORE J.S., GARG A.
The Strain Index: A Proposed Method to Analyze Jobs for Risk of Distal Upper Extremity Disorders.
Am. Ind. Hyg. Assoc. Jnl., 1995, 56: 443-468
- (7) NOGAREDA S., DALMAU I.
NTP 452: Evaluación de las condiciones de trabajo: carga postural.
Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), 1997
- (8) UNE 1005-5:
Seguridad de las máquinas. Comportamiento físico del ser humano. Safety of machinery- Human physical performance- Parte 5: Evaluación del riesgo por manipulación repetitive de alta frecuencia.
- (9) ISO 11228-3
Handling at low load at high frequency

Reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales (RD 2267/2004) (I)

Règlement de sécurité contre incendies dans les établissements industriels
Safety regulations against fire in the industrial establishments

Redactora:

Cristina Vega Giménez
Licenciada en Ciencias Ambientales

CENTRO NACIONAL DE
CONDICIONES DE TRABAJO

El Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales, sustituye al RD 786/2001 que fue declarado nulo por la Sentencia de 27/10/2003 de la Sala Tercera del Tribunal Supremo. El desarrollo del RD 2267/2004, dada su extensión, se realizará en dos Notas Técnicas de Prevención (NTP) consecutivas, que sustituyen y actualizan la NTP 600 para adaptar su contenido al estado de la legislación actual.

En esta primera NTP se fijan los criterios de caracterización de los establecimientos (Anexo I del RD) y los requisitos de las instalaciones de protección contra incendios (Anexo III).

La legislación y las normas a tener en cuenta en aplicación del RD, comunes a ambas NTP, se incluyen en la segunda de ellas.

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

1. OBJETO

Esta NTP y la siguiente tienen por objeto facilitar la comprensión y agilizar la aplicación práctica de los contenidos de los anexos técnicos del RD 2267/2004. En ellos se establecen tanto los requisitos constructivos (Anexo II), como los de las instalaciones de protección contra incendios (Anexo III) que deben satisfacer los establecimientos industriales. Estos requisitos se fijan de acuerdo a la clasificación que se realiza en el Anexo I, en función de su configuración y ubicación con relación a su entorno y del nivel de riesgo intrínseco (NRI) del establecimiento industrial.

En distintos apartados de los Anexos del RD se hace referencia o remisión a la NBE-CPI/96. Dado que con posterioridad a la publicación del RD 2267/2004 se publicó y entró en vigor el RD 314/2006 por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (CTE), cuando el RD 2267/2004 hace referencia a la NBE-CPI, en esta NTP se incluye la referencia al citado CTE.

Se recomienda consultar la NTP 599: "Evaluación del riesgo de incendio. Criterios", ya que se estima que es complementaria a esta NTP y la siguiente. De la NTP 599 se pueden extraer pautas para evaluar el riesgo de incendio a partir de la identificación de los factores de riesgo que pueden propiciar su inicio, mientras que de las NTP 831 y 832 obtendremos la información sobre protección pasiva, evacuación e instalaciones de protección contra incendios necesarias, lo que nos permitirá cumplimentar adecuada y objetivamente algunos de los "ítems" de la citada NTP 599, en un contexto de evaluación global del riesgo de incendio.

2. CARACTERIZACIÓN DE LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES EN RELACIÓN CON LA SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS (Anexo I del Real Decreto)

Se entiende por establecimiento el conjunto de edificios, edificio, zona de este, instalación o espacio abierto de uso industrial o almacén, destinado a ser utilizado bajo una titularidad diferenciada y cuyo proyecto de construcción o reforma, así como el inicio de la actividad prevista, sea objeto de control administrativo. Los establecimientos industriales se caracterizan por su configuración y ubicación con relación a su entorno, y por su nivel de riesgo intrínseco.

Configuración y ubicación con relación a su entorno

Los establecimientos industriales quedan clasificados en 5 configuraciones dependiendo de si están ubicados en un edificio o en espacios abiertos que no constituyen un edificio. (Figura 1)

Establecimientos industriales ubicados en un edificio

Tipo A: El establecimiento industrial ocupa parcialmente un edificio que tiene, además, otros establecimientos ya sean estos de uso industrial o de otros usos.

Tipo B: El establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio que está adosado a otro/s, o a una distancia igual o inferior a 3 m de otro/s edificios, de otro establecimiento, ya sean de uso industrial o de otros usos.

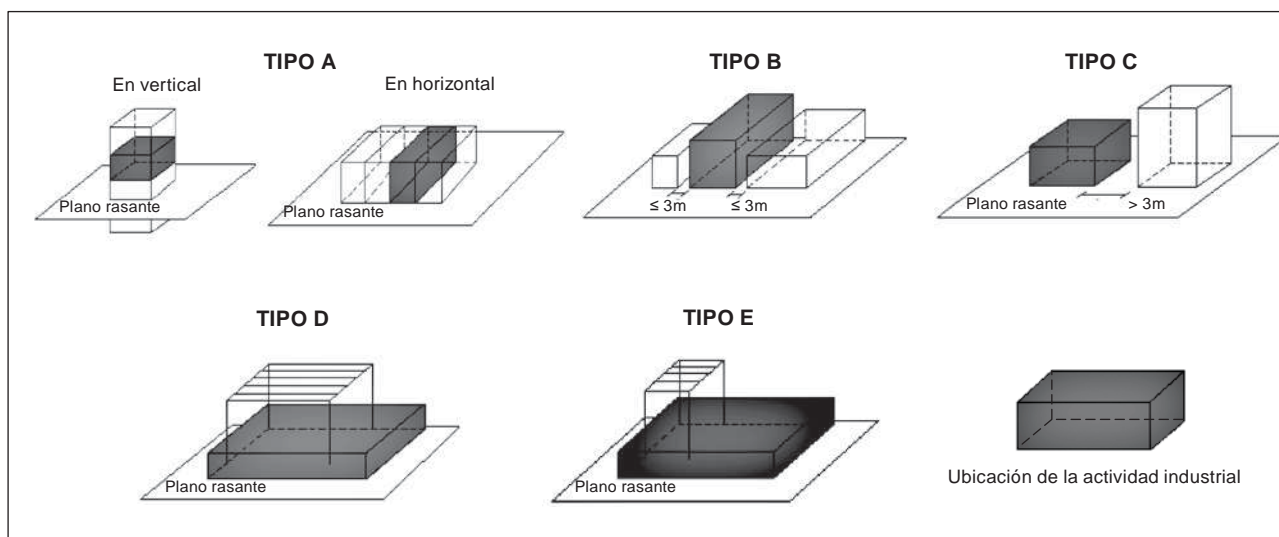


Figura 1. Ejemplo de configuraciones tipo de los establecimientos industriales

Para establecimientos industriales que ocupen una nave adosada con estructura compartida con las contiguas, se admite el cumplimiento de las exigencias correspondientes al tipo B, siempre que:

- t Las naves contiguas tengan cubierta independiente.
- t Se justifique técnicamente que el posible colapso de la estructura no afecte a las naves colindantes.

Tipo C: El establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio, o varios, en su caso, que está a una distancia mayor de 3 m del edificio más próximo de otros establecimientos. Dicha distancia deberá estar libre de mercancías combustibles o elementos intermedios susceptibles de propagar el incendio.

Establecimientos industriales en espacios abiertos que no constituyen un edificio

Tipo D: El establecimiento industrial ocupa un espacio abierto, que puede estar totalmente cubierto, alguna de cuyas fachadas carece totalmente de cerramiento lateral.

Tipo E: El establecimiento industrial ocupa un espacio abierto que puede estar parcialmente cubierto (hasta un 50% de su superficie), alguna de cuyas fachadas en la parte cubierta carece totalmente de cerramiento lateral.

Cuando la caracterización de un establecimiento industrial o una parte de este no coincida exactamente con alguno de los tipos definidos, se considerará que pertenece al tipo con el que mejor se pueda equiparar o asimilar justificadamente.

Si en un establecimiento industrial coexisten diferentes configuraciones, los requisitos del reglamento se aplicarán de forma diferenciada para cada una de ellas.

Nivel de riesgo intrínseco

Nivel de riesgo intrínseco de cada sector o área de incendio

Cada una de las configuraciones anteriores constituirá una o varias zonas (sectores o áreas de incendio), del establecimiento industrial.

Para los tipos **A**, **B** y **C** se considera "sector de incendio" el espacio del edificio cerrado por elementos resistentes al fuego durante el tiempo que se establezca en cada caso.

Para los tipos **D** y **E**, se considera que la superficie que ocupan constituye un "área de incendio" abierta, definida solamente por su perímetro.

El NRI se evaluará calculando la densidad de carga de fuego ponderada y corregida de los distintos sectores o áreas de incendio que configuran el establecimiento industrial, según la siguiente expresión:

$$Q_s = \frac{\sum_{i=1}^n G_i q_i C_i}{A} R_a \Leftrightarrow \text{MJ/m}^2 \text{ ó } \text{Mcal/m}^2$$

Siendo:

Q_s : Densidad de carga de fuego ponderada y corregida del sector o área de incendio, en MJ/m² ó Mcal/m².

G_i : Masa, en kg, de cada uno de los combustibles que existen en el sector o área de incendio, incluidos materiales de construcción combustibles.

q_i : Poder calorífico en MJ/kg ó Mcal/kg de cada uno de los combustibles que existen en el sector de incendio.

La tabla 1.4 del Reglamento proporciona el poder calorífico q de diversas sustancias.

C_i : Coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad (por la combustibilidad) de cada uno de los combustibles.

Su valor puede deducirse de la tabla 1.1 del Reglamento, del Catálogo CEA de productos y mercancías, o de tablas similares de reconocido prestigio cuyo uso debe justificarse.

R_a : Coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad (por la activación) inherente a la actividad industrial del sector. (Cuando existan varias actividades en el mismo sector, se toma el de la actividad con mayor riesgo de activación, siempre que dicha actividad ocupe al menos el 10% de la superficie del sector o área de incendio).

Su valor puede deducirse de la tabla 1.2 del Reglamento.

A : Superficie construida del sector de incendio o superficie ocupada del área de incendio, en m².

Como alternativa a la expresión anterior, y para simplificar el cálculo, se puede evaluar la densidad de carga de fuego ponderada y corregida utilizando la densidad de carga de fuego media, aportada por cada uno de los combustibles, en función de la actividad que se realiza en el sector o área de incendio. Estos valores se propor-

cionan en la tabla 1.2 del Reglamento y las expresiones que utiliza son las siguientes.

Para actividades de producción, transformación, reparación o cualquier otra distinta al almacenamiento

$$Q_s = \frac{\sum_{i=1}^i q_{si} S_i C_i}{A} R_a \Leftrightarrow \text{MJ/m}^2 \text{ ó Mcal/m}^2$$

Donde:

Q_s , C_i , R_a y A tienen la misma significación que en la expresión anterior.

q_{si} : Densidad de carga de fuego de cada zona con proceso diferente que se realizan en el sector, en MJ/m² o en Mcal/m².

S_i : Superficie de cada zona con proceso diferente y q_{si} diferente, en m².

A efectos del cálculo, no se contabilizan los acopios o depósitos de materiales o productos para la manutención de los procesos productivos, de montaje, transformación o reparación, o resultantes de estos, cuyo consumo o producción es diario y que constituyen el "almacén de día". Estos materiales o productos se considerarán incorporados al proceso al que deban ser aplicados o del que procedan.

Para actividades de almacenamiento:

$$Q_s = \frac{\sum_{i=1}^i q_{vi} C_i h_i s_i}{A} R_a \Leftrightarrow \text{MJ/m}^2 \text{ ó Mcal/m}^2$$

Donde:

Q_s , C_i , R_a y A tienen la misma significación que en el caso anterior.

q_{vi} : Carga de fuego aportada por cada m³ de cada zona con distinto tipo de almacenamiento existente en el sector, en MJ/m³ o en Mcal/m³.

Su valor puede obtenerse de la tabla 1.2 del Reglamento.

h_i : Altura del almacenamiento de cada uno de los combustibles, en m.

s_i : Superficie ocupada en planta por cada zona con distinto tipo de almacenamiento en el sector de incendio, en m².

Nivel de riesgo intrínseco de un edificio o un conjunto de sectores y/o áreas de incendio de un establecimiento industrial

Quando el establecimiento industrial está constituido por varios sectores y/o áreas de incendio, el cálculo se realiza como la suma de las densidades de carga de fuego ponderada y corregida de cada uno de los sectores y/o áreas de incendio que lo constituyen.

$$Q_e = \frac{\sum_{i=1}^i Q_{si} A_i}{\sum_{i=1}^i A_i} \Leftrightarrow \text{MJ/m}^2 \text{ ó Mcal/m}^2$$

Donde:

Q_e : Densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del edificio industrial, en MJ/m² ó Mcal/m².

Q_{si} : Densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, de cada uno de los sectores o áreas de incendio que componen el edificio industrial, en MJ/m² ó Mcal/m².

A_i : Superficie construida de cada uno de los sectores o áreas de incendio que componen el edificio industrial, en m².

Nivel de riesgo intrínseco de un establecimiento industrial, cuando desarrolla su actividad en más de un edificio, ubicados en un mismo recinto

$$Q_E = \frac{\sum_{i=1}^i Q_{ei} A_{ei}}{\sum_{i=1}^i A_{ei}} \Leftrightarrow \text{MJ/m}^2 \text{ ó Mcal/m}^2$$

Donde:

Q_E : Densidad de carga de fuego ponderada y corregida del establecimiento industrial, en MJ/m² ó Mcal/m².

Q_{ei} : Densidad de carga de fuego de cada uno de los edificios industriales que componen el establecimiento industrial, en MJ/m² ó Mcal/m², calculada según la expresión anterior.

A_{ei} : Superficie construida de cada uno de los edificios industriales que componen el establecimiento industrial, en m².

Calculada la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, de un sector de incendio (Q_s), un edificio industrial (Q_e) o un establecimiento industrial (Q_E), según cualquiera de los procedimientos anteriores, los niveles de riesgo intrínseco de incendio quedan establecidos tal como se indica en la tabla 1.

Para la evaluación del riesgo intrínseco se puede recurrir igualmente al uso de métodos de evaluación de reconocido prestigio; en tal caso, debe justificarse en el proyecto el método empleado.

NRI		DENSIDAD DE CARGA DE FUEGO PONDERADA Y CORREGIDA	
		Mcal/m ²	MJ/m ²
RB	1	$Q_s \leq 100$	$Q_s \leq 425$
	2	$100 < Q_s \leq 200$	$425 < Q_s \leq 850$
RM	3	$200 < Q_s \leq 300$	$850 < Q_s \leq 1275$
	4	$300 < Q_s \leq 400$	$1275 < Q_s \leq 1700$
	5	$400 < Q_s \leq 800$	$1700 < Q_s \leq 3400$
RA	6	$800 < Q_s \leq 1600$	$3400 < Q_s \leq 6800$
	7	$1600 < Q_s \leq 3200$	$6800 < Q_s \leq 13600$
	8	$3200 < Q_s$	$13600 < Q_s$

RB: Riesgo Bajo / RM: Riesgo Medio / RA: Riesgo Alto

Tabla 1. Nivel de riesgo intrínseco

Una vez clasificados los establecimientos industriales en uno de los 5 tipos de configuraciones y asignado un NRI, en los anexos siguientes se indican los requisitos exigibles al establecimiento, tanto en lo referente a aspectos de seguridad pasiva como en instalaciones de lucha contra incendios.

3. REQUISITOS DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS (Anexo III del Real Decreto)

Todas las instalaciones de protección contra incendios, su diseño, ejecución, puesta en funcionamiento y el mantenimiento cumplirán con el Reglamento de las instalaciones de protección contra incendios aprobado por RD 1942/1993, de 5 de noviembre y la orden de 16 de abril de 1998 sobre normas de procedimiento y desarrollo del mismo.

Las tablas 2, 3 y 4, elaboradas de manera estructurada a partir de los contenidos del Anexo III del Reglamento, pretenden resumirlo con carácter didáctico.

	TIPO A		TIPO B		TIPO C	
	Producción, montaje, transformación, reparación, etc.	Almacenamiento	Producción, montaje, transformación, reparación, etc.	Almacenamiento	Producción, montaje, transformación, reparación, etc.	Almacenamiento
Sistema automático detección⁽¹⁾	$S \geq 300 \text{ m}^2$	$S \geq 150 \text{ m}^2$	RM y $S \geq 2000 \text{ m}^2$ RA y $S \geq 1000 \text{ m}^2$	RM y $S \geq 1000 \text{ m}^2$ RA y $S \geq 500 \text{ m}^2$	RM y $S \geq 3000 \text{ m}^2$ RA y $S \geq 2000 \text{ m}^2$	RM y $S \geq 1500 \text{ m}^2$ RA y $S \geq 800 \text{ m}^2$
Sistema manual de alarma⁽²⁾	$S \geq 1000 \text{ m}^2$ o no se requiere SADI	$S \geq 800 \text{ m}^2$ o no se requiere SADI	$S \geq 1000 \text{ m}^2$ o no se requiere SADI	$S \geq 800 \text{ m}^2$ o no se requiere SADI	$S \geq 1000 \text{ m}^2$ o no se requiere SADI	$S \geq 800 \text{ m}^2$ o no se requiere SADI
Sistema de hidrantes exteriores⁽³⁾	Cuando lo exijan las disposiciones que regulan actividades industriales sectoriales o específicas, de acuerdo con el art. 1 del Reglamento.					
	RM y $S \geq 300 \text{ m}^2$ RB (excepto si en la tabla 3 de la NTP 832 aparece como RB 1) y $S \geq 1000 \text{ m}^2$		RA y $S \geq 1000 \text{ m}^2$ RM y $S \geq 2500 \text{ m}^2$ RB y $S \geq 3500 \text{ m}^2$		RA y $S \geq 2000 \text{ m}^2$ RM y $S \geq 3500 \text{ m}^2$	
Extintores⁽⁴⁾	Se instalarán en todos los sectores de incendio del establecimiento industrial. Dotación y eficacia mínima: para fuegos tipo A estará en función el NRI, y para fuegos tipo B en función del volumen máximo de combustible líquido en el sector, según tablas 3.1 y 3.2 del RD. Distribución: será tal que el recorrido horizontal desde cualquier punto del sector hasta el extintor $\leq 15 \text{ m}$.					
BIE⁽⁵⁾	$S \geq 300 \text{ m}^2$		RA y $S \geq 200 \text{ m}^2$ RM y $S \geq 500 \text{ m}^2$		RA y $S \geq 500 \text{ m}^2$ RM y $S \geq 1000 \text{ m}^2$	
Columna seca	En establecimientos de RM o RA y altura de evacuación $\geq 15 \text{ m}$					
RAA⁽⁶⁾	RM y $S \geq 500 \text{ m}^2$	RM y $S \geq 300 \text{ m}^2$	RA y $S \geq 1000 \text{ m}^2$ RM y $S \geq 2500 \text{ m}^2$	RA y $S \geq 800 \text{ m}^2$ RM y $S \geq 1500 \text{ m}^2$	RA y $S \geq 2000 \text{ m}^2$ RM y $S \geq 3500 \text{ m}^2$	RA y $S \geq 1000 \text{ m}^2$ RM y $S \geq 2000 \text{ m}^2$
Ver notas al pie de la tabla 3						

Tabla 2. Requisitos de las instalaciones de protección contra incendios de los establecimientos industriales (Tipos A, B, C)

	Producción, montaje, transformación, reparación, etc.	Almacenamiento
Sistema manual de alarma⁽²⁾	$S \geq 1000 \text{ m}^2$	$S \geq 800 \text{ m}^2$
Sistema de hidrantes exteriores⁽³⁾	Cuando lo exijan las disposiciones que regulan actividades industriales sectoriales o específicas (art. 1 del Reglamento).	
	RM y RA y $S \geq 5000 \text{ m}^2$ RB, RM y RA y $S \geq 15.000 \text{ m}^2$	
Extintores⁽⁴⁾	Se instalarán en todas las áreas de incendio del establecimiento industrial, excepto en aquellas con RB 1. Dotación y eficacia mínima: para fuegos tipo A estará en función del NRI, y para fuegos de tipo B en función del volumen máximo de combustible líquido en el sector, según tablas 3.1 y 3.2 del RD. Distribución: será tal que el recorrido horizontal, desde cualquier punto del sector hasta el extintor $\leq 25 \text{ m}$.	
BIE⁽⁵⁾	RA y $S \geq 5000 \text{ m}^2$	
S: Superficie total construida del sector de incendio del establecimiento industrial / SADI: Sistema Automático de Detección de Incendio		
(1) Cuando es exigible la instalación de un sistema automático de detección de incendio y las condiciones del diseño (Anexo III, punto 1) den lugar al uso de detectores térmicos, podrá sustituirse por rociadores automáticos de agua.		
(2) Cuando se requiera la instalación de un sistema manual de alarma de incendio, se situará, en todo caso, un pulsador junto a cada salida de evacuación del sector de incendio, y la distancia a recorrer desde cualquier punto hasta alcanzar un pulsador será $\leq 25 \text{ m}$.		
(3) Cuando se requiera un sistema de hidrantes, la instalación debe proteger todas las zonas de incendio que constituyen el establecimiento industrial.		
(4) Podrá justificarse su no instalación en las zonas de los almacenamientos operados automáticamente, en los que la actividad impide el acceso de personas.		
(5) Las BIE podrán ser de 25 mm en establecimientos con RB y de 45 mm para RM y RA. En establecimientos de RB y RM el tiempo de autonomía será 60 min para una simultaneidad 2; en establecimientos de RA el tiempo de autonomía será 90 min para una simultaneidad 3. La presión en boquilla estará comprendida entre 2 y 5 bar.		
(6) Cuando es exigible la instalación de rociadores automáticos, concurrentemente con un sistema automático de detección que emplee detectores térmicos, de acuerdo con las condiciones de diseño (Anexo III, punto 1) quedará cancelada la exigencia del sistema de detección.		

Tabla 3. Requisitos de las instalaciones de protección contra incendios de los establecimientos industriales (Tipos D, E)

Sistema de comunicación de alarma	Si la suma de la S de todos los sectores del establecimiento $\geq 10.000 \text{ m}^2$. La señal acústica permitirá diferenciar entre "emergencia parcial" y "emergencia general", siendo preferente el uso de megafonía.
Sistema de abastecimiento de agua	Cuando lo exijan las disposiciones que regulan actividades industriales, sectoriales o específicas (art. 1 del Reglamento). Cuando sea necesario para dar servicio en las condiciones de caudal, presión y reserva calculados a uno o varios sistemas de lucha contra incendios.
Columna seca	Si la altura de evacuación $\geq 15 \text{ m}$ y existe RM o RA.
Sistemas de agua pulverizada	Cuando lo exijan las disposiciones que regulan actividades industriales, sectoriales o específicas (art. 1 del Reglamento). Cuando por la configuración, contenido, proceso y ubicación del riesgo sea necesario refrigerar partes de este para asegurar la estabilidad de su estructura y evitar los efectos del calor de radiación emitido por otro riesgo cercano.
Sistemas de espuma física	Cuando lo exijan las disposiciones que regulan actividades industriales, sectoriales o específicas (art. 1 del Reglamento). En general, cuando se manipulan líquidos inflamables que, en caso de incendios, puedan propagarse a otros sectores.
Sistemas de extinción por polvo	Cuando lo exijan las disposiciones que regulan actividades industriales sectoriales o específicas (art. 1 del Reglamento).
Sistemas de extinción por agentes gaseosos	Cuando lo exijan las disposiciones que regulan actividades industriales sectoriales o específicas (art. 1 del Reglamento). Cuando constituyan recintos donde se ubiquen equipos electrónicos, centros de cálculo, bancos de datos, de centros de control o medida y análogos y la protección con sistemas de agua pueda dañar dichos equipos.
Sistemas de alumbrado de emergencia	En planta bajo rasante. En planta sobre rasante si $P \geq 10$ personas y existe RA o RM. En cualquier caso cuando $P \geq 25$ personas. Donde estén instalados cuadros, centros de control o manos de instalaciones técnicas de servicios (Anexo II.8). Locales o espacios donde estén instalados los equipos centrales o los cuadros de control de los sistemas de protección contra incendios.
Señalización	Salidas de uso habitual o de emergencia. Medios de protección contra incendios de uso manual, cuando no sean fácilmente localizables. Teniendo en cuenta lo dispuesto por el RD 485/1997, de 14 de abril.

Tabla 4. Requisitos de las instalaciones de protección contra incendios de los establecimientos industriales (Tipos A, B, C, D, E)

