

SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO NÚM. 48



INVASSAT
Institut Valencià de
Seguretat i Salut en el Treball

MANUAL PRÁCTICO PARA LA EVALUACIÓN DEL RIESGO ERGONOMICO

INVASSAT-ERGO

2ª Edición

2013

INVASSAT

MANUAL PRÁCTICO PARA LA EVALUACIÓN DEL RIESGO ERGONOMICO

INVASSAT-ERGO

2ª Edición

2013



GENERALITAT
VALENCIANA

INVASSAT

Institut Valencià de
Seguretat i Salut en el Treball

MANUAL PRÁCTICO PARA LA EVALUACIÓN DEL RIESGO ERGONOMICO

INVASSAT-ERGO

2ª Edición

2013



INVASSAT
Institut Valencià de
Seguretat i Salut en el Treball

Este documento ha sido elaborado con la participación de las siguientes personas

COORDINACIÓN Y DIRECCIÓN:

José Luis Llorca Rubio. CENTRO TERRITORIAL DEL INVASSAT DE VALENCIA.

AUTORES:

- Alfonso Oltra Pastor. IBV
- Cristina de Rosa Torner. INVASSAT
- Enrique Contell Campos. FRATERNIDAD-PREVENCIÓN
- Gilberto Minaya Lozano. FREMAP.
- José Enrique Aparisi Navarro. ASEPEYO.
- José Luis Llorca Rubio. INVASSAT.
- Miguel Verdeguer Cuesta. FREMAP
- Rafael Lizandra García. MERCADONA.
- Rafael Relanzón Sánchez-Gabriel. FORD ESPAÑA.
- Silvia Nebot García. UMIVALE

DISEÑO Y MAQUETACIÓN:

Juan Piles Ferrer

PRÓLOGO

La manipulación manual de cargas, las posturas forzadas, los movimientos repetitivos y los sobreesfuerzos son riesgos bastante frecuentes en el medio laboral, con unas consecuencias sobre la salud de los trabajadores bien conocidas y que tienen una incidencia notable en la generación, tanto de accidentes de trabajo como de enfermedades profesionales.

La Ley de Prevención de Riesgos Laborales, establece como principios básicos de la acción preventiva evitar los riesgos, evaluando aquellos que no puedan evitarse, adaptando el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, así como la elección de equipos, métodos de trabajo y de producción, con miras, en particular a atenuar el trabajo monótono y repetitivo y a reducir los efectos de los mismos sobre la salud.

Aun existiendo legislación suficiente relativa a la protección de los trabajadores frente a estos factores de riesgo, la realidad es que, debido probablemente a una falta de estructuración de los métodos existentes para su evaluación, en alguna ocasión, solamente se identifican estos riesgos, no realizándose la evaluación del nivel de exposición en el que se encuentran expuestos los trabajadores.

El propósito de este manual es poner a disposición de los técnicos de Prevención de Riesgos Laborales (nivel básico, intermedio y superior) y especialmente a los expertos en ergonomía, una guía fácil y sencilla, que recomienda la metodología que se debe aplicar según el nivel de cualificación profesional de los técnicos implicados en el proceso preventivo de la empresa.

Por todo ello, es para mí una gran satisfacción presentar esta actualización de "INVASAT-ERGO, manual práctico para la evaluación del riesgo ergonómico", desarrollado por el INSTITUTO VALENCIANO DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO a través de su Centro Territorial de Valencia. En colaboración con ASEPEYO, FORD ESPAÑA, FREMAP, IBV, MERCADONA, UMIVALE Y SOCIEDAD DE PREVENCIÓN DE FRA-TERNIDAD, a las que quiero transmitir mi agradecimiento.

Por último, espero que este manual sea útil para los prevencionistas y sirva para mejorar las condiciones de trabajo de los trabajadores frente a los riesgos de tipo ergonómico.

MIGUEL ÁNGEL TARÍN REMOHÍ
*Director del Instituto Valenciano de
Seguridad y Salud en el Trabajo
(INVASSAT)*

SUMARIO

1. INTRODUCCION	11
2. OBJETIVOS	13
3. METODOLOGÍA	15
3.1 Nivel I	15
3.2 Nivel II	22
3.3 Nivel III	24
4. BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA	29

ANEXOS

<i>Anexo I.</i> Cuestionario de Identificación de Riesgo	31
<i>Anexo II.</i> Ficha de identificación de riesgos del nivel I	33
<i>Anexo III.</i> Nivel II	57
<i>Anexo IV.</i> Ecuación NIOSH	91
<i>Anexo V.</i> Comentarios a las normas UNE-EN 1005 2, 3, 4 y 5	105
<i>Anexo VI.</i> Ergo/IBV	109
<i>Anexo VII.</i> ErgoDis/IBV	115
<i>Anexo VIII.</i> Norma ISO 11226	119
<i>Anexo IX.</i> Norma ISO 11228-2	127
<i>Anexo X.</i> Nota Técnica de Prevención 295	131
<i>Anexo XI.</i> Ergo Mater	139
<i>Anexo XII.</i> Resumen niveles I, II y III	147
<i>Anexo XIII.</i> NTP-795	149
<i>Anexo XIV.</i> NTP-779	161
<i>Anexo XV.</i> Anexo IV de la Guía de los riesgos relativos a la utilización de los lugares de trabajo	169

■ 1. INTRODUCCIÓN

La Ley 31/95, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, establece como principios básicos de la acción preventiva evitar los riesgos, evaluar aquellos que no puedan evitarse y adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, así como a la elección de equipos y métodos de trabajo y de producción, con miras, en particular a atenuar el trabajo monótono y repetitivo y a reducir los efectos del mismo en la salud.

La existencia de estos riesgos en nuestro entorno laboral es indiscutible y así, la II Encuesta de Condiciones de Trabajo en la Comunidad Valenciana, publicada por la Fundación de la Comunidad Valenciana para la Prevención de Riesgos Laborales, destaca que el 35.2% de los trabajadores sufre de posturas incómodas en el trabajo, el 28.4% realiza movimientos repetitivos de manos y brazos, el 15.2% realiza tareas cortas y repetitivas y el 22.4% realiza manipulación manual de cargas importantes, siendo la postura más frecuentemente adoptada de pie, andando con frecuencia (53.2%) y de pie, sin andar apenas (19.2%).

En referencia a los daños percibidos por los trabajadores, la VI Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo, publicada por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, indica que el dolor de espalda supone el 57.6% de todas las consultas, el dolor de cuello el 28.1%, el dolor localizado en el miembro superior el 16.4%, el dolor en miembro inferior el 15.2%, el dolor en muñeca mano el 9.1% y la hernia de disco el 5.9%.

Por otro lado, el 67% de las enfermedades profesionales declaradas en la Comunidad Valenciana durante el año 2010 fueron producidas por la existencia de riesgos ergonómicos en el puesto de trabajo. Estas se distribuyeron de la siguiente forma: tendinitis y tenosinovitis, 59.4%, atrapamiento de nervios por presión, 14.81% y bursitis, 1.92%.

En España, durante el año 2011, el 78.2% de los accidentes de trabajo no traumáticos son debidos a trastornos musculoesqueléticos y, el 38% de todos los accidentes de trabajo declarados son debidos a sobreesfuerzos.

■ 2. OBJETIVOS

La gran cantidad de métodos existentes para la realización de la evaluación de este tipo de riesgos así como la carencia de metodología sencilla para ser aplicada por aquellos recursos preventivos de nivel básico e intermedio hizo que el Gabinete de Seguridad e Higiene en el Trabajo de Valencia convocara un seminario dentro de su oferta formativa del año 2002, al cual asistieron técnicos en Prevención de Riesgos Laborales tanto de Mutuas de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales como integrantes de Servicios de Prevención Propios de empresas con amplia experiencia en esta problemática. En este seminario se planteó como **objetivo** la definición de una metodología para la evaluación de riesgos asociados a **la manipulación manual de cargas, las posturas, la repetitividad, los esfuerzos, los empujes y arrastres y el transporte de cargas, la carga metabólica y la ergonomía ambiental** estructurada en **tres niveles de actuación**, coincidentes con las funciones y niveles de cualificación establecidos en el Capítulo VI del Real Decreto 39/97, de 17 de enero, Reglamento de los Servicios de Prevención.

Estos tres niveles de actuación se definen de la siguiente forma:

- **Nivel I:** Su objetivo es detectar las situaciones de riesgo mediante una identificación rápida y sencilla que pueda ser realizada por cualquier persona con conocimientos en Prevención de Riesgos Laborales (básicos, Intermedios o superiores), cuya finalidad es detectar las situaciones de riesgos ergonómicos existentes, debiendo estos ser evaluados mediante las metodologías incorporadas en los siguientes niveles.
- **Nivel II:** Pretende una evaluación del riesgo a partir de métodos de evaluación específicos que se salen del ámbito de aplicación del Nivel I, pudiendo ser aplicados por Técnicos de nivel Superior en Prevención de Riesgos Profesionales y Laborales. Caso que la metodología recomendada en este nivel no fuera suficiente para evaluar el riesgo, deberá utilizarse la metodología referida en el nivel III.
- **Nivel III:** Pretende una evaluación cuantitativa del riesgo en situaciones complejas (por ejemplo, trabajadores sensibles, manipulaciones de cargas complejas, tareas repetitivas en las que se desee considerar la acumulación de exposición durante la jornada laboral, situaciones que requieran la aplicación de técnicas instrumentales, etc.) que no pueden ser abordadas con la suficiente precisión con los métodos de evaluación propuestos en el Nivel I y II, siendo solamente utilizadas por Técnicos de nivel superior en Prevención de Riesgos Laborales.

Además, se recomienda utilizar algún indicador de riesgo como referente del posible daño que pudiera estar produciendo las condiciones de trabajo existentes en una tarea

sobre la salud de los trabajadores que la estén desarrollando. Entre estos indicadores se encuentran los siguientes:

- Registro de accidentes de trabajo.
- Registro de enfermedades profesionales.
- Resultado de la vigilancia de la salud colectiva.
- Cuestionarios sobre daño percibido por los trabajadores (en el Anexo I de este manual se propone un cuestionario de molestias musculoesqueléticas).

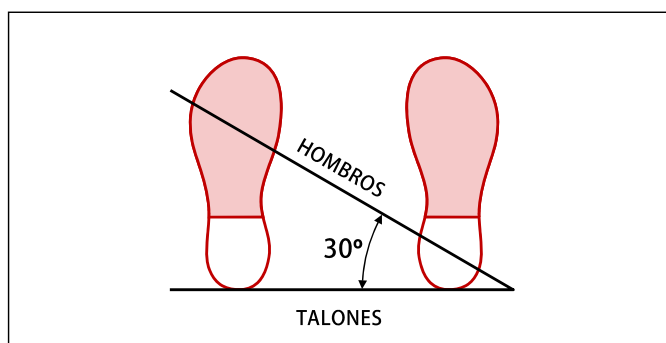
■ 3. METODOLOGÍA

■ 3.1 Nivel I

Su objetivo es detectar las situaciones de riesgo mediante una identificación rápida y sencilla que pueda ser realizada por cualquier persona con conocimientos en Prevención de Riesgos Laborales (básicos, Intermedios o superiores), cuya finalidad es detectar las situaciones de riesgos ergonómicos existentes, debiendo estos ser evaluados mediante las metodologías incorporadas en los siguientes niveles. En el anexo II se resumen todas las técnicas incluidas en el nivel I

Manipulación manual de cargas

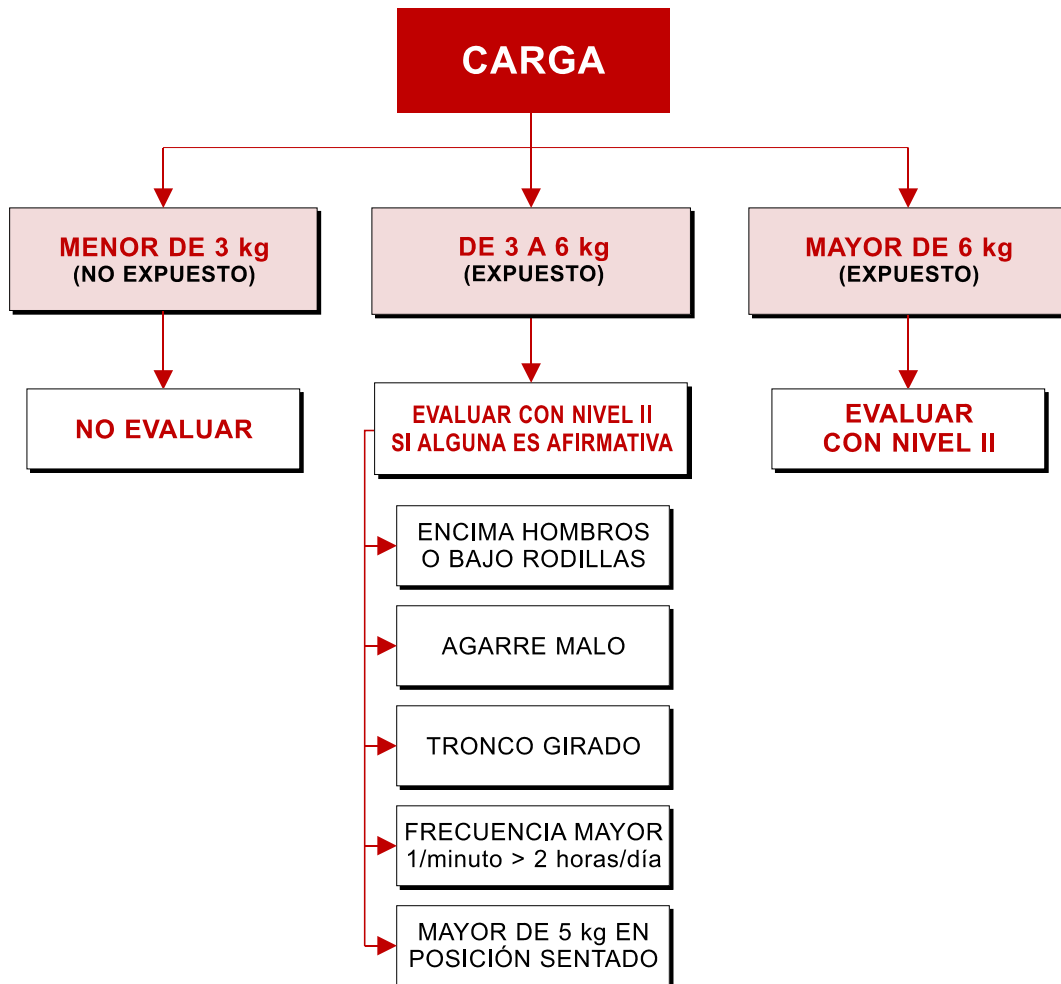
- La Guía Técnica publicada por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo establece el límite de 3 Kilogramos para considerar una carga como potencialmente peligrosa para la región dorsolumbar, por lo cual, cualquier carga que supere esta cifra deberá ser considerada como manipulación manual de cargas, mientras que las inferiores no deberán ser consideradas como tales.
- Pueden establecerse límites de manipulación tolerables a partir de la siguiente lista de verificación.
 - Se manipulan cargas mayores de 3 Kilogramos y menores de 6 en alguna de las siguientes condiciones:
 - Por encima del hombro o por debajo de las rodillas.
 - Agarre malo, entendido como aquel en el cual la carga no tiene asas o hendiduras, de forma que no se permite un agarre confortable. También se incluyen aquellas cargas sin asas que no pueden sujetarse flexionando la mano 90° alrededor de la carga.
 - Tronco muy girado, mayor de 60° de giro, pudiendo estimarse el giro del tronco determinando el ángulo que forman las líneas que unen los talones con la línea de los hombros, tal como puede observarse en la figura.



- Con una frecuencia mayor de 1 manipulación por minuto durante más de 2 horas al día.
- Manipular cargas mayores de 5 Kilogramos, en postura sentada.

Si se da alguna condición de manipulación que supera los límites establecidos anteriormente, deberán evaluarse mediante el procedimiento propuesto en el Nivel II de la metodología.

Lo anteriormente planteado puede resumirse según el esquema siguiente:



Postura

Mediante la tabla existente en el anexo II se especifican las **posturas tolerables** para diferentes zonas del cuerpo en función de que permanezcan en la misma postura más de 1 minuto (estática) o que la frecuencia de los movimientos realizados sea mayor o menor de 2 por minuto.

Si se identifican posturas no tolerables deberá aplicarse el Nivel II de la metodología.

Las siguientes situaciones deberán evaluarse mediante el procedimiento propuesto en el Nivel II de la metodología:

- Posición mantenida de pie sin desplazamientos (por ejemplo, puestos de cajera, encajado de fruta, montaje en cadena, etc.).
- Posición sentada sin apoyar la espalda, sin apoyar los pies, sin espacio para las piernas y/o sin posibilidad de levantarse.
- Posición de rodillas o cuclillas.

Repetitividad

Para identificar el riesgo de repetitividad se aplicará el método 1 de la norma UNE-N-1005-5 y que se resume en los siguientes pasos: Si se satisfacen algunas de las condiciones siguientes NO HAY RIESGO:

- La tarea no está caracterizada por ciclos de trabajo.
- La tarea está caracterizada por ciclos de trabajo, pero las actividades perceptivas o cognitivas prevalecen claramente y los movimientos de los miembros superiores son residuales.

Cuando se realicen actividades cíclicas al realizar una tarea, deberá estimarse el riesgo utilizando las siguientes variables:

- Comprobación de los factores de riesgo:
 - Ausencia del desarrollo de fuerza siguiendo los criterios de la norma UNE EN 1005-3.
 - Ausencia de movimientos y posturas forzadas:
 - Las posturas y movimientos del brazo están comprendidas entre los 0 y 20°.
 - Los movimientos articulares del codo y muñeca no sobrepasan el 50% del rango articular máximo (60 y 45° respectivamente).
 - Las clases de agarre son “agarre fuerza” o “en pinza” durante un tiempo inferior a 1/3 del tiempo de ciclo.
 - Baja repetitividad: Es así sí:
 - El tiempo de ciclo es mayor de 30 segundos.
 - Las mismas clases de acción técnica no se repiten para más del 50% del tiempo de ciclo.
 - La frecuencia de acciones técnicas para cada miembro superior es menor de 40 acciones técnicas por minuto. Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Acciones técnicas minuto} = \frac{\text{Número de acciones técnicas} \times 60}{\text{Duración del ciclo (en segundos)}}$$
 - Ausencia de factores adicionales: Son los siguientes:
 - Vibraciones mano/brazo.
 - Golpes.
 - Compresión localizada sobre estructuras anatómicas por herramientas.
 - Exposición al frío.
 - Empleo de guantes inadecuados.

Esfuerzos

Las siguientes situaciones deberán identificarse como esfuerzos:

- Empuje o arrastre manual (por ejemplo, de carros, bastidores, carritos, transpaleatas, etc.).
- Fuerzas apreciables realizadas con los brazos (por ejemplo, palancas, manivelas).
- Fuerzas realizadas con la mano, muñeca y/o dedos (por ejemplo, uso de tijeras o de alicates).
- Fuerzas apreciables realizadas con los miembros inferiores.
- Transporte de cargas

Para identificar las situaciones de riesgo se debe utilizar el siguiente resumen:

- **Empujes y arrastres:** Se recomienda consultar la Guía Técnica para la manipulación manual de cargas editada por el INSHT (Anexo II), que establece las siguientes consideraciones: “Independientemente de la intensidad de la fuerza, ésta no se aplicará correctamente si se empuja o tracciona una carga con las manos por debajo de la ‘altura de los nudillos’, o por encima del ‘nivel de los hombros’ ya que fuera de estos rangos, el punto de aplicación de las fuerzas será excesivamente alto o bajo. Si, además, el apoyo de los pies no es firme, podrá aumentar el riesgo de lesión. A modo de indicación no se deberán superar los siguientes valores:
 - Para poner en movimiento o parar una carga: 25 Kg. (250 N).
 - Para mantener una carga en movimiento: 10 Kg. (100 N).

No obstante, para realizar una evaluación rápida de este riesgo se puede utilizar el siguiente cuestionario en el que, si todas las respuestas son afirmativas se considerará que el riesgo es tolerable:

- El empuje y/o arrastre manual de cargas se realiza solo con las extremidades superiores (esfuerzo), sin movimiento de piernas y el peso de las cargas es menor de 25 Kg.
- La fuerza requerida en el empuje y/o tracción es menor de moderada (en la escala de Börg menor de 3).
- alguna de las siguientes condiciones se cumplen durante el empuje y/o tracción:
 - Peso total de la carga a empujar/tirar es menor de 250 Kg.
 - Fuerza inicial de empuje y/o tracción menor de 10 Kg.
 - Fuerza sostenida de empuje y/o tracción menor de 3 Kg. (Álvarez-Casado, 2010)
- **Fuerzas aplicadas:** Se considerará la siguiente tabla en la que si se cumplen las condiciones se entenderá la situación como segura. Esta tabla está basada en la norma UNE-EN 1005-3.

ACTIVIDAD	Máximo F_R en Newton en ámbito profesional
Trabajo con una mano: asir con toda la mano	125,0
Trabajo con el brazo en posición sentada:	
<input type="checkbox"/> Hacia arriba	25,0
<input type="checkbox"/> Hacia abajo.....	37,5
<input type="checkbox"/> Hacia fuera	22,5
<input type="checkbox"/> Hacia dentro	37,5
<input type="checkbox"/> Empujando	
<input type="checkbox"/> Con apoyo del tronco	137,5
<input type="checkbox"/> Sin apoyo del tronco.....	31,0
<input type="checkbox"/> Tirando	
<input type="checkbox"/> Con apoyo del tronco	112,5
<input type="checkbox"/> Sin apoyo del tronco.....	22,5
Trabajo con el cuerpo completo de pie:	
<input type="checkbox"/> Empujando	100,0
<input type="checkbox"/> Tirando	72,5
Trabajando con el pie, en posición de pie, con apoyo del tronco:	
<input type="checkbox"/> Acción del tobillo.....	125,0
<input type="checkbox"/> Acción de la pierna.....	137,5
Para:	
<input type="checkbox"/> Duración máxima de 1 hora	
<input type="checkbox"/> 1 acción cada 5 minutos	
<input type="checkbox"/> Duración de la acción máxima de 3 segundos	
<input type="checkbox"/> Inmovilidad	

- **Transportes:** Se entiende por transporte en aquella tarea en la que se lleva una carga de un lugar a otro. Se establece el siguiente esquema, con la matización de que esta situación es situación límite:

20 m = 15 Kg/minuto.

10 m = 30 Kg/minuto.

4 m = 60 Kg/minuto.

2 m = 75 Kg/minuto.

1 m = 120 Kg/minuto.

No superar transportes mayores de 25 Kg. ni frecuencias superiores a 15/min.

Otras variables a considerar:

1. Trabajadores especialmente sensibles:

En la tabla que se encuentra en el anexo II se especifican las posibles limitaciones que pueden padecer los trabajadores combinándolas con las posibles demandas existentes en los puestos de trabajo. Aquellos aspectos que no se han incluido en la tabla ha sido por tratarse de cuestiones que no se encuentran incluidas estrictamente en el ámbito de la ergonomía por lo que deberán ser tratadas caso a caso con los médicos del trabajo.

2. Carga metabólica:

Se utilizará para aquellos casos en los cuales el trabajo exija un esfuerzo generalizado y en el que sea difícil su valoración.

Si el trabajador realiza alguna de las siguientes tareas, deberá utilizarse una técnica de evaluación del nivel II

- Trabajo sostenido con manos y brazos (Ej. clavar clavos limar).
- Trabajos con brazos y piernas (Ej. conducción de camiones, tractores o máquinas de obras públicas).
- Trabajo con tronco y brazos (Ej. martillos neumáticos, acoplamiento de aperos al tractor, enyesado, manejo intermitente de pesos moderados, escarzar, usar la azada, recoger frutas y verduras, tirar o empujar carretillas ligeras, caminar a una velocidad igual o superior a 2.5 Km./h, trabajos de forja).
- Trabajo intenso con brazos y tronco.
- Transporte de materiales pesados.
- Palear.
- Empleo de macho o maza.
- Empleo de sierra.
- Cepillado o escopleado de madera dura.
- Corte de hierba o cavado manual.
- Empujar o tirar de carretillas o carros de mano muy cargados.
- Desbarbado de fundición.
- Colocación de bloques de hormigón.
- Actividad muy intensa a ritmo de rápido a máximo.
- Trabajo con hacha.
- Cavado o paleado intenso.

- Subir escaleras, rampas o escaleras.
- Caminar rápidamente a pequeños pasos.
- Correr.

3. Ergonomía ambiental:

- Confort térmico: Se utilizará el cuestionario obtenido de la norma UNE-N-ISO 10551:2002 que se encuentra en el anexo II:
- Confort acústico: Se recomienda utilizar la publicación del INSHT titulado Ruido: Evaluación y acondicionamiento ergonómico, y que se puede consultar en el anexo II.
- Confort lumínico: Documento del INSHT titulado “Evaluación y acondicionamiento de la iluminación en el puesto de trabajo”: Cuestionario de evaluación subjetiva, que se puede consultar en el anexo II.
- Calidad de aire interior: Se deberá utilizar la NTP-380, que se puede consultar en el anexo II.

4. Factores de riesgo adicional:

Si mediante el nivel I se comprueba la inexistencia de riesgo, deberá comprobarse que no existe ningún riesgo adicional. Se entiende por riesgo adicional aquel para el que no existe método específico para su evaluación.

Se ha confeccionado una tabla en la que se relacionan los factores adicionales con los tradicionales (aquellos para los que existe método de evaluación y que han sido anteriormente relacionados). Para establecer esta relación, se han seguido dos criterios:

- La relación viene establecida en una norma o guía.
- La relación se establece por consenso del grupo de trabajo.

En la tabla que aparece en el anexo II se relacionan los factores de riesgo adicional, tanto aquellos en los que la relación se ha establecido mediante norma (N) o por consenso (C).

La existencia de alguno de los factores adicionales de la tabla implicará la necesidad de utilizar técnicas de evaluación indicadas en el nivel II o III.

■ 3.2 Nivel II

Pretende una evaluación del riesgo a partir de métodos de evaluación específicos que se salen del ámbito de aplicación del Nivel I, pudiendo ser aplicados por Técnicos de nivel Superior en Prevención de Riesgos Profesionales y Laborales. Caso que la metodología recomendada en este nivel no fuera suficiente para evaluar el riesgo, deberá utilizarse la metodología referida en el nivel III. En el anexo III se encuentran todos los métodos incluidos en este nivel.

Manipulación manual de cargas

Recomendamos en este nivel el uso de la Guía Técnica para la manipulación manual de cargas publicada por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (Anexo III), estableciéndose una serie de consideraciones:

- En caso de realizar el trabajador diferentes tipos de manipulación manual de cargas (por ejemplo, manipulaciones en las que varíen los pesos manipulados o las alturas de manipulación), se aplicarán los correspondientes procedimientos indicados en la norma UNE-EN-1005-2, basada en la ecuación NIOSH (Anexo IV) y en el caso se produzca alta variabilidad en la manipulación se utilizarán los procedimientos establecidos en el nivel III.
- Si se trabaja con una mano, se añadirá a la ecuación planteada en la Guía Técnica un factor multiplicador de 0.6, como se establece en la norma UNE-EN-1005-2.
- Si la carga es manipulada por varios trabajadores, se tomará como peso real de la carga al resultado de dividir el valor de su peso dividido por el número de trabajadores, añadiendo un factor multiplicador de 0,85, según se establece en la norma UNE-EN-1005-2
- En caso de realizar a lo largo de la jornada de trabajo otras tareas que, no siendo manipulación manual de cargas, pueda suponer una carga física, se aplicará un factor de corrección que oscilará entre 0.8 y 1.

Postura:

Se recomiendan utilizar los siguientes procedimientos:

- REBA (Anexo III).
- RULA

Fuerza aplicada

No se dispone de método, por lo que deberá consultarse el nivel III de este manual.

Repetitividad

Para este caso se utilizará el Check list de OCRA (Occhipinti y Colombini, 2006).

Empujes y arrastres

No se dispone de método, por lo que deberá consultarse el nivel III de este método.

Transporte

Se utilizará el cuadro obtenido de la norma ISO 11228-1 y que se encuentra en el anexo III.

Trabajadores especialmente sensibles

La toma de decisiones con Trabajadores sensibles es por definición multidisciplinar. Requiere un conocimiento exhaustivo del puesto y una comunicación al servicio de vigilancia de la salud para que pueda tomar una determinación, así como reglar las condiciones que requerirían una revisión en caso de que modifiquen el puesto.

Los métodos y herramientas existentes ayudan a la caracterización pero, en ningún momento pueden sustituir el análisis de vigilancia de la salud y su responsabilidad en la toma de decisiones

Existen aproximaciones desde herramientas destinadas a tratar la discapacidad, como el ErgoDis/IBV del Instituto de Biomecánica de Valencia (Anexo VII), también profesio-gramas de los puestos de trabajo que son una referencia significativa, pero en ningún caso podemos descuidar que la ergonomía debe adaptar el puesto al trabajador y por tanto es distinta con los trabajadores especialmente sensibles.

Hay métodos que incluyen adaptaciones por determinadas sensibilidades, pero no se debe eliminar el trato individualizado del caso.

Carga metabólica

Para su evaluación se recomienda el uso de la NTP-323. (Anexo III)

Ambiental

- Confort térmico: Se utilizará el cuestionario proveniente de la norma UNE-EN-ISO 15265:2004 y que se encuentra en el anexo III.
- Confort acústico: No se dispone de método, por lo que deberá consultarse el nivel III de este procedimiento.
- Confort lumínico: Se utilizará el documento del INSHT titulado “Evaluación y acondicionamiento de la iluminación en el puesto de trabajo”: Cuestionario de evaluación subjetiva
- Calidad de aire interior: NTP-290 (Anexo III).

■ 3.3 Nivel III

Pretende una evaluación cuantitativa del riesgo en situaciones complejas (por ejemplo, trabajadores sensibles, manipulaciones de cargas complejas, tareas repetitivas en las que se desee considerar la acumulación de exposición durante la jornada laboral, situaciones que requieran la aplicación de técnicas instrumentales, etc.) que no pueden ser abordadas con la suficiente precisión con los métodos de evaluación propuestos en el Nivel I y II, siendo solamente utilizadas por Técnicos de nivel superior en Prevención de Riesgos Laborales.

Manipulación manual de cargas

- Para analizar tareas de manipulación manual de cargas con una elevada variabilidad en las condiciones de manipulación (por ejemplo, un puesto de tirador de pedidos), se recomienda utilizar alguno de los siguientes métodos de evaluación:
 - Procedimiento incluido en la publicación 'Evaluación de riesgos laborales en tareas de manipulación manual de cargas con elevada variabilidad en las condiciones de manipulación' editada por el Centro en Red para la Innovación en Prevención de Riesgos Laborales, la Conselleria de Economía Hacienda y Empleo y el Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV, 2004).
 - Índice de Levantamiento Variable (ILV), un procedimiento desarrollado por los mismos autores de la ecuación NIOSH junto con otros autores del centro EPM de Milán y de la Universidad Politécnica de Cataluña (Waters, et al, 2009; Colombini, et al, 2009; Álvarez-Casado, et al, 2009).
- Se desaconseja la manipulación manual de cargas sobre el hombro o la espalda.
- Se desaconseja la manipulación manual de cargas en rampas o escaleras de mano.

Postura

- Para la evaluación de posturas de los miembros inferiores se aconseja el uso de la norma EN 1005-4 (Anexo V) o ISO 11226 (Anexo VIII).

Repetitividad

- Se recomienda utilizar la norma UNE-EN 1005-5 (Anexo V).
- También, puede utilizarse el módulo de tareas repetitivas del método Ergo/IBV (Anexo VI)

Fuerzas aplicadas

- Norma UNE-EN-1005-3 (Anexo V)

Empujes y arrastres

- Se utilizará la norma ISO 11228-2 (Anexo IX).

Carga metabólica

- Se utilizará la NTP-295 (Anexo X).
- Nivel 3, de la norma UNE-EN-ISO 8996 (Frecuencia cardiaca).

Trabajadores especialmente sensibles

- Trabajadores que padecen limitaciones funcionales:

Se utilizarán los métodos recomendados, tanto de nivel I, como II o III, aplicándole los factores de reducción que aparecen en la tabla siguiente.

Condición del puesto de trabajo	Método	Criterio
Manipulación Manual de cargas	Norma: UNE-EN-1005-2	Constante de carga = 15 kg.
Transporte	Norma: ISO 11228-1	Aplicar factor de corrección 0,6 a los límites establecidos
Empuje y arrastre	Norma: ISO 11228-2	$mr < 0,85$
Esfuerzos	Norma: UNE-EN-1005-3	$mr \leq 0,3$
Posturas	REBA	Nivel de acción ≤ 1
Repetitividad	Norma: UNE-EN-1005-5	Índice OCRA $\leq 2,2$

También puede utilizarse un método específico desarrollado por la Universidad de Ohio (Ferguson, et al, 2005) para el análisis de tareas de levantamiento manual de cargas realizadas por trabajadores que han padecido una lesión lumbar.

Dada la limitación de los métodos de evaluación y las especiales características de las personas expuestas, en estos casos, tras la realización de la reevaluación del puesto de trabajo siguiendo los criterios anteriores, deberá realizarse vigilancia de la salud con una periodicidad menor a la recomendada en los protocolos que para este efecto existen para comprobar si las nuevas condiciones siguen afectando al trabajador para, en este caso, tomar la decisión correspondiente entre el Médico del Trabajo y el especialista en Ergonomía.

- **Trabajadores mayores**

Se debe entender por trabajador mayor a aquellos que superen los 50 años. Para estos casos se recomienda realizar una gestión más exhaustiva de sus condiciones de trabajo y estado de salud.

■ **Trabajadores menores**

- *Manipulación manual de cargas:* Se recomienda seguir los criterios de la Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la manipulación manual de cargas publicada por el INSHT y la norma UNE-EN 1005-2 (Anexo V), que establece la constante de carga en 15 kilogramos.
- *Postura y repetitividad:* Se considerará aceptable un nivel 1 de REBA.
- *Esfuerzos:* Aplicar un factor multiplicador de 0.6 a los límites establecidos en la norma UNE-EN 1005-3 (Anexo V).

■ **Trabajadoras embarazadas**

Se recomienda utilizar el método ErgoMater (Anexo XI).

Ambiental:

- **Confort acústico;** Se recomienda utilizar el método RC-Marck II, NTP-795 (Anexo XIII)
- **Confort térmico:** Se recomienda utilizar la Norma UNE-EN-ISO 7730:2006 y 13732 para contacto con superficies, que se encuentran resumidas en la NTP-779 (Anexo XIV).
- **Confort lumínico.** Se recomienda utilizar la Norma UNE-EN 12464-1 y el anexo IV de la Guía sobre Puestos de trabajo (Anexo XV).
- **Calidad de aire interior** Se recomienda utilizar la NTP-431 y la norma UNE-171330-2:2009.

Instrumental:

- Para la evaluación de tareas repetitivas, si se desea tener en cuenta la acumulación de la exposición durante la jornada, puede utilizarse el módulo de repetitividad del método Ergo-IBV.
- Si se requiere realizar una evaluación precisa para posturas y repetitividades en el segmento mano muñeca, deberá utilizarse un goniómetro.
- Para la realización de una evaluación precisa de repetitividad en el segmento brazo, tronco, cuello, deberá utilizarse un inclinómetro.
- Si se necesita calcular el nivel de esfuerzo de forma precisa en el miembro superior para aplicar el módulo de repetitividad del método Ergo-IBV, deberá utilizarse electromiografía.
- Para la medición de fuerzas de empuje o arrastre requeridos por la norma 1005-3 y la ISO 11228-2, se utilizarán dinamómetros.
- Las células de carga y los sensores de presión no tienen aplicación en el ámbito práctico.
- Si se desean analizar niveles de fatiga, utilizar frecuencímetros, utilizando los criterios de la NTP-295 del INSHT.

- El antropómetro se utiliza para el diseño de puestos de trabajo así como para el diagnóstico de situaciones incorrectas.
- Para la evaluación de las condiciones de temperatura y humedad, deberá aplicarse la norma ISO-7730 y 7243.

Para finalizar, el trabajo a lo largo de estos años del grupo de expertos en ergonomía se concreta a continuación definiéndose para cada uno de los propósitos de estudio, identificación, valoración y cuantificación correspondientes a los tres niveles descritos los criterios respectivos de identificación del riesgo obtenidos de los métodos establecidos, los métodos de evaluación recomendados y los sistemas de cuantificación o métodos de aplicación especializada, resumiéndose estos en una tabla que puede consultarse en el anexo XII

Tenemos el convencimiento de que la ergonomía sigue avanzando y pronto dispondremos de mejores métodos, por lo que puede ser conveniente comprobar en la web del INVASSAT la última actualización de esta publicación y, por supuesto el lector no debe dudar en enviarnos sus sugerencias para mejorar o actualizar la tabla de caracterización de las condiciones de puestos de trabajo.

■ 4. BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA

- Álvarez-Casado, E. Hernández-Soto, A y Tello, S, (2010). Manual para la evaluación de riesgos para la prevención de Trastornos Musculoesqueléticos. Editorial Factors Humans. Barcelona.
- Ankrum, D. R. (2000), on the confusion between static load level and static task. *Applied Ergonomics*, 31, 545-546
- Ankrum, D. R. (2000) Questions to ask when interpreting surface electromyography (SEMG) research. HFES 2000 congress.
- Armstrong, T. J. Snook, S. H. (1995), *Control of Work-Related Cumulative Trauma Disorders*. ANSI Z-365. National Safety Council.
- Borg, G. (1982). *Psychophysical bases of perceived exertion*. *Med. Sci. Sports Exercise*, 14 (5): 377-381.
- Castillo J. J. y Villena, J. *Ergonomía: Conceptos y Métodos*. Editorial Complutense.
- Colombini, D.; Occhipinti, E., Álvarez, E.; Hernández, A.; Waters, T. (2009). *Procedures for collecting and organizing data useful for the analysis of variable lifting tasks and for computing the VLI*. Proceedings of the 17th IEA Triennial Congress, August 9-14, 2009, Beijing, China.
- Ferguson, S.A.; Marras, W.S.; Burr, D. (2005). *Workplace design guidelines for asymptomatic vs. low-back-injured workers*. *Applied Ergonomics*, 36(1): 85-95.
- González, D. *Ergonomía y psicología* Editorial FC Editorial.
- Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la Manipulación Manual de Cargas, (2000) Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Hignett, S. McAtamney, L. (2000), Rapid Entire Body Assessment, *Applied Ergonomics*, 31, 201-205.
- IBV (1999). ErgoDis/IBV. Método de adaptación ergonómica de puestos de trabajo para personas con discapacidad. Manual de uso. [Tortosa, L.; Ferreras, A.; García-Molina, C.; Chirivella, C.; Page, A.] Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV), Valencia.
- IBV (2000). ERGO-IBV. Evaluación de riesgos laborales asociados a la carga física. [García-Molina C., Chirivella C., Page A., Tortosa L., Ferreras A., Moraga R., Jorquera J.] Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV), Valencia.
- IBV (2004). ErgoMater/IBV. Requisitos ergonómicos para la protección de la maternidad en tareas con carga física. [Tortosa, L., García-Molina, C., Page, A., Cano, A., Sendra, J.M., Aguilar, E., Ballester, R., Prada, P.]. Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV), Valencia.
- IBV (2004). Evaluación de riesgos laborales en tareas de manipulación manual de cargas con elevada variabilidad en las condiciones de manipulación. [Piedrabuena A., García-Molina C., Castelló P., Genovés J., Gutiérrez J., Parra F., Ramiro J., Sánchez-Lacuesta J.] Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV), Valencia.
- ISO 11228-1 (2003). Ergonomics -- Manual handling -- Part 1: Lifting and carrying. International Organisation for Standardization (ISO), Geneva.
- ISO 11228-2 (2007). Ergonomics -- Manual handling -- Part 2: Pushing and pulling. International Organisation for Standardization (ISO), Geneva.
- ISO 7243. (1989), Hot environments. Estimation of the heat stress on working man, based on the WBGT index (Wet bulb globe temperatures).
- ISO 7730. (1984 y revisión 1992) Ambiances thermiques moderes. Determination des indices PMV et PPD et specification des conditions de confort thermique.
- ISO-11226 (2000) Ergonomics - Evaluation of static working postures. International Organisation for Standardization (ISO), Geneva.
- Las siguientes Notas Técnicas de Prevención del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene:
 - NTP N° 134, 226, 232, 241, 242, 387 Ergonomía

- ❑ NTP N° 176: Perfiles de puestos. métodos de análisis
- ❑ NTP N° 177, 295, 413, 601 Evaluación carga física en el trabajo
- ❑ NTP N° 182: Encuesta de autoevaluación de las condiciones de trabajo.
- ❑ NTP N° 348, 366, 367, 416 Envejecimiento y trabajo
- ❑ NTP N° 413 :Embarazo y carga de trabajo
- ❑ NTP N° 452, 601, 622 Evaluación posturas de trabajo
- ❑ NTP N° 501: Inconfort térmico
- ❑ NTP N° 629: Evaluación movimientos repetitivos
- Revista N° 30-2004 del INSHT
- Lehmann G. Fisiología práctica del trabajo. Editorial Aguilar
- Manual Handling Assessment Charts. www.hse.gov.uk/msd
- NETHERLANDS INSTITUTE FOR THE WORKING ENVIRONMENT (NIA), (1996), *Instrument for assessing repetitive motions at work*.
- NIOSH (1994). Applications manual for the revised NIOSH lifting equation. DHSS (NIOSH) Publication No. 94-110. U.S. Department of Health and Human Services. National Institute for Occupational Safety and Health, Cincinnati, Ohio.
- NOGAREDA, S. (1997), Evaluación de las condiciones de trabajo: carga postural. *NTP-452*, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Nogareda, S. et al. *Ergonomía* 4ª Edición INSHT.
- Osborne D. J. Ergonomía en acción. Editorial Trillas
- Occhipinti, E.; Colombini, D. (2006). *A checklist for evaluating exposure to repetitive movements of the upper limbs based on the OCRA Index*. In: 'International Encyclopedia of Ergonomics and Human Factors', Second Edition - Volume 3. Edited by Karwowski W., CRC Press, pp:2535-2541.
- Protocolo de vigilancia sanitaria específica para la manipulación manual de cargas, (1999) Ministerio de Sanidad y Consumo.
- Protocolo de vigilancia sanitaria específica para movimientos repetidos del miembro superior, (2000) Ministerio de Sanidad y Consumo.
- Protocolo de vigilancia sanitaria específica para posturas forzadas, (2000) Ministerio de Sanidad y Consumo.
- UNE-EN 1005-2 (2004) + A1 (2009). Seguridad de las máquinas. Comportamiento físico del ser humano. Parte 2: Manejo de máquinas y de sus partes componentes. Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), Madrid.
- UNE-EN 1005-3 (2002) + A1 (2009). Seguridad de las máquinas. Comportamiento físico del ser humano. Parte 3: Límites de fuerza recomendados para la utilización de máquinas. Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), Madrid.
- UNE-EN 1005-4 (2005) + A1 (2009). Seguridad de las máquinas. Comportamiento físico del ser humano. Parte 4: Evaluación de las posturas y movimientos de trabajo en relación con las máquinas. Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), Madrid.
- UNE-EN 1005-5 (2007). Seguridad de las máquinas. Comportamiento físico del ser humano. Parte 5: Evaluación del riesgo por manipulación repetitiva de alta frecuencia. Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), Madrid.
- Waters, T.; Occhipinti, E.; Colombini, D.; Álvarez, E.; Hernández, A. (2009). *The Variable Lifting Index (VLI): A new method for evaluating variable lifting tasks using the revised NIOSH lifting equation*. Proceedings of the 17th IEA Triennial Congress, August 9-14, 2009, Beijing, China.

■ Anexo I. **CUESTIONARIO DE IDENTIFICACIÓN DE RIESGO**

CUESTIONARIO DE MOLESTIAS MUSCULOESQUELÉTICAS

ZONA CORPORAL		¿Durante el último año, ha tenido en el trabajo frecuentemente dolor, molestias o incomodidad en músculos, huesos o articulaciones? No deberán considerarse las molestias debidas a accidentes producidos fuera del trabajo.
1. Cuello	<input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> SÍ	
2. Hombros y brazos	<input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> SÍ	
3. Antebrazos-muñecas-manos	<input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> SÍ	
4. Zona dorsal-lumbar de la espalda	<input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> SÍ	
5. Caderas-nalgas-muslos	<input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> SÍ	
6. Rodillas	<input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> SÍ	
7. Piernas-pies	<input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> SÍ	

Analizar con más detalle cuando más de un 25% de los trabajadores que realicen una misma tarea presenten molestias en una determinada zona corporal.

■ **Anexo II. FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS DEL NIVEL I**

■ **1. Manipulación manual de cargas:** En el caso que se manipulen cargas mayores de 3 kg o menores de 6, si se cumple alguna de las siguientes condiciones, deberá evaluarse siguiendo una técnica de nivel II.

Condicion del puesto de trabajo	Sí / No
La carga se manipula por encima de los hombros o por debajo de las rodillas.	
El agarre de la carga es malo	
El tronco se encuentra girado más de 60°.	
La frecuencia a la que se realiza la manipulación es mayor de 1/minuto y su duración es mayor de 2 horas.	
La carga manipulada es mayor de 5 kg en posición de sentado.	

■ **2. Postura:** Si la postura adoptada supera alguno de los límites establecidos en la tabla siguiente, deberá esta postura ser evaluada siguiendo una técnica del nivel II.

ZONA CORPORAL		Estática (a)	Movimientos	
			Baja frecuencia, < 2 / min	Alta frecuencia, ≥ 2 / min
Tronco	Flexión	< 20°	< 60°	< 20°
	D. lateral	< 10°	< 10°	< 10°
	Giro	<10°	< 10°	< 10°
Brazo	Flexión	< 20°	< 60°	< 20°
	Extensión	Nivel II	Nivel II	Nivel II
	Abducción	< 20°	< 60°	< 20°
	Adducción	Nivel II	Nivel II	Nivel II
Cuello	D. lateral	< 10° (b)	< 10° (b)	< 10° (b)
	Giro	< 45°	< 45°	< 45°
	Flexión	< 40°	< 40°	< 40°
	Extensión	Nivel II	Nivel II	Nivel II
Muñeca	Flexión	Postura neutra	Próxima rango extremo	Postura neutra
	Extensión	Postura neutra	Próxima rango extremo	Postura neutra
	Desviación (radial / cubital)	Postura neutra	Próxima rango extremo	Postura neutra
	Giro (pronación / supinación)	Postura neutra	Próxima rango extremo	Postura neutra
Rodilla	De pie con apoyo en dos pies	< 30° (c)	< 60° (d)	< 30° (c)
Pie	Flexo extensión	Postura neutra	Próximo rango extremo	Postura neutra

Notas:

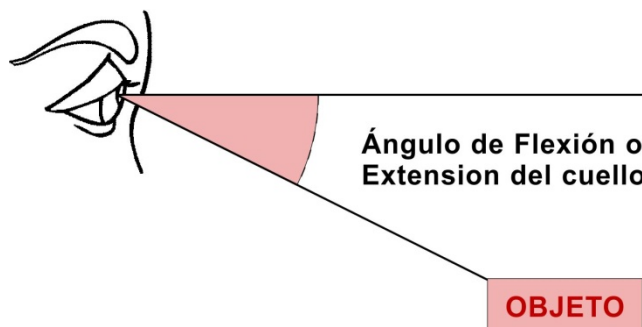
(a) Más de 1 minuto.

(b) La situación es claramente visible.

(c) Ligeramente flexionadas.

(d) Ampliamente flexionadas.

■ Para determinar el ángulo de flexión o extensión del cuello se utilizará el referente al ángulo visual. Este consistirá en trazar un triángulo formado por una línea que, partiendo de los ojos se dirige al objeto a visio-
nar; la horizontal que parte de los ojos y la vertical que parte del objeto, tal como puede observarse en la figura:



■ **3. Repetitividad**

CUESTIONARIO	Sí / No
La tarea se caracteriza por ciclos de trabajo (caso que la respuesta sea afirmativa, deberá seguirse con el cuestionario u si alguna respuesta es afirmativa se procederá a la evaluación mediante una técnica de nivel II)	
Se realiza fuerza significativa (criterio de norma UNE-EN-1005-3)	
Se adoptan posturas con brazo superan los 20° de flexión	
La postura adoptada con el codo supera los 60 grados de flexión.	
La postura adoptada con la muñeca supera los 45° de flexión o extensión	
El agarre es superior a 1/3 del ciclo	
El tiempo de ciclo es inferior a 30 segundos.	
Las mismas clases de acción técnica se repiten durante más de un 50% del tiempo de ciclo.	
La frecuencia de acciones técnicas para cada miembro superior es mayor de 40 por minuto.	
Presencia de algún factor adicional (Vibraciones mano/brazo, golpes, compresión localizada sobre estructuras anatómicas por herramientas, exposición al frío, empleo de guantes inadecuados.	

■ **4. Esfuerzos:** Si se supera alguno de los límites de la tabla siguiente se procederá a la evaluación mediante una técnica de nivel II.

ACTIVIDAD	Máximo F _R en Newton en ámbito profesional
Trabajo con una mano: asir con toda la mano	125,0
Trabajo con el brazo en posición sentada:	
<input type="checkbox"/> Hacia arriba	25,0
<input type="checkbox"/> Hacia abajo	37,5
<input type="checkbox"/> Hacia fuera	22,5
<input type="checkbox"/> Hacia dentro	37,5
<input type="checkbox"/> Empujando	
<input type="checkbox"/> Con apoyo del tronco	137,5
<input type="checkbox"/> Sin apoyo del tronco.....	31,0
<input type="checkbox"/> Tirando	
<input type="checkbox"/> Con apoyo del tronco	112,5
<input type="checkbox"/> Sin apoyo del tronco.....	22,5
Trabajo con el cuerpo completo de pie:	
<input type="checkbox"/> Empujando	100,0
<input type="checkbox"/> Tirando	72,5
Trabajando con el pie, en posición de pie, con apoyo del tronco:	
<input type="checkbox"/> Acción del tobillo	125,0
<input type="checkbox"/> Acción de la pierna.....	137,5
Para: Duración máxima de 1 hora - 1 acción cada 5 minutos - Duración de la acción máxima de 3 segundos - Inmovilidad	

- **5. Transportes:** Se establecen los siguientes límites en función de la distancia y el número de kg transportados por minuto, no superando nunca el transporte de 25 kg por cada transporte ni la frecuencia de 15 transportes por minuto.

CUESTIONARIO	SI / NO
Se transportan cargas mayores de 25 kg	
Se transportan cargas a una frecuencia superior a 15/minuto	
Se transportan cargas a 20 m, transportando más de 15 kg por minuto.	
Se transportan cargas a 10 m, transportando más de 30 kg por minuto.	
Se transportan cargas a 4 m, transportando más de 60 kg por minuto	
Se transportan cargas a 2 m, transportando más de 75 kg por minuto	
Se transportan cargas a 1 m, transportando más de 120 kg por minuto	

- **6. Empujes y arrastres:** Si se responde afirmativamente a alguna de las siguientes cuestiones, se evaluará siguiendo una técnica del nivel II.

CUESTIONARIO	SI / NO
El empuje y/o arrastre manual de cargas se realiza solo con las extremidades superiores (esfuerzo), sin movimiento de piernas y el peso de las cargas es menor de 25 Kg	
La fuerza requerida en el empuje y/o tracción es menor de moderada (en la escala de Börg menor de 3)	
Alguna de las siguientes condiciones se cumplen durante el empuje y/o tracción: <ul style="list-style-type: none"> ■ Peso total de la carga menor de 250 Kg. ■ Fuerza inicial de empuje y/o tracción menor de 10 Kg. ■ Fuerza sostenida de empuje y/o tracción menor de 3 Kg. 	

■ **7. Trabajadores especialmente sensibles:** En la siguiente tabla se señalan aquellos aspectos que podrían ser incompatibles entre los trabajadores especialmente sensibles y las condiciones de trabajo. Caso que se diera este caso, dicha situación deberá ser evaluada mediante una técnica de nivel II.

Condición de trabajo	Cuello	Espalda	M superior	M inferior	Cardio-respirat.	Visión	Audición
Posición de pie		X		X			
Posición sentado		X		X			
Andar		X		X	X		
Subir (peldaños, rampas)		X		X	X		
Trepar	X	X	X	X	X		
Coordinar movimientos	X		X	X			
Fuerza estando quieto		X	X		X		
Fuerza desplazándose		X	X	X	X		
Movilidad del cuello	X		X				
Movilidad del tronco		X	X				
Flexión de rodillas				X			
Movilidad de hombros			X				
Movilidad codos			X				
Movilidad manos			X				
Movilidad dedos			X				
Pisar estando sentado		X		X			
Pisar estando de pie		X		X			
Visión cercana						X	
Visión lejana						X	
Visión de los colores						X	
Audición							X
Localizar sonidos							X
Vibraciones		X	X				

■ **8. Carga metabólica:** si el trabajador realiza alguna de las siguientes tareas, deberá evaluarse mediante una técnica de nivel II.

CUESTIONARIO	Sí / No
Trabajo sostenido con manos y brazos (clavar clavos limar).	
Trabajos con brazos y piernas (conducción de camiones, tractores o máquinas de obras públicas).	
Trabajo con tronco y brazos (martillos neumáticos, acoplamiento de aperos al tractor, enyesado, manejo intermitente de pesos moderados, escarzar, usar la azada, recoger frutas y verduras, tirar o empujar carretillas ligeras, caminar a una velocidad de 2.5 km/h hasta 5.5 km/h, trabajos de forja).	
Trabajo intenso con brazos y tronco	
Transporte de materiales pesados.	
Palear.	
Empleo de macho o maza.	
Empleo de sierra.	
Cepillado o escopleado de madera dura	
Corte de hierba o cavado manual	
Caminar a una velocidad de 5.5 km/h hasta 7 km/h	
Empujar o tirar de carretillas o carros de mano muy cargados	
Desbarbado de fundición	
Colocación de bloques de hormigón	
Actividad muy intensa a ritmo de rápido a máximo	
Trabajo con hacha	
Cavado o paleado intenso	
Subir escaleras, rampas o escaleras	
Caminar rápidamente a pequeños pasos	
Correr	
Caminar a una velocidad superior a 7km/h	

■ **9. Ergonomía ambiental:**

9.1. Confort térmico: Los resultados del cuestionario son los siguientes:

- ¿Qué siente usted en este momento? (Marcar la casilla apropiada).**
Tengo... (la escala se puntúa de -4 a +4):
 - 4 Frío excesivo.
 - 3 Mucho frío.
 - 2 Frío.
 - 1 Algo de frío.
 - 0 Ni frío ni calor.
 - +1 Algo de calor.
 - +2 Calor.
 - +3 Mucho calor.
 - +4 Calor excesivo.

- Se encuentra usted...** (la escala se puntúa de 0 a 4).
 - 0 Cómodo.
 - 1 Algo incómodo.
 - 2 Incómodo.
 - 3 Muy incómodo.
 - 4 Extremadamente incómodo.

- En este momento preferiría tener...** (la escala se puntúa de -3 a +3):
 - 3 Mucho más frío.
 - 2 Más frío.
 - 1 Un poco más de frío.
 - 0 Ni más frío ni más calor.
 - +1 Un poco más de calor.
 - +2 Más calor.
 - +3 Mucho más calor.

- Teniendo en cuenta únicamente sus preferencias personales, ¿aceptaría usted este ambiente térmico en lugar de rechazarlo?**
 - Sí.
 - No.

- En su opinión este ambiente térmico es...** (la escala se puntúa de 0 a 4):
 - 0 Perfectamente soportable.
 - 1 Un poco difícil de soportar.
 - 2 Bastante difícil de soportar.
 - 3 Muy difícil de soportar.
 - 4 Insoportable.

Los resultados obtenidos mediante este cuestionario deben ser evaluados mediante pruebas estadísticas, siendo diferentes según el tipo de escala utilizado.

Los estadísticos pertinentes para las escalas de percepción, evaluación afectiva, de preferencia y de tolerabilidad son las siguientes:

- Para la tendencia central: Mediana.
- Para la amplitud: La amplitud semi-intercuartil.
- Para la asociación: Coeficientes de correlación de rango (rho de Spearman, tau de Kendall) o el coeficiente de concordancia (W de Kendall).
- Pruebas de hipótesis nula: Prueba del signo, la prueba de la mediana o ciertos tipos de análisis de varianza).

Los estadísticos pertinentes para la escala de aceptabilidad son las siguientes:

- Para la tendencia central: la moda.
- Para la dispersión: la entropía de la distribución.
- Para la asociación de la probabilidad: coeficiente de asociación o de contingencia.
- Pruebas de hipótesis: Prueba binomial o prueba de Chi cuadrado.

CUESTIONES	Tendencia central	Dispersion	Asociacion	Pruebas de hipotesis
¿Qué siente usted en este momento?				
Se encuentra usted				
En este momento preferiría tener				
¿Acepta usted este ambiente térmico en lugar de rechazarlo?				
Este ambiente térmico es				

9.2. Confort acústico:

Este cuestionario no contiene preguntas directas para los trabajadores sino proposiciones para el técnico quien, antes de pronunciarse sobre ellas, tendrá que recabar los datos que considere necesarios y, en base a ellos, responder según su propio juicio.

Es importante que el técnico lea detenida y literalmente todas las preguntas que le indicarán en qué aspectos se tiene que fijar. Cualquier aclaración o comentario podrá anotarlo en el espacio reservado para ello.

9.2.1 Identificación del puesto

Empresa

Área

Puesto

Nº de puestos similares

Existen quejas previas de los trabajadores por el ruido

Otros datos

NOTA: En el cuestionario, las situaciones incorrectas se indican mediante un doble recuadro:

9.2.1.1. Características de las tareas realizadas

(marque las casillas correspondientes)

Descripción de las tareas:

.....
.....

- El trabajo desarrollado implica altos niveles de atención
- El trabajo desarrollado requiere tareas mentales o manuales de alta complejidad
- El desarrollo habitual de la tarea exige una elevada discriminación auditiva

9.2.1.2 Fuentes del ruido (marque las casillas correspondientes)

- El ruido es producido por la tarea que realiza el propio trabajador
- El ruido es producido por fuentes ajenas al trabajador

En caso afirmativo, rellene los apartados siguientes

- **Ruido exterior:** ¿Es importante el ruido procedente del exterior?
(calle, tráfico, etc.)

SÍ NO

En caso afirmativo, pregunte al trabajador en qué momento de la jornada le resulta más molesto

.....

- **Ruido de personas:** ¿Hay ruido molesto procedente de personas?
(conversaciones entre compañeros, público, etc.)

SÍ NO

Especificar en caso afirmativo

.....

■ **Ruido de las instalaciones:**

– ¿Existe un sistema de ventilación/climatización ruidoso?

SÍ NO

– ¿Existe reverberación en la sala que interfiera en la tarea?

SÍ NO

Especificar en caso afirmativo

(localización de las instalaciones, tiempo de funcionamiento, etc.)

.....

■ **Ruido de los equipos de trabajo:**

– ¿El puesto de trabajo está próximo a un proceso productivo ruidoso?

SÍ NO

– ¿Existen equipos ruidosos para el desarrollo de la tarea?

(impresoras, ordenadores, teléfonos, etc.)

SÍ NO

Especificar en caso afirmativo

(localización de los equipos, tiempo de funcionamiento, etc.)

.....

Comentarios sobre las fuentes de ruido

.....

.....

■ **Mantenimiento de equipos-instalaciones:** Ausencia de un programa correcto de mantenimiento periódico de equipos e instalaciones:

SÍ NO

Comentarios:

.....

.....

.....

■ **Características del ruido:**

(marque las casillas correspondientes)

El nivel de ruido es constante y continuo en el tiempo

El nivel de ruido sufre grandes variaciones a lo largo de la jornada

- Existe habitualmente ruido de impactos (golpes)
- Hay ruido aleatorio e inesperado en algún momento de la jornada que puede sobresaltar al trabajador
- Existen ruidos de varios tipos combinados habitualmente
- Existe algún tono o frecuencia del ruido predominante

Comentarios

.....
.....

■ **Molestias:**

(recoger la opinión del trabajador)

Al trabajador le molesta el ruido en su puesto de trabajo

(marque la casilla correspondiente)

- Mucho* – Bastante* – Regular* – Poco* – Nada

* En caso afirmativo conteste a las dos preguntas siguientes:

- Cuánto tiempo, a lo largo de su jornada laboral, el trabajador considera que el ruido es más molesto (marque con ^ la casilla correspondiente)

- Siempre
- Más de media jornada
- Entre la media y la cuarta parte de la jornada
- Menos de la cuarta parte de la jornada
- Nunca

Precise en qué momento y tareas de la jornada laboral

.....

- Señale las fuentes de ruido que le resulten más molestas al trabajador. En primer lugar ponga la que considere más molesta asignándole el número 1 a continuación la siguiente con el número 2 y así sucesivamente. No anote nada si el trabajador no siente ninguna molestia relacionada con alguna de estas fuentes.

- Ruido exterior
- Ruido procedente de personas
- Ruido de las instalaciones
- Ruido de equipos de trabajo

Comentarios

.....
.....

(1) Se recomienda un análisis y valoración de las molestias mediante índices acústicos.

■ **Perturbación de la concentración mental:**

(recoger la opinión del trabajador)

- ¿El ruido existente constituye un factor de distracción importante en el desarrollo de las tareas?

- Mucho
- Bastante
- Regular
- Poco
- Nada

- El ruido le dificulta la concentración mental requerida en las tareas

- Mucho*
- Bastante*
- Regular*
- Poco*
- Nada

Comentarios

.....
.....

■ **Interferencia en la comunicación verbal**⁽²⁾

(recoger la opinión del trabajador)

- ¿Es necesario elevar el tono de voz para hacerse entender en el desarrollo de su trabajo?

- Mucho
- Bastante
- Regular
- Poco
- Nada

- ¿Es necesario forzar la atención por parte del receptor a la distancia habitual de trabajo para que resulte inteligible una conversación mantenida con un tono de voz cómodo para el emisor?
 - Mucho
 - Bastante
 - Regular
 - Poco
 - Nada

- ¿Los niveles de ruido impiden escuchar señales acústicas relevantes o entender mensajes por megafonía?
 - Mucho
 - Bastante
 - Regular
 - Poco
 - Nada

Comentarios

.....

.....

⁽²⁾ Se recomienda el análisis y valoración del efecto del ruido sobre la comunicación mediante el método SIL (Speech Interference Level) UNE-EN ISO 9921:2004.

9.3. Confort lumínico: documento del INSHT titulado “Evaluación y acondicionamiento de la iluminación en el puesto de trabajo”: Cuestionario de evaluación subjetiva

9.3.1. Instrucciones para la cumplimentación

A continuación le presentamos un cuestionario con el que pretendemos recoger su opinión sobre condiciones de iluminación en su puesto de trabajo.

Para rellenarlo lea detenidamente cada pregunta y todas las alternativas de respuesta. Marque con una cruz, o indique la opción u opciones que usted considere, en la casilla correspondiente.

Por favor, responda a todas las preguntas y tenga en cuenta que algunas preguntas pueden tener varias respuestas.

- Considera usted que la iluminación de su puesto de trabajo es:
 - Adecuada
 - Algo molesta
 - Molesta
 - Muy molesta

- Si usted pudiera regular la iluminación para estar más cómodo, preferiría tener:
 - Más luz
 - Sin cambio
 - Menos luz

- Señale con cual de las siguientes afirmaciones está de acuerdo:
 - Tengo que forzar la vista para poder realizar mi trabajo
 - En mi puesto de trabajo, la luz es excesiva
 - Las luces producen brillo o reflejos en algunos elementos de mi puesto de trabajo
 - La luz de algunas lámparas o ventanas me da directamente en los ojos
 - En mi puesto de trabajo hay muy poca luz
 - En mi puesto de trabajo tengo dificultades para ver bien los colores
 - En las superficies de trabajo de mi puesto hay algunas sombras molestas
 - Necesitaría más luz para poder realizar mi trabajo más cómodamente
 - En algunas superficies, instrumentos, etc., de mi puesto de trabajo hay reflejos
 - Cuando miro a las lámparas, me molestan
 - En mi puesto de trabajo hay algunas luces que parpadean

- Señale si durante o después de la jornada laboral nota alguno de los síntomas siguientes:
 - Fatiga en los ojos
 - Visión borrosa
 - Sensación de tener un velo delante de los ojos
 - Vista cansada
 - Picor en los ojos
 - Pesadez en los párpados

9.4. Calidad de aire interior

9.4.1 NTP 380: El síndrome del edificio enfermo: cuestionario simplificado

Redactores:

- M^a Dolores Solé Gómez Especialista en Medicina del Trabajo.
- Joaquín Pérez Nicolás Diplomado en Enfermería

Del Centro Nacional de Condiciones De Trabajo

Justificación

El INSHT, a partir de las recomendaciones de la Comisión de las Comunidades Europeas, estableció una metodología de evaluación del Síndrome del Edificio Enfermo (SEE) que se desarrolla en cuatro fases:

- Investigación inicial: recogida de información acerca del edificio y de sus ocupantes.
- Medidas de inspección y guía: comparación del uso y funcionamiento actual del edificio con el diseño y la función de la planta original; ejecución de acciones correctoras puntuales.
- Medidas de ventilación, indicadores de clima y otros factores implicados: análisis completo del sistema de ventilación y de ventilación/climatización del edificio, de la calidad del aire interior y de otros factores relacionados.
- Examen médico e investigaciones asociadas.

Por lo común y centrándonos en la investigación inicial, la obtención de los datos a partir de los ocupantes se hace mediante cuestionarios. Estos se diseñan de forma que permitan al grupo investigador diagnosticar la existencia del SEE ; evaluar la importancia del problema y su distribución en el edificio e identificar las posibles causas (La NTP-290 «El síndrome del edificio enfermo: cuestionario para su detección» puede ser un ejemplo de los mismos).

Ahora bien, en la práctica, el tiempo que se necesita para su realización y tratamiento es demasiado alto si tan sólo pretendemos contestar a la pregunta ¿Existe el síndrome del edificio enfermo? o ¿Hemos solucionado el problema?

Mediante la presente nota técnica proponemos un modelo de cuestionario simplificado figura 1 que permita identificar el citado síndrome (edificios en los que el 20% o más de sus ocupantes presentan uno o más de los síntomas característicos), comparar prevalencias o medias de síntomas antes y después de la aplicación de soluciones, antes y después del traslado de una plantilla a otro edificio/planta o la comparación de varios edificios.

Propuesta de cuestionario sobre la calidad del aire en espacios interiores (Anverso)

CUESTIONARIO SOBRE LA CALIDAD DEL AIRE EN ESPACIOS INTERIORES

(Estrictamente confidencial)

Se está llevando a cabo un estudio para tratar de mejorar las Condiciones de Trabajo en el edificio en el que Vd desarrolla su actividad laboral. Para ello necesitamos que responda a este cuestionario. No es necesario que se identifique, ni que firme, ya que es totalmente anónimo.

Si lo desea, puede adjuntar hojas adicionales para hacer comentarios más extensos o aportar más información.

Gracias por su colaboración.

INFORMACIÓN GENERAL

Nº CUESTIONARIO

FECHA / /

EMPRESA _____

1. DEPARTAMENTO/SECCIÓN

2. PLANTA

3. EDAD AÑOS

4. SEXO

hombre

mujer

5. CATEGORÍA PROFESIONAL

6. ¿CUÁNTO TIEMPO HACE QUE TRABAJA EN EL MISMO EDIFICIO?

años

meses

7. ¿CUÁNTO TIEMPO HACE QUE TRABAJA EN EL MISMO LOCAL?

años

meses

8. HORAS DE PERMANENCIA EN EL EDIFICIO

9. ¿TRABAJA VD MÁS DE CUATRO HORAS CON VIDEOTERMINALES?

Sí

No

Propuesta de cuestionario sobre la calidad del aire en espacios interiores (Reverso)

Las siguientes preguntas se refieren a ciertos síntomas que Vd puede haber experimentado durante su trabajo en los últimos treinta días.

Importante: Por favor, anote Vd tan sólo aquellos síntomas o molestias que le hayan ocurrido en los últimos treinta días y que mejoren al abandonar el edificio donde trabaja (ya sea inmediatamente o después de algunas horas)

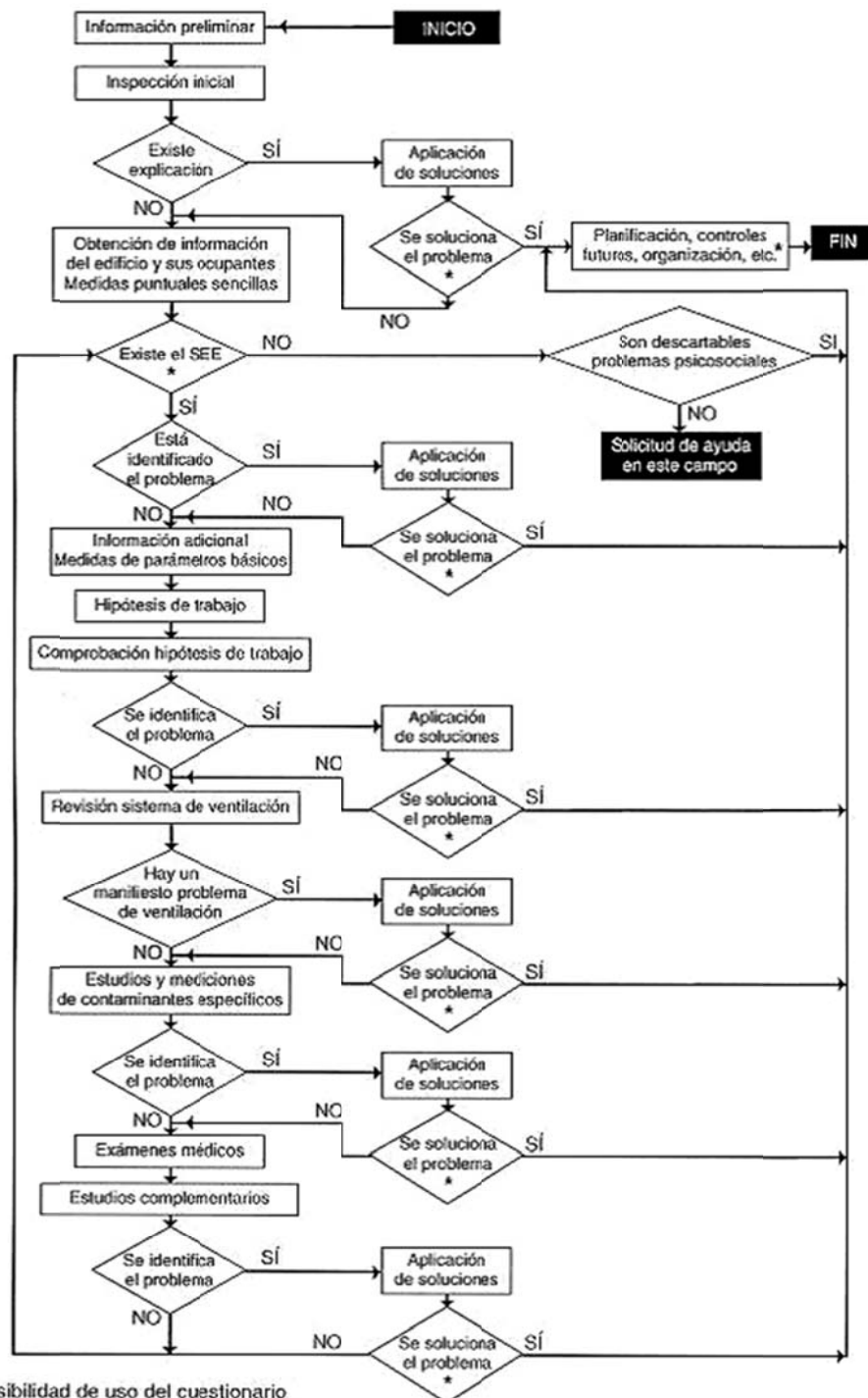
SÍNTOMAS	PRESENCIA	MEJORA AL ABANDONAR EL EDIFICIO	NÚMERO DE VECES EN LOS ÚLTIMOS TREINTA DÍAS
OJOS			
SEQUEDAD	SÍ NO	SÍ NO	0 ≤ 2 > 2
ESCOZOR/PICOR	SÍ NO	SÍ NO	0 ≤ 2 > 2
LAGRIMEO	SÍ NO	SÍ NO	0 ≤ 2 > 2
NARIZ			
NARIZ TAPADA	SÍ NO	SÍ NO	0 ≤ 2 > 2
SEQUEDAD	SÍ NO	SÍ NO	0 ≤ 2 > 2
GARGANTA			
SEQUEDAD	SÍ NO	SÍ NO	0 ≤ 2 > 2
PICOR/ESCOZOR	SÍ NO	SÍ NO	0 ≤ 2 > 2
GENERALES			
DOLOR DE CABEZA	SÍ NO	SÍ NO	0 ≤ 2 > 2
DEBILIDAD	SÍ NO	SÍ NO	0 ≤ 2 > 2
ALETARGAMIENTO	SÍ NO	SÍ NO	0 ≤ 2 > 2

Nº DE SÍNTOMAS POSITIVOS (a rellenar por el encuestador)

OBSERVACIONES: Consigne a continuación, si ha lugar, otros síntomas que crea relacionados con su permanencia en el edificio.

El cuestionario simplificado ha sido pues diseñado para contestar a las preguntas anteriormente citadas y permitir avanzar en el estudio, superando las etapas del diagrama de flujo de la investigación propuesto en la metodología de evaluación del INSHT y reflejado en el cuadro 1. No se trata de un cuestionario para la búsqueda etiológica o para la identificación individual de patologías específicas en los trabajadores.

Cuadro 1
Diagrama de flujo de la investigación programada de un edificio



Fuente: Berenguer, S. "El síndrome del edificio enfermo: metodología de evaluación"

Metodología

Es importante que el cuestionario sea anónimo, no dirigido y que se realice individualmente, sin la influencia de otros compañeros. Se exigirá que el encuestado lleve trabajando como mínimo un mes en el edificio. Para el diagnóstico del SEE, su aplicación no debería dilatarse en el tiempo tras el inicio de las quejas. En el resto de supuestos lo ideal sería repetir el cuestionario en la misma muestra de individuos.

Las fases de nuestra actuación, en lo concerniente a la recogida de información mediante el cuestionario, no difieren de las apuntadas en la NTP-290:

- Determinación del número de cuestionarios a rellenar: a toda la plantilla, si consta de 150 trabajadores o menos; a una muestra representativa de la misma en caso contrario. El tamaño muestral se determinará a partir de la fórmula consignada en el cuadro 2.

Cuadro 2
Número (n) de cuestionarios necesarios

Si $N =$ Plantilla total

$p =$ prevalencia de los síntomas

$z =$ puntuación correspondiente al nivel de confianza escogido

$d =$ error máximo de precisión permitido en la estimación de la muestra

Para $N \leq 150$ entonces $n = 150$

Para $N > 150$

Calcular $s = z^2 p (1 \times p) / d^2$

Si la fracción muestral $s/N \geq 0,05$ entonces $n = s$

Si la fracción muestral $s/N < 0,05$ entonces $n = s / \{1 + [(s/N) - 1]\}$

- Extracción al azar de los sujetos que han de contestar el cuestionario.
- Aplicación simultánea del cuestionario, evitando la discusión de las respuestas entre los participantes y salvaguardando el anonimato de los mismos.

Evaluación

La evaluación del mismo dependerá de nuestro objetivo.

Identificación/Descripción

Nuestra descripción se basará naturalmente en la prevalencia, entendida como proporción de personas que contestan afirmativamente tanto en la columna «Presencia» como en la columna «Mejora al abandonar el edificio».

La «gravedad», o «intensidad» del síntoma/síndrome la estimaremos a partir de la columna «Número de veces en los últimos treinta días» o de la media de síntomas presentados por persona.

Si tenemos la precaución de recoger una información mínima sobre las características personales y localización del encuestado (ver cuadro 3), podremos conocer, además de qué tipo de síntomas aquejan al personal, dónde son más prevalentes y quién los presenta.

Cuadro 3
Información suplementaria mínima

Nº Cuestionario
Fecha de realización
Departamento / Sección*
Planta
Edad (años)
Sexo
Ocupación*
Horas de permanencia en el edificio
Uso de videoterminales
Opción para el análisis: número de síntomas positivos
<i>* utilizar la clasificación propia de la empresa</i>

Comparación

Los supuestos ante los que nos podemos encontrar serían:

- Un mismo grupo en dos momentos distintos de su historia: antes y después de una intervención (muestras pareadas).
- Dos grupos independientes pertenecientes al mismo edificio o a edificios distintos (muestras independientes).

Las medidas a utilizar pueden ser las prevalencias de los síntomas, grupos de síntomas o frecuencia de aparición así como las medias de síntomas presentados en los grupos estudiados.

La aplicación de las pruebas estadísticas de contraste de hipótesis adecuadas nos ayudará a decidir si ha existido algún cambio (positivo o negativo) después de nuestra intervención en un edificio previamente diagnosticado como «enfermo» o priorizar nuestra actuación ya sea por secciones/departamentos dentro de un mismo edificio o por edificios. En el cuadro 4 hemos relacionado las pruebas estadísticas a las que podemos recurrir en los supuestos de actuación más frecuentes.

Cuadro 4
Pruebas estadísticas básicas

Tipo de variables	M. independientes	M. pareadas
Cualitativa	Prueba z de comparación de proporciones	Test de Mc Nemar
Cualitativa	χ^2 de Pearson	
Cualitativa (k=2)	t Student-Fisher Análisis de la varianza	t Student-Fisher Wilcoxon*
Cuantitativa	U de Mann-Whitney*	
Cualitativa (k=2)	Análisis de la varianza	Análisis de la varianza
Cuantitativa	Kruskal-Wallis*	Friedman*

k = categorías * = Pruebas no paramétricas

Ejemplo

Identificación/Descripción

En el cuadro 5 se consignan las prevalencias (en tanto por 1) global y por plantas encontradas en un edificio de tres plantas (A, B y C), con 100 trabajadores (A = 59; B = 20 y C = 21).

Cuadro 5:
Prevalencias de síntomas de todo el edificio, de cada una de las plantas y significación estadística

	Global	A	B	C	P
OJOS					
Sequedad	0,76	0,73	0,65	0,95	NS
Escozor/picor	0,74	0,73	0,70	0,95	NS
Lagrimo	0,73	0,69	0,55	1,00	< 0,05
NARIZ					
Congestión	0,77	0,69	0,75	1,00	< 0,05
Sequedad	0,68	0,64	0,55	0,90	< 0,05
GARGANTA					
Sequedad	0,77	0,75	0,60	1,00	< 0,05
Escozor/picor	0,61	0,62	0,55	0,67	NS
GENERALES					
Dolor de cabeza	0,74	0,71	0,75	0,81	NS
Debilidad	0,70	0,63	0,60	1,00	< 0,05
Aletargamiento	0,54	0,44	0,50	0,86	< 0,05

Diagnóstico

Todos los síntomas se presentan con una prevalencia superior al 20% (al 0.20 por uno). Si el diagnóstico lo hacemos cuando al menos uno de ellos rebasa dicha cantidad, es

evidente que estamos en presencia de un síndrome del edificio enfermo, presentándose el problema en las tres plantas.

La aplicación de la prueba χ^2 de Pearson para frecuencias observadas nos confirma lo que ya se intuye en la tabla: la planta C es la que se encuentra en peores condiciones.

Si realizamos el análisis tomando las plantas dos a dos, se demuestra la ausencia de diferencias estadísticamente significativas entre A y B y la presencia de una diferencia significativa entre «A y C» y «B y C». Así pues, en el caso de tener que priorizar nuestra actuación por importancia relativa del síndrome escogeríamos la planta C.

Podemos estimar la intensidad del síndrome a partir de la media de síntomas presentados en cada una de las plantas así como de la frecuencia de los mismos; en este caso dicho estudio nos muestra una media de 9 síntomas y una prevalencia de 0.75 de la variable «Número de veces en los últimos treinta días» en la planta C y de alrededor de 6 y 0.40 en las plantas A y B. Lo que reafirma nuestra hipótesis.

El estudio de los síntomas más prevalentes puede ayudarnos a establecer una hipótesis etiológica, que posteriormente debe ser confirmada por estudios más en profundidad.

Comparación

Después de un estudio pormenorizado de las posibles causas del síndrome, se establecieron como presuntos factores causales: la humedad (demasiado baja), la temperatura ambiental (muy alta) y la iluminación (demasiado intensa).

Se procedió a corregir dichos factores y, a los seis meses de dicha corrección, se volvió a pasar el cuestionario. Los resultados se consignan en el Cuadro 6.

Cuadro 6
Frecuencias absolutas de la presencia de síntomas en la planta C antes de la intervención, después de la intervención y significación estadística de la prueba de Mc Nemar

	Antes	Despues		p
	SI	SI	NO	
OJOS				
Sequedad	20	8	13	< 0,5
Escozor/picor	20	7	14	< 0,5
Lagrimeo	21	8	13	< 0,5
NARIZ				
Congestión	21	9	12	< 0,5
Sequedad	19	8	13	< 0,5
GARGANTA				
Sequedad	21	7	14	< 0,5
Escozor/picor	14	3	18	< 0,5
GENERALES				
Dolor de cabeza	17	10	11	< 0,5
Debilidad	21	8	13	< 0,5
Aletargamiento	18	7	14	< 0,5

La observación del número de respuestas afirmativas a cada uno de los síntomas del cuestionario, nos induce a pensar que ha habido una disminución sustancial de la prevalencia de los síntomas. Sin embargo, la situación de SEE persiste, ya que, salvo para el picor/escozor de garganta, las prevalencias superan el 20%.

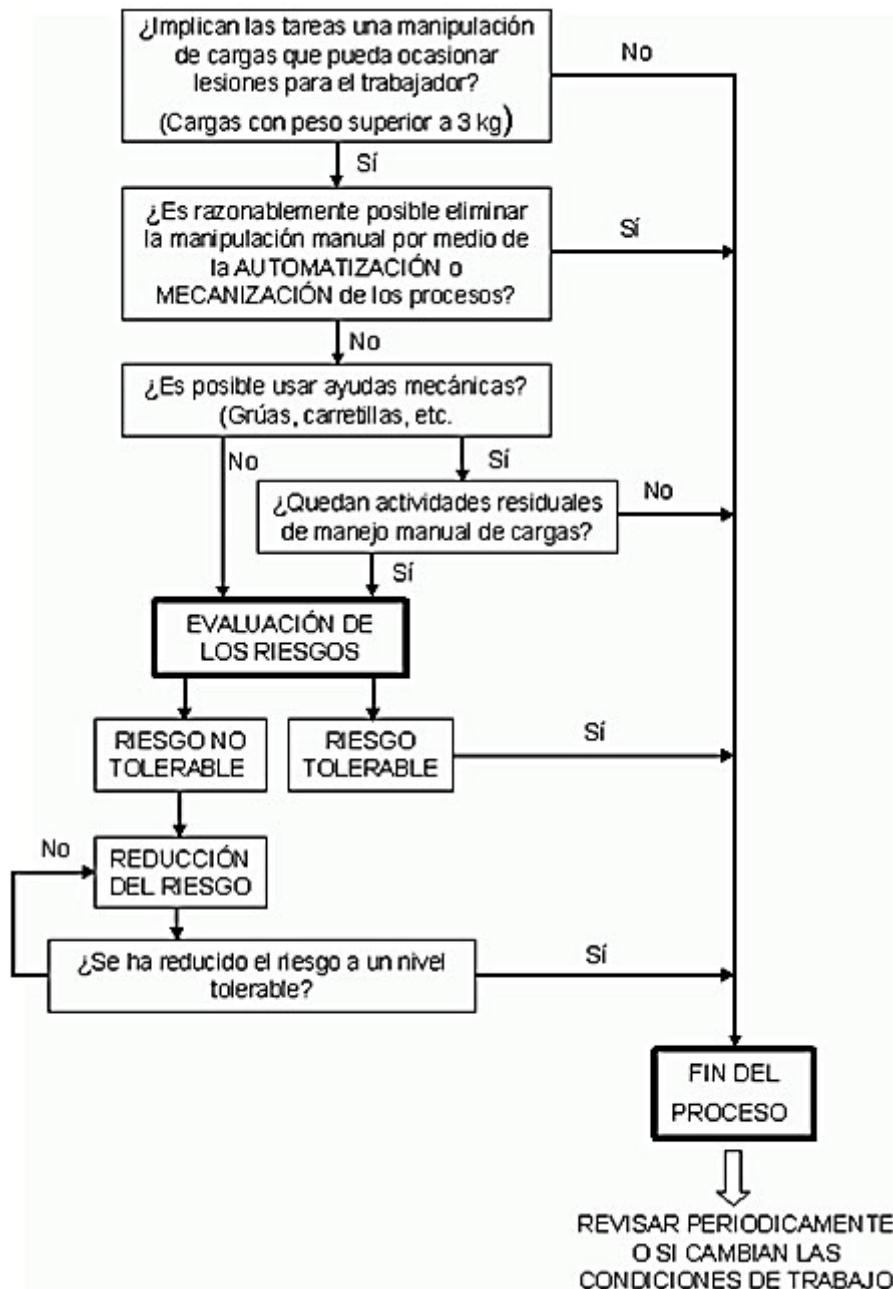
La aplicación del test de Mc Nemar para muestras pareadas de frecuencias observadas nos permite decir que dicha diferencia es estadísticamente significativa. Así pues nuestra actuación ha reducido el problema, aunque no lo ha solventado.

9.5. Factores de riesgo adicional

	Postura	Repetitividad	MMC	Empujes y arrastres	Transporte	Esfuerzos
Movimientos bruscos		C	C	C	C	C
Presión sobre segmento corporal mantenida	C	NC	C	C	C	C
Golpeteos		NC				C
Baja temperatura	C	NC	NC	C	C	C
Alta temperatura			NC	C	C	C
Contacto con superficies u objetos fríos	C	C	NC	C	C	C
Subir o bajar rampas o escaleras			C	C	C	
Superficies en movimiento	C		C	C	C	C
superficies deslizantes	C		C	C	C	C
Suelo de trabajo duro				C	C	
Iluminación	C	C	C	C	C	C
Orden y Limpieza del Puesto de Trabajo	C	C	C	C	C	C
Uso de EPI que puedan interferir la realización de la tarea	C	NC	NC	C	C	C
Espacio disponible para tarea	C	C	NC	C	C	C
Cambios bruscos de intensidad de ruido			C	C	C	
Nivel de Vibraciones	C	NC	NC	C	C	C
Suelo irregular			NC	C	C	
Circulación del aire inadecuado	C	C	NC	C	C	C
Ropa no EPI	C	C	NC	C	C	C
Calzado no EPI	C		NC	C	C	C
Precisión en la tarea		NC	C	C	C	C
Ritmo impuesto		NC	C	C	C	C

■ Anexo III. NIVEL II

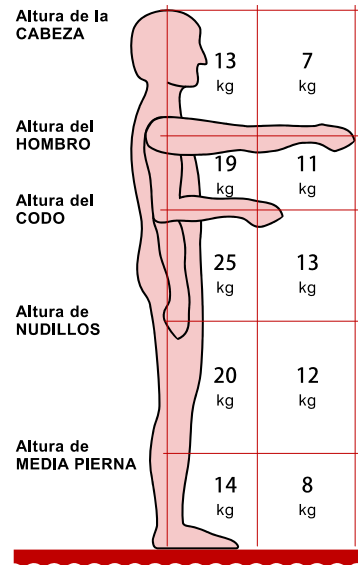
- **Manipulación manual de cargas:** Recomendamos en este nivel el uso de la Guía Técnica para la manipulación manual de cargas publicada por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.



Tras decidir si existe riesgo, se procederá a su evaluación aplicando para ello el procedimiento de evaluación propuesto por la Guía y que se describe a continuación.

Datos para el cálculo del peso aceptable

Peso teórico recomendado en función de la zona de manipulación



Desplazamiento vertical	Factor corrección		
Hasta 25 cm	1,00		
Hasta 50 cm	0,91		
Hasta 100 cm	0,87		
Hasta 175 cm	0,84		
Más de 175 cm	0		
Giro del tronco	Factor corrección		
Sin giro	1,00		
Poco girado (hasta 30°)	0,90		
Girado (hasta 60°)	0,80		
Muy girado (90°)	0,70		
Tipo de agarre	Factor corrección		
Agarre bueno	1,00		
Agarre regular	0,95		
Agarre malo	0,90		
Frecuencia de manipulación	Factor corrección por duración de manipulación		
	< de 1 h/día	de 1 a 2 h/día	>2 hasta 8 h/día
1 vez cada 5 minutos	1,00	0,95	0,85
1 vez por minuto	0,94	0,88	0,75
4 veces por minuto	0,84	0,72	0,45
9 veces por minuto	0,52	0,30	0,00
12 veces por minuto	0,37	0,00	0,00
> 15 veces por minuto	0,00	0,00	0,00

Tras la realización de este análisis se procede a cumplimentar una ficha de datos ergonómicos y otra de aspectos individuales y que se transcriben a continuación.

FIB. Datos ergonómicos	
¿Se inclina el tronco al manipular la la carga?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
¿Se ejercen fuerzas de empuje o tracción elevadas?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
¿El tamaño de la carga es mayor de 60 × 50 × 60 cm?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
¿Puede ser peligrosa la superficie de la carga?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
¿Se puede desplazar el centro de gravedad?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
¿Se pueden mover las cargas de forma brusca o inesperada?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
¿Son suficientes las pausas?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
¿Carece el trabajador de autonomía para regular su ritmo de trabajo?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
¿Se realiza la tare con el cuerpo en posición inestable?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
¿Son los suelos irregulares o resbaladizos para el calzado del trabajador?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
¿Es insuficiente el espacio de trabajo para una manipulación correcta?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
¿Hay que salvar desniveles del suelo durante la manipulación?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
¿Se realiza la manipulación en condiciones termohigrométricas?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
¿Existen corrientes de aire o ráfagas de viento que puedan desequilibrar la carga?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
¿Es deficiente la iluminación para la manipulación?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
¿Está expuesto el trabajador a vibraciones?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
FIC. Datos individuales	
¿La vestimenta o el equipo de protección individual dificultan la manipulación?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
¿Es inadecuado el calzado para la manipulación?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
¿Carece el trabajador de información sobre el peso de la carga?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
¿Carece el trabajador de información sobre el lado más pesado de la carga o sobre su centro de gravedad (en caso de estar descentrado)?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
¿Es el trabajador especialmente sensible al riesgo (mujeres embarazadas, trabajadores con patologías dorsolumbares...)?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
¿Carece el trabajador de información sobre los riesgos para su salud derivados de la manipulación manual de la carga?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
¿Carece el trabajador de entrenamiento para realizar la manipulación con seguridad?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No

Observaciones:

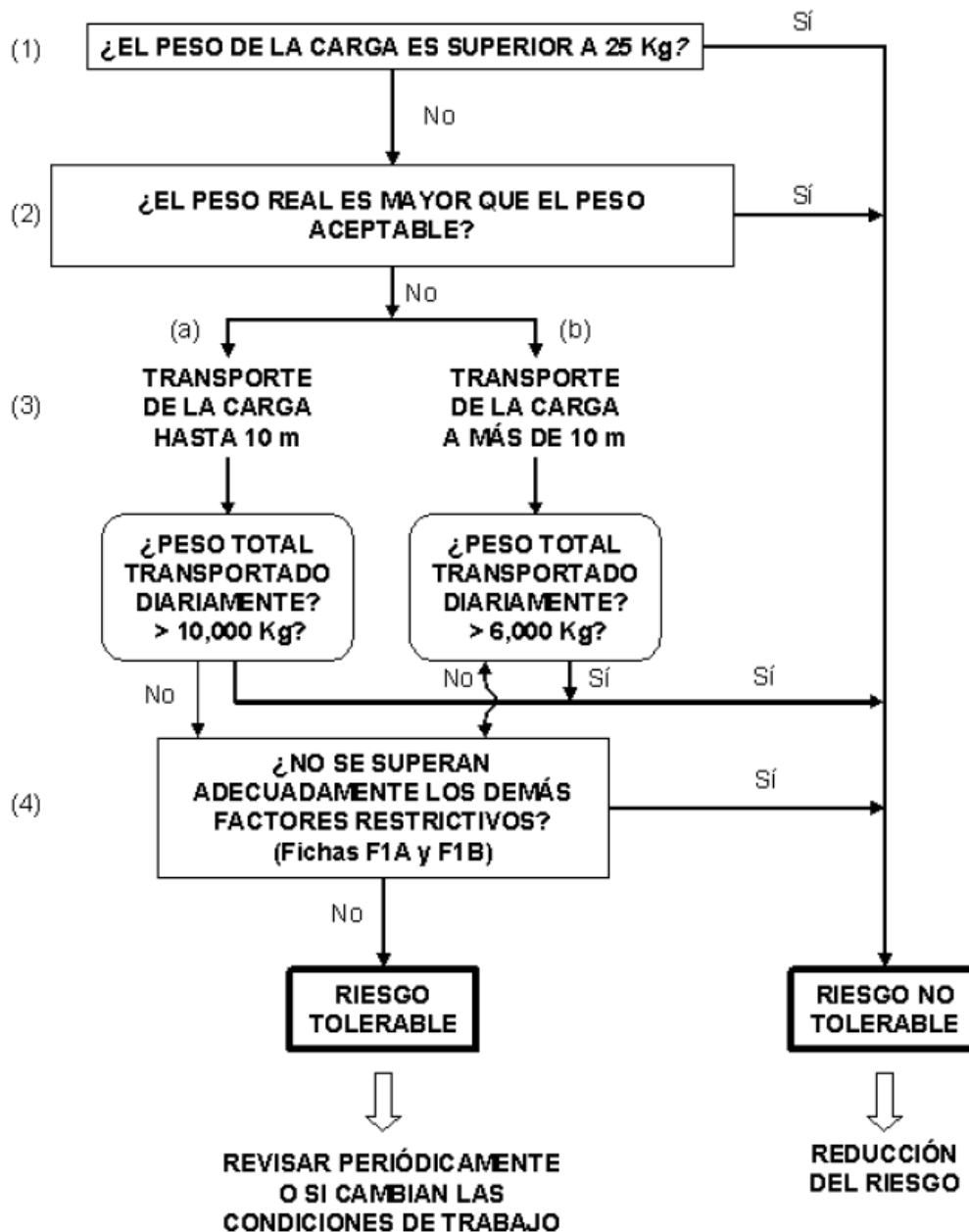
.....

.....

.....

.....

Por último el método dispone de una ficha donde se evalúa el riesgo y que se reproduce a continuación.



Esta guía establece una serie de consideraciones:

- En caso de realizar el trabajador diferentes tipos de manipulación manual de cargas (por ejemplo, manipulaciones en las que varíen los pesos manipulados o las alturas de manipulación), se aplicarán los correspondientes procedimientos indicados en la norma UNE-EN-1005-2, basada en la ecuación NIOSH (Anexo IV) y en el caso se produzca alta variabilidad en la manipulación se utilizarán los procedimientos establecidos en el nivel III.

- Si se trabaja con una mano, se añadirá a la ecuación planteada en la Guía Técnica un factor multiplicador de 0.6, como se establece en la norma UNE-EN-1005-2.
- Si la carga es manipulada por varios trabajadores, se tomará como peso real de la carga al resultado de dividir el valor de su peso dividido por el número de trabajadores, añadiendo un factor multiplicador de 0,85, según se establece en la norma UNE-EN-1005-2
- En caso de realizar a lo largo de la jornada de trabajo otras tareas que, no siendo manipulación manual de cargas, pueda suponer una carga física, se aplicará un factor de corrección que oscilará entre 0.8 y 1.
 - **Empujes y arrastres:** No se dispone de método, por lo que deberá consultarse el nivel III de este método.
 - **Transporte:** Se utilizará el cuadro obtenido de la norma ISO 11228-1

Distancia de transporte	Frecuencia transporte (f_{max})	Masa acumulada (m_{max})			Ejemplos de casos limite
		Kg/min	Kg/h	Kg/8 h	
m	min ⁻¹				
20	1	15	750	6.000	5 kg × 3 veces/min 15 kg × 1 vez/min 25 kg × 0.5 veces/min
10	2	30	1.500	10.000	5 kg × 6 veces/min 15 kg × 2 veces/min 25 kg × 1 vez/min
4	4	60	3.000	10.000	5 kg × 12 veces/min 15 kg × 4 veces/min 25 kg × 1 vez/min
2	5	75	4.500	10.000	5 kg × 15 veces/min 15 kg × 5 veces/min 25 kg × 1 vez/min
1	8	120	72.00	10.000	5 kg × 15 veces/min 15 kg × 8 veces/min 25 kg × 1 vez/min

NOTA 1: En el cálculo de la masa acumulada, una masa de referencia es de 15 kg a una frecuencia de 15 veces/minuto, es utilizada para la población laboral general.

NOTA 2: La masa acumulada total de levantamiento manual y transporte no debe superar los 10.000 kg/día, independientemente de la duración diaria del trabajo.

NOTA 3: 23 kg está incluido en la masa de 25 kg

Si la distancia de transporte, o la frecuencia, o la masa acumulada, superan los límites establecidos en ésta tabla, estos factores deberán ser considerados para garantizar la ausencia de riesgo.

■ **Postura: Método REBA.**

Introducción

El método **REBA** (*Rapid Entire Body Assessment*) que ha sido desarrollado por Hignett, S y McAtamney, L (*Nottingham, 2000*) para estimar el riesgo de padecer desórdenes corporales relacionados con el trabajo, es una herramienta diseñada para poder valorar las posturas forzadas que se dan con mucha frecuencia en las tareas en las que se han de manipular personas o cualquier tipo de carga animada. Es de reciente aparición, la fiabilidad de la codificación de las partes del cuerpo es alta, y es aplicable a cualquier sector o actividad laboral pese a que en un principio fue concebido para analizar las posturas forzadas que suelen darse entre el personal sanitario.

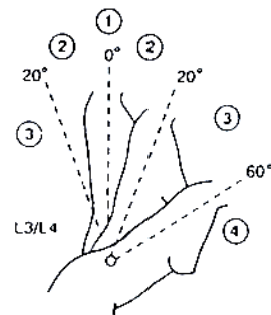
Guarda una gran similitud con el método RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*) pero así como éste está dirigido al análisis de la extremidad superior y a trabajos en los que se realizan movimientos repetitivos, el REBA es más general. Además, se trata de un nuevo sistema de análisis que incluye factores de carga postural dinámicos y estáticos, la interacción persona-carga, y un nuevo concepto que incorpora tener en cuenta lo que llaman "la gravedad asistida" para el mantenimiento de la postura de las extremidades superiores, es decir, la ayuda que puede suponer la propia gravedad para mantener la postura del brazo.

Desarrollo

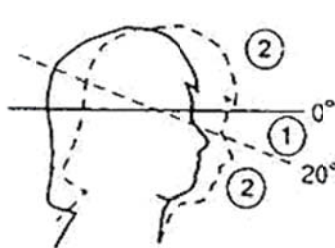
Para definir inicialmente los códigos de los segmentos corporales, se analizaron tareas simples y específicas con variaciones en la carga, distancia de movimiento y peso. Los datos se recogieron usando varias técnicas NIOSH (Waters et al., 1993), Proporción de Esfuerzo Percibida (Börg 1985), OWAS, Inspección de las partes del cuerpo (Corlett and Bishop, 1976) y RULA (McAtamney and Corlett, 1993). Se utilizaron los resultados de estos análisis para establecer los rangos de las partes del cuerpo mostrados en los diagramas del grupo A y B basado en los diagramas de las partes del cuerpo del método RULA (McAtamney and Corlett, 1993); el grupo A (Fig. 1) incluye tronco, cuello y piernas y el grupo B está formado por los brazos y las muñecas (Fig. 2).

Figura 1
Grupo A

TRONCO		
Movimiento	Puntuación	Corrección
Erguido	1	Añadir +1 si hay torsión o inclinación lateral
0° a 20° flexión 0° a 20° extensión	2	
20° a 60° flexión > 20° extensión	3	
> 60° flexión	4	



CUELLO		
Movimiento	Puntuación	Corrección
0° a 20° flexión	1	Añadir +1 si hay torsión o inclinación lateral
20° flexión o extensión	2	



PIERNAS		
Movimiento	Puntuación	Corrección
Soporte bilateral, andando o sentado	1	Añadir +1 si flexión de rodillas entre 30 y 60°
Soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable	2	Añadir +2 si las rodillas están flexionadas más de 60° (salvo postura sedente)

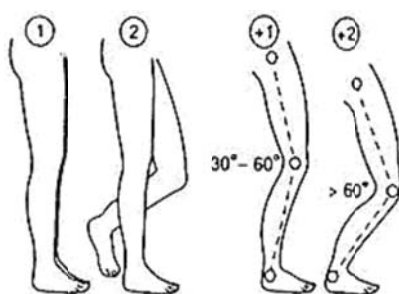


Figura 2
Grupo B

BRAZO		
Movimiento	Puntuación	Corrección
0°-20° flexión/extensión	1	+1 si hay abducción o rotación +1 si elevación de hombro -1 si hay apoyo o postura a favor de la gravedad
20°-45° flexión	2	
45°-90° flexión	3	
> 90° flexión	4	

ANTEBRAZOS	
Movimiento	Puntuación
60° - 100° flexión	1
< 60° flexión >100° flexión	2

MUÑECAS		
Movimiento	Puntuación	Corrección
0° a 15° de	1	+1 si hay torsión o desviación lateral
> 15° flexión/extensión	2	

El grupo A tiene un total de 60 combinaciones posturales para el tronco, cuello y piernas. La puntuación obtenida de la tabla A estará comprendida entre 1 y 9; a este valor se le debe añadir la puntuación resultante de la carga/ fuerza cuyo rango está entre 0 y 3. (Fig. 3)

Figura 3

TABLA A													
CUELLO													
PIERNAS		1				2				3			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
TRONCO	1	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
	3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
	5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

TABLA CARGA/FUERZA			
0	1	2	+1
Inferior a 5 Kg	5 a 10 Kg	10 Kg	Instauración rápida o brusca

El grupo B tiene un total de 36 combinaciones posturales para la parte superior del brazo, parte inferior del brazo y muñecas, la puntuación final de este grupo, tal como se recoge en la tabla B, está entre 0 y 9; a este resultado se le debe añadir el obtenido de la tabla de agarre, es decir, de 0 a 3 puntos. (Fig. 4)

Figura 4

TABLA B							
ANTEBRAZO							
MUÑECA		1			2		
		1	2	3	1	2	3
BRAZO	1	1	2	2	1	2	3
	2	1	2	3	2	3	4
	3	3	4	5	4	5	5
	4	4	5	5	5	6	7
	5	6	7	8	7	8	8
	6	7	8	8	8	9	9

TABLA DE AGARRE			
0 - Bueno	1- Regular	2 - Malo	3 - Intolerable
Buen agarre y fuerza de agarre	Agarre aceptable	Agarre posible pero no aceptable	Incómodo, sin agarre manual. Aceptable usando otras partes del cuerpo

Los resultados A y B se combinan en la Tabla C para dar un total de 144 posibles combinaciones, y finalmente se añade el resultado de la actividad para dar el resultado final REBA que indicará el nivel de riesgo y el nivel de acción. (Fig. 5)

La puntuación que hace referencia a la actividad (+1) se añade cuando:

- Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas: por ejemplo, sostenidas durante más de 1 minuto.
- Repeticiones cortas de una tarea: por ejemplo, más de cuatro veces por minuto (no se incluye el caminar).
- Acciones que causen grandes y rápidos cambios posturales.
- Cuando la postura sea inestable.

Figura 5

Tabla C y puntuación de la actividad													
		Puntuación B											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Puntuación A	1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
	2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
	3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
	4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
	5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
	6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
	7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
	8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
	9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Actividad	+1:	Una o más partes del cuerpo estáticas, por ej. aguantadas más de 1 minuto											
	+1:	Movimientos repetitivos, por ej. repetición superior a 4 veces/minuto											
	+1:	Cambios posturales importantes o posturas inestables											

La puntuación final REBA estará comprendida en un rango de 1-15, lo que nos indicará el riesgo que supone desarrollar el tipo de tarea analizado y nos indicará los niveles de acción necesarios en cada caso. (Fig. 6)

Figura 6

Nivel de acción	Puntuación	Nivel de riesgo	Intervención y posterior análisis
0	1	Inapreciable	No necesario
1	2-3	Bajo	Puede ser necesario
2	4-7	Medio	Necesario
3	8 -10	Alto	Necesario pronto
4	11-15	Muy alto	Actuación inmediata

- **Fuerza aplicada:** No se dispone de método, por lo que deberá consultarse el nivel III de este manual.
- **Repetitividad:**
 - **Check list de OCRA:**
 - Norma **UNE-EN 1005-5.**
- **Trabajadores especialmente sensibles:**

Se utilizará la herramienta ErgoDis/IBV. (Anexo VIII).

- **Carga metabólica:** Para su evaluación se recomienda el uso de la NTP-323.
 - **Introducción:** El metabolismo, que transforma la energía química de los alimentos en energía mecánica y en calor, mide el gasto energético muscular. Este gasto energético se expresa normalmente en unidades de energía y potencia: kilocalorías (Kcal.), joules (J), y vatios (w). La equivalencia entre las mismas es la siguiente:
 - 1 Kcal. = 4,184 kJ
 - 1 M = 0,239 Kcal.
 - 1 Kcal./h = 1, 161 w
 - 1 w = 0,861 Kcal./h
 - 1 Kcal./h = 0,644 w/m²
 - 1 w / m² = 1,553 Kcal. / hora (para una superficie corporal estándar de 1,8 m²).

Existen varios métodos para determinar el gasto energético, que se basan en la consulta de tablas o en la medida de algún parámetro fisiológico. En la tabla 1 se indican los que recoge la ISO 8996, clasificados en niveles según su precisión y dificultad.

Tabla 1
Métodos para determinar el gasto energético. ISO 8996

NIVEL	MÉTODO	PRECISIÓN	ESTUDIO DEL PUESTO DE TRABAJO
I	A. Clasificación en función del tipo de actividad	Informaciones imprecisas con riesgo de errores muy importantes	No necesario
	B. Clasificación en función de las profesiones		Información sobre el equipamiento técnico y la organización
II	A. Estimación del metabolismo a partir de los componentes de la actividad.	Riesgo elevado de errores	Estudio necesario de los tiempos
	B. Utilización de tablas de estimación por actividad tipo	Precisión: $\pm 15\%$	
	C. Utilización de la frecuencia cardíaca en condiciones determinadas		No necesario
III	Medida		Riesgo de errores en los límites de precisión de la medida y del estudio de los tiempos. Precisión: $\pm 5\%$

- **Estimación del consumo metabólico a través de tablas:** La estimación del consumo metabólico a través de tablas implica aceptar unos valores estandarizados para distintos tipos de actividad, esfuerzo, movimiento, etc. y suponer, tanto que nuestra población se ajusta a la que sirvió de base para la confección de las tablas, como que las acciones generadoras de un gasto energético son, en nuestro caso, las mismas que las expresadas en las tablas. Estos dos factores constituyen las desviaciones más importantes respecto de la realidad y motivan que los métodos de estimación del consumo metabólico mediante tablas ofrezcan menor precisión que los basados en mediciones de parámetros fisiológicos. A cambio son mucho más fáciles de aplicar y en general son más utilizados.
- **Consumo metabólico según el tipo de actividad:** Mediante este sistema se puede clasificar de forma rápida el consumo metabólico en reposo, ligero, moderado, pesado o muy pesado, en función del tipo de actividad desarrollada. El término numérico que se obtiene representa sólo el valor medio, dentro de un intervalo posible demasiado amplio. Desde un punto de vista cuantitativo el método permite establecer con cierta rapidez cual es el nivel aproximado de metabolismo. Por su simplicidad es un método bastante utilizado. En la tabla 2 se representa la mencionada clasificación por tipos de actividad.

Tabla 2
Clasificación del metabolismo por tipo de actividad

CLASE	W/m ²
Reposo	65
Metabolismo ligero	100
Metabolismo moderado	165
Metabolismo elevado	230
Metabolismo muy elevado	290

- **Ejemplos**

- **Metabolismo ligero:** Sentado con comodidad: trabajo manual ligero (escritura, picar a máquina, dibujo, costura, contabilidad); trabajo con manos y brazos (pequeños útiles de mesa, inspección, ensamblaje o clasificación de materiales ligeros); trabajo de brazos y piernas (conducir un vehículo en condiciones normales, maniobrar un interruptor con el pie o con un pedal). De pie: taladradora (piezas pequeñas); fresadora (piezas pequeñas); bobinado, enrollado de pequeños revestimientos, mecanizado con útiles de baja potencia; marcha ocasional (velocidad hasta 3,5 km/h).
- **Metabolismo moderado:** Trabajo mantenido de manos y brazos (claveado, llenado); trabajo con brazos y piernas (maniobras sobre camiones, tractores o máquinas); trabajo de brazos y tronco (trabajo con martillo neumático, acoplamiento de vehículos, enyesado, manipulación intermitente de materiales moderadamente pesados, escarda, bina, recolección de frutos o de legumbres); empuje o tracción de carreteras ligeras o de carretillas; marcha a una velocidad de 3,5 a 5,5 km/hora; forjado.
- **Metabolismo elevado:** Trabajo intenso con brazos y tronco; transporte de materiales pesados; trabajos de cava; trabajo con martillo; serrado; laminación acabadora o cincelado de madera dura; segar a mano; excavar; marcha a una velocidad de 5,5 a 7 km/hora. Empuje o tracción de carreteras o de carretillas muy cargadas, levantar las virutas de piezas moldeadas, colocación de bloques de hormigón.
- **Metabolismo muy elevado:** Actividad muy intensa a marcha rápida cercana al máximo; trabajar con el hacha; acción de palear o de cavar intensamente; subir escaleras, una rampa o una escalera; andar rápidamente con pasos pequeños, correr, andar a una velocidad superior a 7 km/h.

Ejemplo 1: Estimación del consumo metabólico medio aproximado del trabajo típico de oficina.

A través de la tabla 2 y teniendo en cuenta las actividades que suelen realizarse en una oficina, se obtiene el valor del consumo metabólico medio:

M = 100 w/m², clasificable como metabolismo ligero.

- **Consumo metabólico según la profesión:** Se obtiene el consumo metabólico a través de tablas (tabla 3) que lo relacionan con diferentes profesiones. Hay que tener en cuenta que en los valores que figuran en dicha tabla se incluye el metabolismo basal, que se define más adelante.

El progreso tecnológico hace que la actividad física que conllevan las distintas profesiones varíe sustancialmente con el tiempo, por lo que este método puede ser muy impreciso.

Ejemplo 2: Estimación del consumo metabólico de un soldador. Mediante la tabla 3 se obtiene: **M = 75 ÷ 125 w/m²** (comparar con ejemplo 5).

Tabla 3
Clasificación del metabolismo según la profesión

Profesión	Metabolismo W/m ²	Profesión	Metabolismo W/m ²	Profesión	Metabolismo W/m ²
ARTESANOS		INDUSTRIA SIDERÚRGICA		IMPRENTA	
Albañil	110 a 160	Obrero de altos hornos	170 a 220	Compositor manual	70 a 95
Carpintero	110 a 175	Obrero de horno eléctrico	125 a 145	Encuadernador	75 a 100
Vidriero	90 a 125	Moldeador a mano	140 a 240	AGRICULTURA	
Paintor	100 a 130	Moldeador a máquina ...	105 a 165	Jardinero	115 a 190
Panadero	110 a 140	Fundidor	140 a 240	Conductor de tractor	85 a 110
Camicero	105 a 140	FERRETERÍA Y CERRAJERÍA		CIRCULACIÓN	
Relojero	55 a 70	Herrero forjador	90 a 200	Conductor de coche	70 a 90
INDUSTRIA MINERA		Soldador	75 a 125	Conductor de autocar ...	75 a 125
Empujador de vagonetas	70 a 85	Tornero	75 a 125	Conductor de tranvía	80 a 115
Picador de hulla (estratificación base)	140 a 240	Fresador	80 a 140	Conductor de trolebús ...	80 a 125
Obrero de horno de coque	115 a 175	Mecánico de precisión ...	70 a 110	Conductor de grúa	65 a 145
				PROFESIONES DIVERSAS	
				Laborante	85 a 100
				Profesor	85 a 100
				Vendedora	100 a 120
				Secretaria	70 a 85

- **Consumo metabólico en tareas concretas:** Este método ofrece mayor precisión que los anteriores, ya que limita la extensión de la actividad a la que asigna el gasto metabólico, utilizando tablas que otorgan valores de gasto energético a tareas que suelen formar parte del trabajo habitual.

La tabla 4 muestra valores de gasto energético para algunas tareas concretas, incluyendo en esos valores el metabolismo basal.

Ejemplo 3: Estimación del consumo metabólico de un albañil que construye un tabique colocando ladrillos huecos de 4,2 Kg de peso. A través de la tabla 4: $M = 140 \text{ w/m}^2$

Tabla 4
Clasificación del metabolismo por actividad-tipo

Actividad	Metabolismo W/m ²	Actividad	Metabolismo W/m ²
ACTIVIDADES DE BASE			
• Andar en llano		ladrillo hueco (masa 4,2 kg).....	140
2 km/h	110	ladrillo hueco (masa 15,3 kg).....	125
3 km/h	140	ladrillo hueco (masa 23,4 kg).....	135
4 km/h	165	PREFABRICACIÓN DE ELEMENTOS	
5 km/h	200	ACABADOS EN HORMIGÓN	
• Andar en subida, 3 km/h		encofrado y desencofrado (revestimiento de hormigón pretensado).....	180
inclinación de 5°	195	colocación de armazones de acero	130
inclinación de 10°	275	vertido del hormigón (revestimiento de hormigón pretensado).....	180
inclinación de 15°	390	CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS	
• Andar en bajada 5,5 km/h		preparación del mortero de cemento	155
inclinación de 5°	130	vertido de hormigón para cimientos	275
inclinación de 10°	115	compactaje de hormigón por vibraciones	220
inclinación de 15°	120	encofrado	180
• Subir una escalera (0,172m/peldaño)		carga de carretilla con piedras arena y mortero	275
80 peldaños/minuto	440	• Industria siderúrgica	
• Bajar una escalera (0,172 m/peldaño)		ALTOS HORNOS	
80 peldaños /minuto	155	preparación del canal de colada	340
• Transportar una carga en llano, 4 km/h		perforación	430
masa 10 kg	185	MOLDEADO (MOLDEADO A MANO)	
masa 30 kg	250	moldeado de piezas medianas	285
masa 50 kg	360	vaciado con martillo metálico.....	175
PROFESIONES		moldeado de piezas pequeñas	140
• Industria de la construcción		MOLDEADO A MÁQUINA	
PONER LADRILLOS (CONSTRUCCIÓN DE UN MURO DE SUPERFICIE PLANA)		desmoldeado	125
ladrillo macizo (masa 3,8 kg)	150	moldeado, colada mediante un operario	220

Actividad	Metabolismo W/m ²	Actividad	Metabolismo W/m ²
moldeado, colaña mediante dos operarios	210	valor medio en invierno	390
moldeado a partir de una colada suspendida	190	• Agricultura	
TALLER DE ACABADO		cavado	380
trabajo con martillo neumático	175	labranza con tiro de caballos	235
amolado, troquelado	175	labranza con tractor	170
• Industria forestal		sembrado con tractor	95
TRANSPORTE Y TRABAJO CON HACHA		bina (masa de la azadilla 1,25 kg)	170
andar por el bosque (4 km/h) y transporte (masa 7 kg)	285	DEPORTES	
transporte a mano (4 km/h) de una tronadora (18 kg)	385	• Carrera	
trabajo con hacha (masa 2 kg, 33 golpes/minuto)	500	9 km/h	435
cortar raíces con hacha	375	12 km/h	485
poda (abeto)	415	15 km/h	550
ASERRADO		• Esquí, en terreno llano y con buena nieve	
corte transversal, tronizado mediante 2 operarios		7 km/h	350
60 doble golpes por minuto, 20 cm ² por doble golpe	415	9 km/h	405
40 doble golpes por minuto, 20 cm ² por doble golpe	240	12 km/h	510
tala por tronizado		• Patinaje	
tronizado por un operario	235	12 km/h	225
tronizado por dos operarios	205	15 km/h	285
corte transversal		18 km/h	360
tronizado por un operario	205	TRABAJOS DOMÉSTICOS	
tronizado por dos operarios	190	hacer la limpieza	100 a 200
descortezado		cocinar	80 a 135
valor medio en verano	225	fregar platos, de pie	145
		lavar a mano y planchar	120 a 220
		afeitarse, lavarse y vestirse	100

- **Consumo metabólico a partir de los componentes de la actividad:** Mediante este tipo de tablas se dispone, por separado, de información sobre posturas, desplazamientos, etc., de forma que la suma del gasto energético que suponen esos componentes, que en conjunto integran la actividad, es el consumo metabólico de esa actividad. Es posiblemente el sistema más utilizado para determinar el consumo metabólico. Los términos a sumar son los siguientes:
 - **Metabolismo basal.** Es el consumo de energía de una persona acostada y en reposo. Representa el gasto energético necesario para mantener las funciones vegetativas (respiración, circulación, etc.) La tabla 5 muestra su valor en función del sexo y la edad. Puede tomarse como una buena aproximación, 44 w/ m² para los hombres y 41 w/m² para mujeres (corresponden aproximadamente al metabolismo basal de un hombre de 1,7 metros de altura 70 Kg de peso y 35 años de edad, y de una mujer de 1,6 metros de altura, 60 Kg de peso, y 35 años).

Tabla 5
Metabolismo basal en función de la edad y sexo

VARONES		MUJERES	
Años de edad	Watios/m ²	Años de edad	Watios/m ²
6	61,480	6	53,719
7	60,842	6,5	53,267
8	60,065	7	56,979
8,5	59,392	7,5	55,494
9	58,626	8	54,520
9,5	57,327	8,5	53,940
10	56,260	9-10	53,244
10,5	55,344	11	52,502
11	54,729	11,5	51,968
12	54,230	12	51,365
13-15	53,766	12,5	50,553
16	53,035	13	49,764
16,5	52,548	13,5	48,836
17	51,968	14	48,082
17,5	51,075	14,5	47,258
18	50,170	15	46,516
18,5	49,532	15,5	45,704
19	49,091	16	45,066
19,5	48,720	16,5	44,428
20-21	48,059	17	43,871
22-23	47,351	17,5	43,384
24-27	46,678	18-19	42,618
28-29	46,180	20-24	41,969
30-34	45,634	25-44	41,412
35-39	44,869	45-49	40,530
40-44	44,080	50-54	39,394
45-49	43,349	55-59	38,489
50-54	42,607	60-64	37,828
55-59	41,876	65-69	37,468
60-64	41,157		
65-69	40,368		

- **Componente postural.** Es el consumo de energía que tiene una persona en función de la postura que mantiene (de pie, sentado, etc.) La tabla 6 muestra los valores correspondientes.

Tabla 6
Metabolismo para la postura corporal.
Valores excluyendo el metabolismo basal

Posición del cuerpo	Metabolismo (W/m ²)
Sentado	10
Arrodillado	20
Agachado	20
De pie	25
De pie inclinado	30

- **Componente del tipo de trabajo.** Es el gasto energético que se produce en función del tipo de trabajo (manual, con un brazo, con el tronco, etc.) y de la intensidad de éste (ligero, moderado, pesado, etc.) (Ver tabla 7).

Tabla 7
Metabolismo para distintos tipos de actividades.
Valores excluyendo el metabolismo basal

Tipo de trabajo	Metabolismo (W/m ²)	
	Valor medio	Intervalo
Trabajo con las manos		
ligero	15	< 20
medio	30	20 - 35
intenso	40	> 35
Trabajo con un brazo		
ligero	35	< 45
medio	55	45 - 65
intenso	75	> 65
Trabajo con 2 brazos		
ligero	65	< 75
medio	85	75 - 95
intenso	105	> 95
Trabajo con el tronco		
ligero	125	< 155
medio	190	155 - 230
intenso	280	230 - 330
muy intenso	390	> 330

- **Componente de desplazamiento:** Se refiere al consumo de energía que supone el hecho de desplazarse, horizontal o verticalmente a una determinada velocidad. El uso de la tabla 8, donde figuran estos datos, implica multiplicar el valor del consumo metabólico, por la velocidad de desplazamiento para obtener el gasto energético correspondiente al desplazamiento estudiado.

Tabla 8
Metabolismo del desplazamiento en función de la velocidad del mismo.
Valores excluyendo el metabolismo basal

Tipo de trabajo	Metabolismo (W/m²)/ (m/s)
Velocidad de desplazamiento en función de la distancia	
Andar 2 a 5 km/h	110
Andar en subida, 2 a 5 km/h	
Inclinación 5°	210
Inclinación 10°	360
Andar en bajada, 5 km/h	
Declinación 5°	60
Declinación 10°	50
Andar con una carga en la espalda, 4 km/h	
Carga de 10 kg	125
Carga de 30 kg	185
Carga de 50 kg	285
Velocidad de desplazamiento en función de la altura	
Subir una escalera	1725
Bajar una escalera	480
Subir una escalera de mano inclinada	
sin carga	1660
con carga de 10 kg.	1870
con carga de 50 kg.	3320
Subir una escalera de mano vertical	
sin carga	2030
con carga de 10 kg.	2335
con carga de 50 kg.	4750

El ejemplo 3 estimaba entre 75 y 125 w/ m² el consumo metabólico de un soldador. Los datos de la tabla 3 no permiten conocer qué tipo de soldadura es ni el desglose en tareas, por lo que ese tipo de tablas sólo debería emplearse como aproximación. Por otra parte, hay que tener en cuenta que los valores de la tabla 3, aunque no tienen en cuenta períodos de descanso (p.e. desayuno), consideran el trabajo global de una determinada profesión. Así, en el caso del soldador los datos aportados son valores medios, teniendo en cuenta por ejemplo la preparación de las piezas antes de soldar, lo que hace que el consumo metabólico sea menor que si se calcula solamente para la tarea concreta de soldar, como se ha hecho en el ejemplo 5, cuya sistemática permite una mayor precisión.

Ejemplo 4: Cálculo del consumo metabólico de un individuo (varón) de 37 años de edad, que realiza un trabajo de limpieza del pavimento de una nave de producción, manejando con ambos brazos una barredora-aspiradora industrial automotora que recorre 20 metros en 30 segundos.

Metabolismo basal (tabla 5) 45 w/m²

Componente postural (ver tablas) 0 w/m²

Componente del tipo de trabajo (tabla 7) moderado con dos brazos 85 w/m²

Componente de desplazamiento (tabla 8) caminar despacio (110 w/m²/m/s)
velocidad = 20 m / 30 s = 0,666 m/s 73 w/m² 0,666 m/ s x 110 w / m² 203 w/m²

Ejemplo 5: Cálculo del consumo metabólico de un individuo (varón) de 25 años de edad, que suelda piezas metálicas con soldadura eléctrica al arco de electrodos consumibles. El tipo de trabajo puede considerarse moderado con un brazo (manejo del electrodo) y la posición de trabajo es de pie, ligeramente inclinado sobre la pieza a soldar.

- Metabolismo basal (tabla 5) 47 w/m²
- Componente postural (tabla 6) 30 w/m²
- Componente del tipo de trabajo (tabla 7) 55 w/m²
- Componente de desplazamiento 0 w/m²
- Consumo metabólico global M 132 w/m²

- **Variación del gasto energético con el tiempo:** Cuando las condiciones del trabajo varían durante la jornada laboral, las tablas no son de aplicación directa (excepto la tabla 3) y los valores de consumo energético deben ponderarse en el tiempo.

Esto exige el cronometraje del puesto de trabajo, de forma que se conozca la duración de cada tarea, actividad, etc. Cuando estos datos son conocidos, el consumo metabólico medio de una serie de trabajos consecutivos viene dado por la expresión:

$$M = \frac{\sum_{i=1}^n \times t_i}{T} \quad (I)$$

$$\text{siendo } T = \sum_{i=1}^n t_i$$

M = Consumo metabólico medio durante el periodo de tiempo T

M_i = Consumo metabólico durante el periodo de tiempo t_i

Cuando ninguno de los valores de M_i incluye el metabolismo basal, es decir que están extraídos de las tablas 6, 7 u 8, hay que añadir ese valor al obtenido en (I).

Si en el cálculo mediante esa ecuación (I) se utilizan valores de M_i que incluyen el metabolismo basal junto a otros que no lo hacen (por ejemplo usando datos de la tabla 4 con otros de las tablas 6, 7 u 8) deben homogeneizarse los términos, añadiendo a cada M_i el valor del metabolismo basal cuando no esté incluido.

Esta forma de ponderar en el tiempo es útil cuando el trabajo habitual del individuo es la repetición consecutiva de un conjunto de tareas (ciclo de trabajo). En este caso, para determinar el consumo metabólico medio de esa persona (durante su jornada laboral) basta con utilizar la expresión (I) aplicada a un ciclo de trabajo.

Ejemplo 6: Cálculo del consumo metabólico medio de un operario, varón de 45 años de edad, que controla un proceso químico discontinuo y cuyo trabajo habitual puede considerarse como la repetición de ciclos como el que se describe a continuación:

- **Actividades elementales de un ciclo/Tiempo de duración (minutos)**

Actividad	Tiempo duración en minutos
Arrastrar sacos de 20 Kg (moderado con el cuerpo)	3
Alimentación de reactores (moderado con dos brazos)	10
Esperar de pie frente a controles	15
Caminar por la planta (0,8 m / s)	15
Subir escaleras (8 metros de altura en 20 segundos)	2
Bajar escaleras (8 metros de altura en 10 segundos)	1

- **Duración total del ciclo:** El consumo metabólico de las diferentes componentes del ciclo será, consultando las tablas 6, 7 y 8: /Consumo metabólico (w/m²)

Actividad	Consumo metabólico (w/m ²)
Arrastrar sacos de 20 Kg	190
Alimentación de reactores, etc.	85
Esperar de pie frente a controles	25
Caminar por la planta	110 (w/m ² /m/s) × 0,8 (m/s) / 88
Subir escaleras	1725 (w/m ² /m/s) × 8/20 (m/s) / 690
Bajar escaleras	480 (w/m ² /m/s) × 8/10 (m/s) / 340

Aplicando la expresión (I) :

$$\sum_{i=1}^n M_i \times t_i = 190 \times 3 + 85 \times 10 + 25 \times 15 + 88 \times 15 + 690 \times 2 + 384 \times 1 = 4495 \text{ w/m}^2 \times \text{min.}$$

Siendo el tiempo total T = 46 min. y el metabolismo basal 43 w/m² (Metabolismo basal en función de la edad y sexo (tabla 5), tendremos:

$$M = (4495/46) \text{ w/m}^2 + 43 \text{ w/m}^2 / 141$$

- **Determinación del consumo metabólico mediante medición de parámetros fisiológicos:** Los dos métodos de valoración de la carga física mediante la medición de parámetros fisiológicos son el basado en el (a) consumo de oxígeno y el de la frecuencia cardiaca (b).
 - La medición directa del metabolismo se basa en el consumo de oxígeno ya que existe una relación casi lineal entre dicho consumo y el nivel de metabolismo. El consumo de 1 litro de oxígeno corresponde a 4,85 Kcal. = 20,2 kilojoules. A pesar de su gran precisión, este método suele utilizarse poco, ya que constituye una prueba de laboratorio.
 - Así mismo se puede hacer una estimación del metabolismo por medición indirecta, mediante la frecuencia cardiaca. Este método se basa en el aumento de la irrigación sanguínea que exige un trabajo físico. Es especialmente indicado en aquellos casos en que el trabajo es (principalmente) de componente estático, o en aquellos en que se utiliza un pequeño número de músculos. Los datos personales a tener en cuenta son: sexo, edad, talla, peso, hábitos tóxicos, patología actual, actividad deportiva e ingesta de fármacos. En cuanto a factores ambientales se tendrá en cuenta la temperatura y la humedad. Se puede clasificar la penosidad de un puesto de trabajo a partir de la medición individualizada de la frecuencia cardiaca y comparándola posteriormente con unos valores de referencia; se utilizan los criterios de CHAMOUX (tabla

9) para la valoración global del puesto y para duraciones de jornada laboral de ocho horas consecutivas y los criterios de FRIMAT (tabla 10) para fases cortas del ciclo de trabajo.

Tabla 9
Criterios de CHAMOUX. Permiten clasificar directamente la penosidad del trabajo en función del costo cardíaco absoluto y del relativo, según se indica a continuación

A PARTIR DEL CCA Coste absoluto del puesto de trabajo		A PARTIR DEL CCR Coste relativo para la persona	
0-9 muy ligero	30-39 pesado	0-9 muy ligero	40-49 algo pesado
10-19 ligero	40-49 muy pesado	10-19 ligero	50-59 pesado
20-29 moderado		20-29 muy moderado	60-69 intenso
		30-39 moderado	

Tabla 10
Tabla de los coeficientes de penosidad según los criterios de FRIMAT

COEFICIENTE DE PENOSIDAD					
	1	2	4	5	6
FCM	90-94	95-99	100-104	105-109	>110
ΔFC	20-24	25-29	30-34	35-39	>40
FCM Max.t	110-119	120-129	130-139	140-149	>150
CCA	10	15	20	25	30
CCR	10%	15%	20%	25%	30%

La determinación del puntaje se efectuará mediante la suma de los coeficientes correspondientes a los cinco parámetros medidos (FCM, ΔFC , FCM Max.t, CCA, CCR)

Valoración de las puntuaciones:

25 puntos: extremadamente duro	20 puntos: penoso	12 puntos: muy ligero
24 puntos: muy duro	18 puntos: soportable	≤ 10 puntos: carga física mínima
22 puntos: duro	14 puntos: ligero	

En ambos casos se necesitan conocer los siguientes parámetros:

- Frecuencia cardíaca basal o de reposo (FCB)
- Frecuencia cardíaca media (FCM)
- Frecuencia cardíaca máxima teórica (FCMax.t) $FC\ Max.t = 220 - \text{edad}$ (en años)
- Costo cardíaco absoluto (CCA) $CGA = FCM - FCB$
- Costo cardíaco relativo (CCR) $CCR = (CCA/FCMax.t - FCB)$
- Aceleración de la frecuencia cardíaca (DFC) $dFC = FCMax.t - FCM$

■ Ambiental:

● Confort térmico:

Puntuación	Estado
Temperatura del aire	
-3	en general, bajo cero
-2	en general, entre 0 °C y 10 °C
-1	en general, entre 10 °C y 18 °C
0	en general, entre 18 °C y 25 °C
1	en general, entre 25 °C y 32 °C
2	en general, entre 32 °C y 40 °C
3	en general, superiores a 40 °C
Humedad	
-1	garganta u ojos secos tras 2-3h
0	normal
1	piel húmeda
2	piel completamente mojada
Radiación térmica	
-1	frío en la cara tras 2-3 min
0	ninguna radiación apreciable
1	calor en la cara tras 2-3 min
2	insoponible después de 2 min
3	sensación de quemadura inmediata
Movimiento del aire	
-2	movimientos fuertes de aire frío
-1	movimientos ligeros de aire frío
0	sin movimiento del aire
1	movimientos ligeros de aire cálido
2	movimientos fuertes de aire cálido
Carga de trabajo físico	
0	trabajo de oficina: fácil, baja demanda muscular, movimientos ocasionales a velocidad normal
1	trabajo moderado con brazos y piernas: uso de máquinas pesadas, caminar tranquilamente
2	trabajo intenso con brazos y tronco: manejo de objetos pesados, uso de pala, corte de madera, caminar rápido o mientras se porta una carga pesada
3	trabajo muy intenso a una elevada velocidad: escaleras, escalas
Vestimenta	
0	ligera, flexible, sin que interfiera con el trabajo
1	larga, más pesada, interfiere ligeramente con el trabajo
2	que entorpece, pesada, especial para radiación, humedad o temperaturas frías
3	trajes especiales con guantes, capuces, zapatos
Opiniones de los trabajadores	
-3	escalofríos y gran incomodidad para todo el cuerpo
-2	fuerte incomodidad local; sensación global de frío
-1	ligera incomodidad local por frío
0	sin incomodidad
1	sudoración e incomodidad ligeras; sed
2	sudoración fuerte, mucha sed, ritmo de trabajo con alteraciones
3	sudoración excesiva, trabajo muy fatigoso, ropa especial

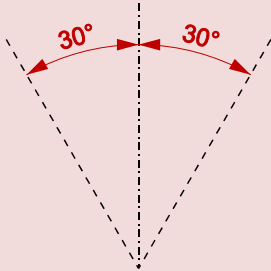
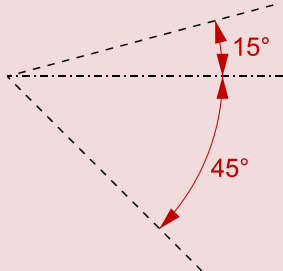
Una vez cumplimentado el cuadro anterior, se llevarán los resultados al cuadro siguiente:

Parámetros	-3	-2	-1	0	1	2	3
Temperatura del aire							
Humedad							
Radiación térmica							
Movimiento del aire							
Carga física de trabajo							
Vestimenta							
Opiniones de los trabajadores							

Si la situación no es ideal (puntuaciones fuera de rango -1 a 1), deberá identificarse el motivo por el que ocurre y describir la importancia del problema para, posteriormente adoptar medidas preventivas y, caso de poder solucionar este definitivamente. Pasar a evaluar en profundidad el origen del problema mediante los procedimientos de evaluación existentes en el nivel III.

● **Confort lumínico:**

Iluminación	(Especificar, en caso negativo)
¿Existen diferencias de iluminación muy grandes entre la zona de trabajo y el resto del entorno visible?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
¿Es suficiente el nivel de iluminación en las zonas de paso?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
Deslumbramientos	(Especificar, en caso negativo)
¿Existe deslumbramiento directo debido a la presencia, dentro del campo visual del trabajador, de:	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
Luminarias muy brillantes	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
Ventanas frente al trabajador	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
Otros elementos	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
Reflejos molestos	(Especificar, en caso negativo)
¿Se producen reflejos molestos en la propia tarea?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
¿Se producen reflejos molestos en las superficies del entorno visual?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
Desequilibrios en la luminancia	(Especificar, en caso negativo)
¿Existen diferencias grandes de luminosidad (luminancia) entre elementos del puesto? (Por ejemplo, impresos en papel blanco sobre una mesa oscura)	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
Contraste de la tarea	(Especificar, en caso negativo)
¿Existe un buen contraste entre los detalles o elementos visualizados y el fondo sobre los que se visualizan? (Por ejemplo, los caracteres del texto sobre el papel, en tareas de lectura, o el hilo de coser sobre la tela en tareas de costura)	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No

Sombras	(Especificar, en caso negativo)	
¿Se proyectan sobre la tarea sombras molestas?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	
Reproducción del color	(Especificar, en caso negativo)	
¿Permite la iluminación existente una percepción de los colores suficiente para el tipo de tarea realizada?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	
Parpadeos	(Especificar, en caso negativo)	
El sistema de iluminación ¿produce parpadeos molestos?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	
Efectos estroboscópicos	(Especificar, en caso negativo)	
En el caso de que se requiera la visualización de elementos giratorios o en movimiento, ¿se perciben efectos estroboscópicos? (Por ejemplo, una rueda o volante parecen en reposo o moviéndose despacio aunque estén girando a gran velocidad)	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	
Campo visual	(Especificar, en caso negativo)	
Los elementos visualizados frecuentemente en la tarea ¿se encuentran situados dentro de los siguientes límites?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	
Plano horizontal		<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
Plano vertical		<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
¿Existen obstáculos dentro del campo visual que dificultan la visualización de la tarea?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	

• **Calidad de aire interior:**

NTP 290: El síndrome del edificio enfermo: cuestionario para su detección

Objetivos

La presente Nota Técnica tiene como objetivo proponer un modelo de cuestionario, preparado y utilizado por el Grupo de trabajo sobre el Síndrome del Edificio Enfermo del Centro Nacional de Condiciones de Trabajo, y cuya finalidad es recoger la información necesaria sobre las quejas planteadas por los ocupantes del Edificio Patógeno buscando la definición precisa de las mismas, así como su

magnitud y distribución. El análisis de los datos así obtenidos permitirá decidir la estrategia de actuación posterior.

Introducción

En los países industrializados, mucha gente pasa gran parte del día en espacios cerrados. No es de extrañar, por tanto, que se espere un ambiente confortable durante el trabajo, el tiempo de ocio o en el hogar.

Durante los años setenta, aparecieron algunas publicaciones que hacían referencia a una mayor incidencia de quejas por cefaleas, irritación de mucosas y sensación de fatiga entre trabajadores de grandes edificios de oficinas.

Posteriormente, ya en la década de los ochenta, se observó que este problema era más frecuente en edificios herméticos y con sistemas centralizados de control de la ventilación/aire acondicionado.

La incidencia real del problema es desconocida, pero la OMS estima que afecta al 30% de los edificios modernos y que causa molestias al 10-30% de sus ocupantes.

Los síntomas que han sido comunicados en diferentes estudios sobre el tema y que conforman el síndrome son principalmente:

- Irritación de ojos, nariz y garganta.
- Sequedad de piel y mucosas.
- Eritema cutáneo.
- Fatiga mental, somnolencia.
- Cefaleas, vértigos.
- Mayor incidencia de infecciones de vías respiratorias altas.
- Dificultad respiratoria, jadeo, roncus, sibilancias, cuadros asma-like.
- Disfonía, tos.
- Alteraciones del gusto y del olfato.
- Náuseas.

Algunos de estos síntomas se comportan de forma característica, aumentando a lo largo de la jornada laboral y remitiendo o mejorando al abandonar el trabajo, desapareciendo incluso durante las vacaciones.

Los factores más comúnmente citados como responsables del síndrome que nos ocupa son:

- **Agentes químicos:** entre ellos formaldehído, compuestos orgánicos volátiles, polvo, fibras, dióxido de carbono, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, ozono...
- **Agentes biológicos:** bacterias, hongos, esporas, toxinas, ácaros.
- **Agentes físicos:** iluminación, ruido, vibraciones, ambiente térmico, humedad relativa, ventilación.
- **Agentes psicosociales:** organización del trabajo, promoción, relaciones interpersonales, control de las condiciones ambientales...

En algunas ocasiones el responsable del malestar de los ocupantes del edificio es único y, por ende, fácilmente detectable, mientras que en otras, el origen multicausal del mismo hace difícil su detección.

Metodología de evaluación

La complejidad del tema y el interés creciente que el mismo suscita llevó a un grupo de Técnicos del CNCT, ya desde 1987, a buscar una forma de sistematizar todas las actuaciones relacionadas con el estudio del Síndrome del Edificio Enfermo (SEE), derivando dicho trabajo, entre otras acciones, en un procedimiento de investigación estructurado en cuatro fases:

- Una evaluación previa tendente a obtener la máxima información sobre: El edificio (su edad, los materiales empleados, las obras y/o remodelaciones realizadas...)
 - Los ocupantes (su número, su distribución en el edificio...)
 - Los materiales y equipos de trabajo (naturaleza y ubicación).
 - El sistema de ventilación/climatización (los datos técnicos, las características de funcionamiento, de mantenimiento...)
- La aplicación de encuestas, buscando la definición precisa de las quejas planteadas, de su magnitud y distribución, así como de todos los factores de riesgo ya mencionados.
- La evaluación de los diferentes factores de riesgo, adaptado a la información recogida en las fases anteriores.
- La valoración global del problema, a la luz de los datos obtenidos y en la que se incluyen las posibles soluciones al mismo.

El desarrollo de la investigación empieza pues con la obtención de una serie de datos generales sobre el edificio y los ocupantes que nos van a permitir decidir una estrategia de aplicación de encuestas cuyo objetivo es la identificación de la sintomatología propia del Síndrome del Edificio Enfermo, en caso de que exista, o el rechazo de la ocurrencia del mismo.

Cuestionario de síntomas

El inicio de un problema relacionado con el SEE suele ser la aparición de quejas de difícil explicación en un sector o en la totalidad de los ocupantes del edificio. El primer paso será, pues, definir tanto en calidad como en cantidad dichas quejas mediante un sistema de recogida de información que en nuestro grupo se decidió fuera un cuestionario autoaplicable, de carácter anónimo.

En dicho cuestionario se recogen todas aquellas variables que nos ayudarán a concretar tanto las características del entorno de trabajo como los posibles síntomas.

Nº CUESTIONARIO	<input type="text"/>	FECHA	<input type="text"/>	<input type="text"/>
EMPRESA	<input type="text"/>			

<p>1. Departamento <input type="text"/></p> <p>2. Planta <input type="text"/></p> <p>3. Edad <input type="text"/> años</p> <p>4. Estudios realizados</p> <p>ninguno/Primarios sin acabar..... <input type="checkbox"/> 1</p> <p>estudios primarios/Graúado escolar <input type="checkbox"/> 2</p> <p>bachillerato/BUP/CCU <input type="checkbox"/> 3</p> <p>formación Profesional <input type="checkbox"/> 4</p> <p>estudios medios <input type="checkbox"/> 5</p> <p>estudios superiores <input type="checkbox"/> 6</p> <p>5. Sexo</p> <p>hombre <input type="checkbox"/> 1</p> <p>mujer <input type="checkbox"/> 2</p> <p>6. ¿Cuál es su categoría profesional en la empresa?</p> <p>peones, obreros, especialistas..... <input type="checkbox"/> 1</p> <p>oficiales cualificados <input type="checkbox"/> 2</p> <p>subalternos..... <input type="checkbox"/> 3</p> <p>aux. Admvos <input type="checkbox"/> 4</p> <p>oficial Admvos <input type="checkbox"/> 5</p> <p>cuadros Medios <input type="checkbox"/> 6</p> <p>cuadros superiores..... <input type="checkbox"/></p> <p>7. Antigüedad en el puesto</p> <p>años <input type="text"/></p> <p>meses..... <input type="text"/></p> <p>8. ¿Cuánto tiempo hace que trabaja en este edificio?</p> <p>años <input type="text"/></p> <p>meses..... <input type="text"/></p> <p>9. ¿Cuánto tiempo hace que trabaja en el mismo local?</p> <p>años <input type="text"/></p> <p>meses..... <input type="text"/></p> <p>10. ¿Qué días de la semana trabaja Vd?</p> <p>lun <input type="checkbox"/> 1 ju <input type="checkbox"/> 4 do <input type="checkbox"/> 7</p> <p>ma <input type="checkbox"/> 2 ví <input type="checkbox"/> 5</p> <p>mi <input type="checkbox"/> 3 sa <input type="checkbox"/> 6</p>	<p>11. ¿Cuántas horas trabaja al día?..... <input type="text"/></p> <p>12. ¿Fuma Vd. en su puesto de trabajo?</p> <p>sí <input type="checkbox"/> 1</p> <p>no <input type="checkbox"/> 2</p> <p>13. Si no es Vd. fumador ¿considera que el humo del tabaco de los demás, perjudica su salud?</p> <p>sí <input type="checkbox"/> 1</p> <p>no <input type="checkbox"/> 2</p> <p>14. Trabaja Vd. en:</p> <p>oficina cerrada..... <input type="checkbox"/> 1</p> <p>en un recinto separado por mamparas <input type="checkbox"/> 2</p> <p>en un área abierta con otras personas <input type="checkbox"/> 3</p> <p>15. ¿Se sienta Vd. a menos de 5 m de la ventana?</p> <p>sí <input type="checkbox"/> 1</p> <p>no <input type="checkbox"/> 2</p> <p>16. Puedo(n) abrirse la(s) ventana(s)</p> <p>sí <input type="checkbox"/> 1</p> <p>no <input type="checkbox"/> 2</p> <p>17. En un radio aproximado a 10 m de su puesto de trabajo existe alguna:</p> <p>máquina de escribir <input type="checkbox"/> 1</p> <p>fotocopiadora <input type="checkbox"/> 2</p> <p>pantalla de ordenador <input type="checkbox"/> 3</p> <p>impresora <input type="checkbox"/> 4</p> <p>teletipo o fax <input type="checkbox"/> 5</p> <p>franqueadora <input type="checkbox"/> 6</p> <p>otras. Especificar <input type="checkbox"/> 7</p> <p>A continuación encontrará una serie de preguntas sobre el lugar donde transcurre la mayor parte de su Jornada de Trabajo.</p> <p>Conteste sinceramente a todas las preguntas, considerando únicamente las cuestiones que le afecten directamente.</p>
--	--

18. Hay ruido que procede de:
- el sistema de ventilación 1
 - los equipos de oficina 2
 - la calle, el exterior 3
 - conversaciones 4
 - otros (especificar) 5
 - no hay ruido 6

19. En relación a la ventilación:
- hay corrientes de aire 1
 - falta de ventilación / estancamiento del aire 2
 - otros (especificar) 3
 - no hay problemas 4

20. La temperatura/humedad produce:
- demasiado calor 1
 - demasiado frío 2
 - demasiada humedad 3
 - demasiada sequedad 4
 - otros (especificar) 5
 - no crea problemas 6

21. Se perciben olores de:
- comida 1
 - humo del tabaco 2
 - corporales 3
 - otros olores (especificar) 4
 - no se perciben olores 5

22. La iluminación:
- es demasiado intensa 1
 - es escasa 2
 - produce deslumbramientos 3
 - se producen parpadeos de la luz 4
 - otros (especificar) 5
 - es correcta 6

23. En el área de trabajo le molesta:
- la decoración 1
 - la compartimentación 2
 - la moqueta en suelo y/o paredes 3
 - la falta de limpieza 4
 - otros (especificar) 5
 - no le molestan estos aspectos 6

24. Otros aspectos que le afecten:
- aislamiento 1
 - falta de intimidad 2

- vistas 3
- perturbaciones / distracciones 4
- sentimiento de encierro 5
- otros (especificar) 6
- ninguno 7

Las siguientes preguntas se refieren a aspectos de la organización del trabajo.

Conteste sinceramente a todas las preguntas, considerando únicamente las cuestiones que le afecten directamente.

25. En general, el nivel de atención que debe mantener para realizar su trabajo es:
- alto 1
 - medio 2
 - bajo 3

26. En los últimos tres meses la cantidad de trabajo que ha tenido, generalmente:
- no ha sido suficiente para estar ocupado/a 1
 - ha sido suficiente 2
 - ha sido excesiva 3

27. El ritmo de trabajo está determinado por:
- el ritmo de una máquina o cadena 1
 - el ritmo de otros compañeros 2
 - causas externas (público, clientes...) 3
 - objetivos que hay que alcanzar, primas 4
 - no hay un ritmo prelijado 5

28. El ritmo de trabajo:
- obliga a trabajar demasiado deprisa 1
 - es normal 2
 - se podrían hacer más cosas 3

29. ¿Cuál de estas frases refleja mejor lo que Vd. hace en su puesto de trabajo?
- repite las mismas tareas y hago siempre lo mismo 1
 - hago siempre lo mismo con ligeras variantes 2
 - el trabajo es variado 3
 - el trabajo es muy variado 4

30. Cuando en su puesto de trabajo se comete algún error
- generalmente pasa desapercibido 1
 - puede provocar problemas menores y entorpecer el trabajo 2
 - puede producir consecuencias graves para el desarrollo del trabajo o sobre las personas .. 3

47. En caso afirmativo ¿cuál de los siguientes aspectos dificultan esta comunicación? (marcar más de una respuesta si es necesario)
- las normas de la empresa 1
 - el inmediato superior 2
 - no poder desviar la atención del trabajo 3
 - el ritmo de trabajo 4
 - estar aislado 5
 - Otras causas. Especificar 6

48. El control del trabajo por parte de Jefatura, le parece:
- insuficiente 1
 - adecuado 2
 - excesivo 3

Las siguientes preguntas se refieren a ciertos síntomas que Vd. puede haber experimentado durante su trabajo. Por favor, anote solamente aquellos que considere relacionados con el edificio en el que trabaja. Por ejemplo, si normalmente Vd. sufre unos cuantos resfriados al año no ha de marcar los síntomas correspondientes, pero sí, desde que trabaja en el edificio, ha observado que su frecuencia ha aumentado, entonces sí debe señalarlos.

¿En el último mes, ha experimentado alguno de los síntomas que se expresan a continuación y que considere relacionados con el edificio en el que trabaja?

49. Síntomas oculares: NO SÍ
- entorpecimiento 1
 - escozor / picor 2
 - sequedad 3
 - lagrimeo 4
 - hinchazón 5
 - visión borrosa 6
 - otros 6

50. Utilización lentes de contacto: NO SÍ
- en caso afirmativo, presenta:
- molestias 1
 - dépósitos / película 2
 - otros 3

51. Síntomas nasales NO SÍ
- hemorragia nasal 1
 - congestión nasal 2
 - sequedad nasal 3

59. Síntomas de tensión: NO SÍ
- ansiedad 1
 - irritabilidad 2
 - insomnio 3
 - agotamiento 4
 - depresión 5
 - sensación de pánico 6
 - otros 7

- rinitis (goteo nasal) 5
- estornudos seguidos (+ de 3) 6
- otros 6

52. Síntomas de garganta: NO SÍ
- sequedad 1
 - picor 2
 - dolor 3
 - otros 4

53. Trastornos respiratorios: NO SÍ
- dificultad para respirar 1
 - tos 2
 - dolor en el pecho 3
 - otros 4

54. Síntomas bucales: NO SÍ
- sabores extraños 1
 - sequedad / sensación de sed 2
 - otros 3

55. Trastornos cutáneos: NO SÍ
- sequedad de piel 1
 - erupciones 2
 - escamas 3
 - picor 4
 - otros 5

56. Trastornos digestivos: NO SÍ
- mala digestión 1
 - náuseas 2
 - vómitos 3
 - diarrea 4
 - estreñimiento 5
 - dolor/pinchazos 6
 - otros 7

57. Síntomas dolorosos NO SÍ
- de espalda 1
 - musculares 2
 - de articulaciones 3
 - otros 4

58. Síntomas parecidos a la gripe: NO SÍ
- fiebre 1
 - escalofríos 2
 - debilidad 3
 - otros 4

60. Trastornos generales: NO SÍ
- apatía 1
 - debilidad 2
 - mareo 3
 - dificultad de concentración 4
 - dolor de cabeza 5
 - aletargamiento/falta de energía 6
 - menstruación irregular 7

OBSERVACIONES:

Si tiene algo que añadir, le rogamos utilice este espacio

Secuencia de actuación

La actuación, en lo concerniente a la recogida de información mediante el cuestionario de síntomas, sería como sigue:

- Determinación del número (n) de cuestionarios a rellenar:
 - Para plantillas inferiores a 50 trabajadores ($N \leq 150$) se pasa el cuestionario a todos los ocupantes.
 - Para plantillas superiores ($N > 150$) se extrae una muestra representativa mediante muestreo al azar, teniendo en cuenta lo siguiente:
 - Prevalencia (frecuencia de síntomas) mínima requerida para determinar la existencia de un SEE: $p = 0.20$.
 - Nivel de confianza escogido: 95% ($z = 1.96$).
 - Error máximo de precisión permitido en la estimación de la muestra: $d = 0.5$.

Con estos datos el tamaño (n) de la muestra se calcula mediante la fórmula:

$$n = \frac{S}{1 + \frac{S}{N}}$$

Donde:

$$S = \frac{z^2 \times p(1 - p)}{d^2}$$

En aquellos edificios donde hay varias plantas se efectuará un muestreo porcentual a partir del número n calculado.

- Del listado de la plantilla, se extraerán los sujetos que van a contestar al cuestionario (teniendo prevista la substitución en caso de no respuesta) mediante la utilización de los números aleatorios.

El motivo de que los que contesten el cuestionario **no sean voluntarios** es evidente: la inquietud por responder puede ser debida a su condición de «afectado» o «enfermo», con lo que incurriríamos en un sesgo de selección, aumentando de forma artificial la prevalencia de los síntomas.

- Se aplicará el cuestionario a todos los integrantes de nuestra muestra, en el mismo día, evitando que los participantes discutan las respuestas y manteniendo su anonimato.
- El paso siguiente es naturalmente la descriptiva de las respuestas en relación a las condiciones de trabajo y a los síntomas y su ubicación en el plano del edificio estudiado.

De la relación entre ambos obtendremos, con mayor o menor precisión:

- Por un lado el diagnóstico de SEE (prevalencia de síntomas > 0.20).
- Por otro, el tipo y la localización de las quejas.

Las fases subsiguientes vendrán condicionadas por dichos resultados así como de la información general recogida en la primera fase ya mencionada, surgiendo de los mismos la línea de trabajo a seguir para la evaluación de los factores de riesgo.

Cada caso requerirá de actuaciones específicas en la medición de contaminantes químicos, biológicos y físicos e incluso pudiera ser necesario una nueva intervención sobre subgrupos específicos de los ocupantes del edificio mediante nuevas encuestas o reconocimientos médicos.

Conclusiones

En resumen, en base al conocimiento actual, parece improbable que el problema del SEE pueda ser erradicado a corto plazo. Por ello es preciso avanzar en el conocimiento del mismo mediante amplios estudios controlados que permitan objetivar la posible relación entre los síntomas referidos y las condiciones ambientales.

En el terreno de la Salud Laboral, nos planteamos el control inicial de este problema a través de protocolos uniformes para la identificación de la sintomatología propia del SEE, así como de la vigilancia estrecha de los trabajadores a riesgo.

■ Anexo IV. ECUACIÓN NIOSH

■ Levantamiento manual de cargas: Método NIOSH

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 relacionadas 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	
$LPR = LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM \times CM$	
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.

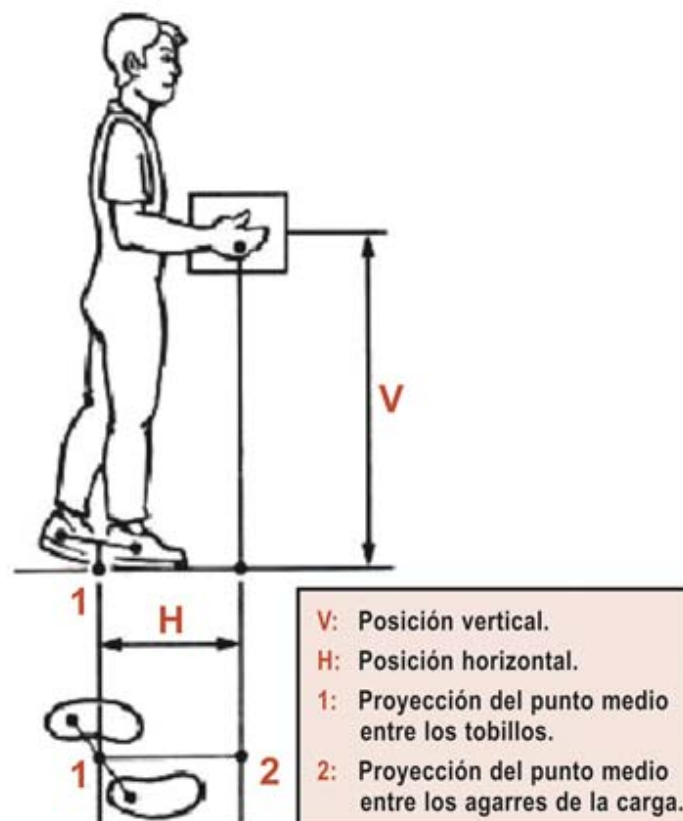
Se basa en el límite de peso aceptable para una persona trabajando en unas condiciones determinadas e integra el criterio biomecánico y el fisiológico pero tiende a sobreestimar la capacidad de los trabajadores para tareas repetitivas de duración prolongada.

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).

Figura 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 asimiento 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 más allá de la altura de los hombros.

Se determina:

$$DM = (0,82 + 4,5/D)$$

$$D = V1 - V2$$

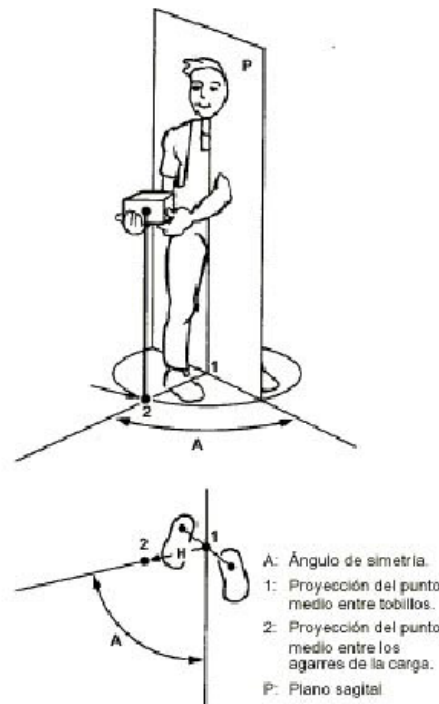
donde V1 es la altura de la carga respecto al suelo en el origen del movimiento y V2, la altura al final del mismo.

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 (asymmetric 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.

Figura 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 encontrarnos 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.

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

MALO	REGULAR	BUENO
<p>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).</p>	<p>1 Recipientes de diseño óptimo con asas o asideros perforados en el recipiente de diseño subóptimo (ver definiciones 1, 2, 3 y 4).</p>	<p>1 Recipientes de diseño subóptimo, objetos irregulares o piezas sueltas que sean voluminosas, difíciles de asir o con bordes afilados (ver definición 5).</p>
<p>2 Objetos irregulares o piezas sueltas cuando se puedan agarrar confortablemente; es decir, cuando la mano pueda envolver fácilmente el objeto (ver definición 6).</p>	<p>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)</p>	<p>2 Recipientes deformables.</p>

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 em-

bargo, se pueden considerar tres zonas de riesgo según los valores del índice de levantamiento obtenidos para la tarea:

- a) Riesgo limitado (Índice de levantamiento < 1). La mayoría de trabajadores que realicen este tipo de tareas no deberían tener problemas.
- b) Incremento moderado del riesgo ($1 < \text{Índice de levantamiento} < 3$). 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.
- c) 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°C , 26°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 significadamente 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:

$$\sum_{i=2}^n ILC = ILT_1 + \sum_{i=2}^n ILT_i$$

$$\sum_{i=2}^n ILT_i = (ILT_2(F_1 + F_2) - ILT_2(F_1)) + (ILT_3(F_1 + F_2 + F_3) - ILT_3(F_1 + F_2)) + \dots$$

$$+ (ILT_n(F_1 + F_2 + F_3 + \dots + F_n) - (ILT_n(F_1 + F_2 + F_3 + \dots + F_{n-1})))$$

donde:

- ILT_1 es el mayor índice de levantamiento obtenido de entre todas las tareas simples.
- $ILT_i(F_j)$ es el índice de levantamiento de la tarea i , calculado a la frecuencia de la tarea j .
- $ILT_i(F_j + F_k)$ 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:

1. 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
$VM = (1-0,003 \cdot IV-75I)$	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 ($ILT2 = 1,73$),

tarea 3 ($ILT3 = 1,1$) y

tarea 1 ($ILT1 = 0,988$).

La fórmula toma la forma siguiente:

$$ILC = ILT2(F2) + (ILT3(F2+F3) - ILT3(F2)) + (ILT1(F2+F3+F1) - ILT1(F2+F3))$$

siendo $ILT3(F2+F3)$ 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:

$$FM(F2+F3) = FM(2+2) = FM(4) = 0,72$$

$$LPR(T3) = 23 \cdot HM \cdot VM \cdot DM \cdot AM \cdot FM \cdot CM = 11,74$$

$$ILT3(F2+F3) = carga/LPR(T3) = 1,3$$

$$FM(F2) = FM(2) = 0,84$$

$$LPR(T3) = 23 \cdot HM \cdot VM \cdot DM \cdot AM \cdot FM \cdot CM = 13,7$$

$$ILT3(F2) = carga/LPR(T3) = 1,1$$

$$FM(F2+F3+F1) = FM(2+2+1) = FM(5) = 0,6$$

$$LPR(T1) = 23 \cdot HM \cdot VM \cdot DM \cdot AM \cdot FM \cdot CM = 13,8$$

$$ILT1(F2 + F3 + F1) = carga/LPR(T1) = 1,45$$

$$FM(F2+F3) = FM(2+2) = FM(4) = 0,72$$

$$LPR(T1) = 23 \cdot HM \cdot VM \cdot DM \cdot AM \cdot FM \cdot CM = 16,56$$

$$ILT1(F2 + F3) = carga/LPR(T1) = 1,2$$

$$ILC = 1,73 + (1,31,1) + (1,451,2) = 2,17$$

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.

■ Anexo V. **COMENTARIOS A LAS NORMAS UNE-EN 1005 2, 3, 4 Y 5**

■ 1. Norma UNE-EN-1005-2:

Se trata de una norma que establece los límites para la manipulación manual de cargas y que es muy similar a la conocida ecuación de NIOSH, con alguna ventaja sobre esta como es el establecimiento de limitaciones para determinadas situaciones que la ecuación anterior no tiene presente.

Establece varias constantes de carga en función de varias variables:

- Uso doméstico: Se clasifica entre persona en general y otro grupo al que pertenecen los niños o personas mayores.
- Uso profesional general: Clasifica estos en dos grupos similares al caso anterior y además en función del género (varones 25kg y mujeres: 15 kg).
- Uso profesional excepcional: Para casos de manipulaciones y trabajadores excepcionales.

Establece varios factores multiplicadores:

- Localización vertical.
- Desplazamiento vertical.
- Localización horizontal.
- Angulo de asimetría.
- Agarre.
- Frecuencia.
- Manipulación con una mano.
- Manipulación por varias personas.

Establece los límites de tolerabilidad para el riesgo (0.85; 0.85-1 y mayor de 1.

Establece tres niveles de evaluación:

- Método 1: Se trata de un cuestionario que establece la tolerabilidad del riesgo por medio de valores críticos.
- Método 2: Se realiza una evaluación por medio de tablas

- Método 3: se realiza la evaluación por medio de la fórmula anteriormente citada, donde se incluyen determinadas situaciones especiales como es la manipulación con una mano, manipulación por dos personas o el realizar un trabajo que requiera un esfuerzo fisiológico añadido a la manipulación manual de cargas.

2. Norma UNE-EN 1005-3:

Se trata de una norma que especifica los límites de fuerza recomendados para acciones realizadas durante la utilización de máquinas.

Se trata de determinar la capacidad básica de generación de fuerza disponiendo de tres alternativas:

- Alternativa 1: Se utilizan valores de fuerza isométrica máxima, ya calculados, y contenidos en una tabla, que corresponden a la población europea, donde se establecen límites para el ámbito profesional y doméstico.
- Alternativa 2: Calcula la fuerza isométrica máxima por medio de unos cálculos sencillos, utilizando tablas de población femenina especificando la media y la desviación típica. Esta alternativa puede utilizarse si la población de usuarios es similar a la población europea o si no se dispone de datos demográficos específicos de la población usuaria.
- Alternativa 3: Permite el cálculo preciso de la fuerza isométrica máxima para la población objeto de estudio.

Una vez obtenido este valor, se reduce en función de unos factores multiplicadores:

- Multiplicador dependiente de la velocidad.
- Multiplicador de frecuencia asociado a la duración de las acciones individuales.
- Multiplicador de duración.

Tras esto se calcula la llamada capacidad reducida que es el resultado de multiplicar la fuerza isométrica máxima calculada por el factor de velocidad, frecuencia y duración.

Este resultado se dividirá por la fuerza realizada y este nos indicará el nivel de tolerabilidad del riesgo, establecido en tres niveles, recomendada, no recomendada o a evitar.

Norma UNE-EN-1005-4:

Por esta norma se establecen las posturas y la repetitividad clasificándola según las distintas partes del cuerpo: tronco; antebrazo; cabeza y cuello y otras partes del cuello:

- Hombro.
- Antebrazo.
- Codo.
- Brazo.
- Muñeca.
- Desviaciones de la palma de la mano.
- Espalda.
- Cadera.
- Rodilla.
- Tobillo.

Estas posturas son clasificadas en función de dos escalones:

- Escalón 1: Clasifica las distintas posturas en función de que sea estática, tenga un movimiento de baja frecuencia o de alta frecuencia, clasificándola en aceptable, condicionalmente aceptable y no aceptable.
- Escalón 2: Establece las condiciones para que aquellas situaciones consideradas como condicionalmente aceptables, sean aceptables.

Norma UNE-EN-1005-5:

En esta norma se establece un método, basado en el método OCRA, para evaluar el riesgo de trastorno musculoesquelético en el miembro superior.

Para ello, establece dos métodos:

- Método 1: En este método se identifica la existencia de repetitividad en un puesto de trabajo estableciéndose mediante un cuestionario la

existencia de riesgo tolerable. Para esta determinación se comprueba la realización de fuerza, las posturas adoptadas con el miembro superior, la repetitividad, el número de acciones técnicas realizadas y la existencia de factores adicionales.

- Método 2: Para los casos en los que no se haya podido demostrar la inexistencia de riesgo mediante el método 1 deberá calcularse este mediante el índice OCRA.

Este índice consta de dos modalidades, monotarea y multitarea.

La monotarea consiste en la realización de una tarea exclusivamente y la multitarea cuando en un puesto de trabajo se realizan varias tareas distintas .

El índice OCRA se utiliza en ambos casos, consistiendo en el cociente de dividir la frecuencia previsible por la frecuencia de referencia.

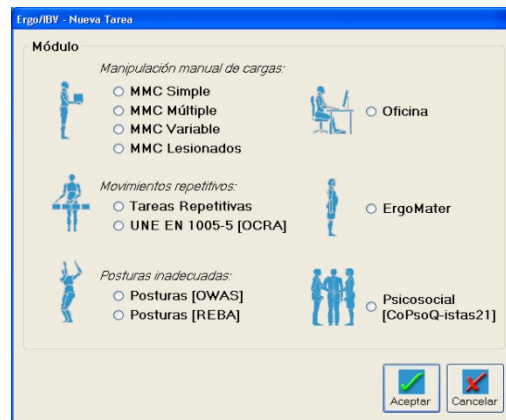
La frecuencia previsible consiste en la relación entre el número de acciones técnicas con el tiempo de ciclo.

La frecuencia de referencia es un producto que consta de la constante de frecuencia (30), el multiplicador de fuerza, de postura, de repetitividad, de factores adicionales, de tiempo de recuperación y de duración de la tarea.

Si el resultado es menor de 2.2 corresponderá a una zona verde, entre 2.2 y 3.5 amarilla y si es mayor de 3.5 en roja.

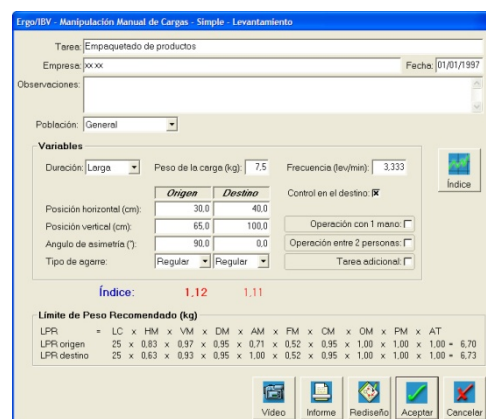
■ Anexo VI. ERGO/IBV

■ **Ergo/IBV** es una herramienta informática desarrollada por el Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV) para la evaluación de riesgos ergonómicos y psicosociales del trabajo. Esta aplicación incluye procedimientos de evaluación que cumplen con los **Niveles II y III** propuestos en el **INVASSAT-ERGO** en relación con los riesgos ergonómicos asociados al levantamiento manual de cargas (Guía Técnica del INSHT; UNE-EN 1005-2; Índice de Levantamiento Variable), las posturas (REBA), la repetitividad (UNE-EN 1005-5; Tareas Repetitivas) y los trabajadores especialmente sensibles (Universidad de Ohio, ErgoMater).

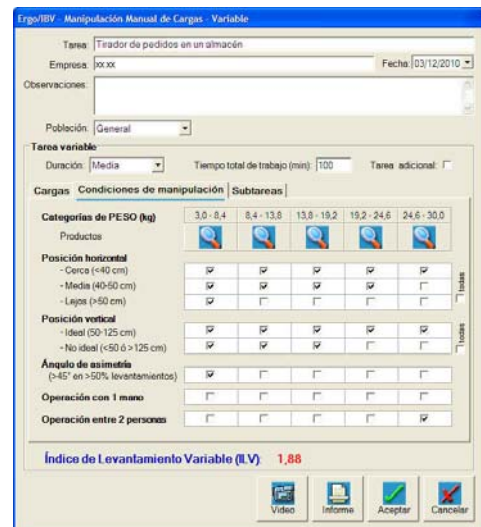
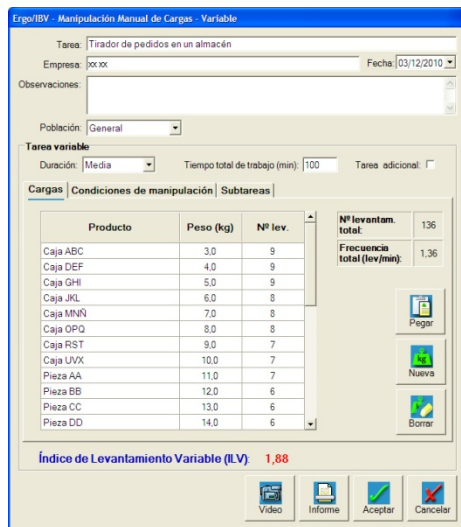


Concretamente, la versión actual de Ergo/IBV se estructura en los siguientes módulos de evaluación de riesgos:

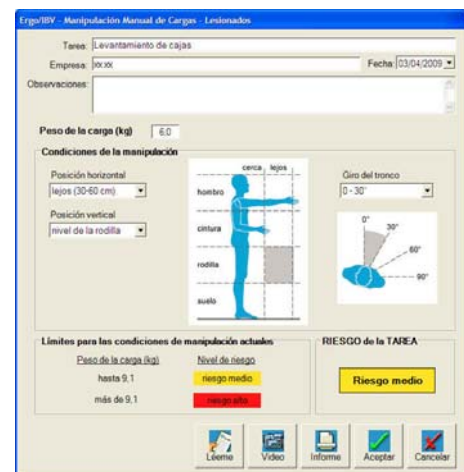
■ **MMC Simple y MMC Múltiple**, para analizar tareas de levantamiento, transporte, empuje o arrastre de cargas, y determinadas combinaciones de estas acciones. A partir de las variables asociadas a la tarea (peso y posición de la carga, frecuencia y duración de la manipulación, etc) se calcula un índice de riesgo para la zona dorsolumbar de la espalda. Ambos módulos ofrecen recomendaciones para realizar un rediseño interactivo de la tarea con objeto de reducir el índice de riesgo. El análisis de los levantamientos de cargas se basa en la **ecuación NIOSH**, la **Guía Técnica del INSHT** y la norma **UNE-EN 1005-2**. El análisis de los transportes, empujes y arrastres de cargas se basa en las tablas de Snook y Ciriello sobre pesos y fuerzas máximas aceptables.



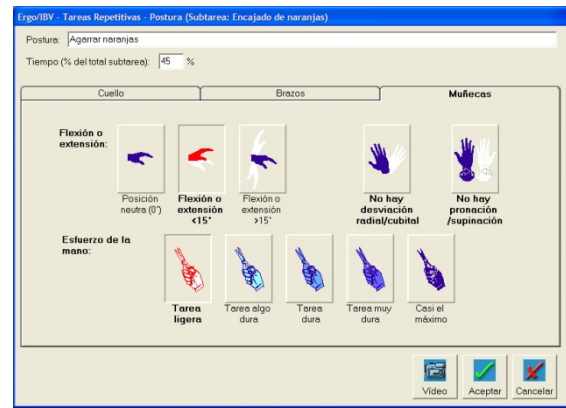
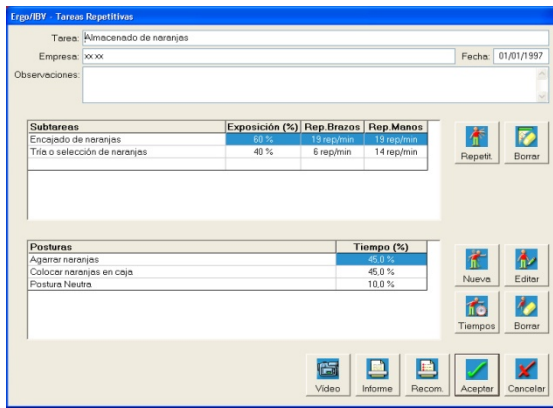
- **MMC Variable**, para analizar tareas de levantamiento manual de cargas con una gran variabilidad en los pesos y condiciones de manipulación; por ejemplo, las que se dan en puestos de tirador de pedidos de almacenes o en el manejo de equipajes. Mantiene los criterios de la clásica ecuación NIOSH pero simplifica la introducción y el análisis de una gran cantidad de datos que no sería viable analizar con el módulo MMC Múltiple. Se calcula el denominado **Índice de Levantamiento Variable (ILV)** que representa el nivel de riesgo de la tarea. Se basa en un procedimiento desarrollado conjuntamente por varios autores de la propia ecuación NIOSH, del centro EPM de Milán y de la Universidad Politécnica de Cataluña.



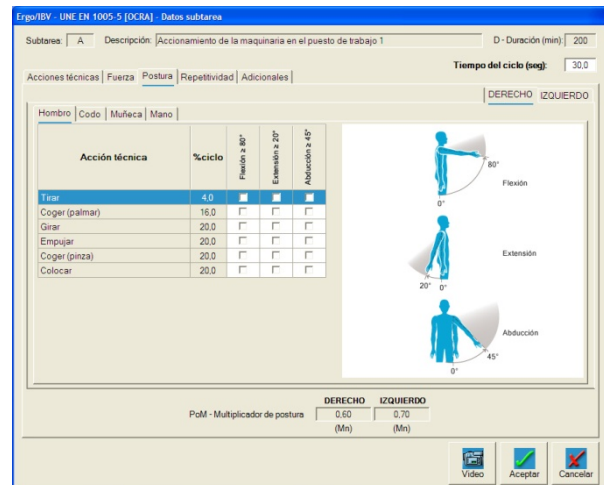
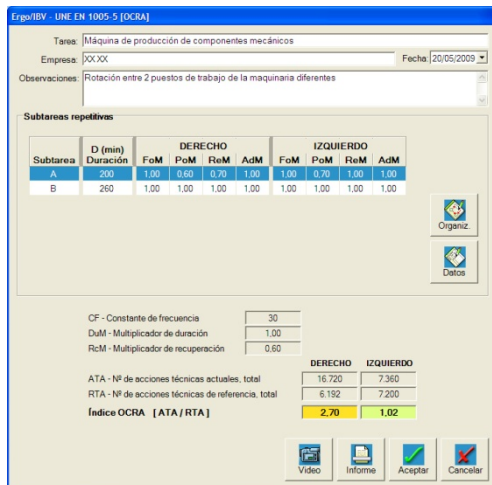
- **MMC Lesionados**, para analizar tareas de levantamiento manual de cargas realizadas por trabajadores lesionados y minimizar el riesgo al volver al trabajo tras una lesión lumbar. A partir del peso de la carga y de ciertas condiciones de la manipulación se calcula el nivel de riesgo de la tarea. Incluye recomendaciones para reducir el riesgo cuando el caso lo requiere. Se basa en un estudio de investigación desarrollado por la **Universidad de Ohio**.



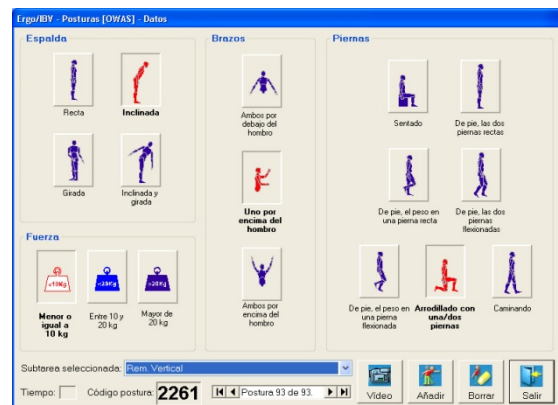
- **Tareas Repetitivas**, para analizar tareas con movimientos repetitivos de los miembros superiores. Calcula por separado el nivel de riesgo para la zona del cuello-hombro y de la mano-muñeca, a partir del tiempo de exposición, la repetitividad de los movimientos de brazos y manos, y la codificación de la postura. Ofrece recomendaciones para reducir el nivel de riesgo cuando éste es elevado. Se basa en un estudio de investigación desarrollado por el IBV en colaboración con Unión de Mutuas y CC.OO.



- **UNE EN 1005-5 [OCRA]**, para analizar tareas con movimientos repetitivos de los miembros superiores aplicando la normativa vigente. A partir de las diferentes variables asociadas a la tarea (fuerza, postura, repetitividad, factores adicionales, duración y recuperación) se calcula el nivel de riesgo mediante el **índice OCRA**. Se basa en la norma **UNE EN 1005-5** relativa a la evaluación del riesgo por manipulación repetitiva de alta frecuencia.

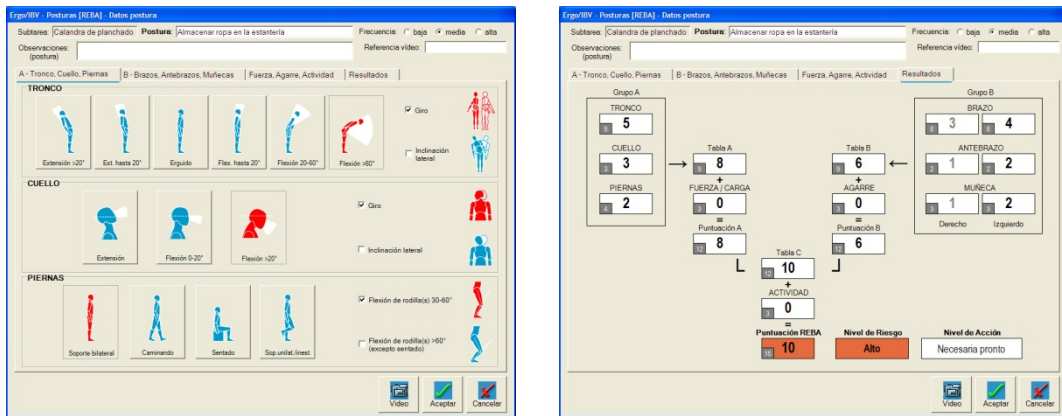


- **Posturas [OWAS]**, para evaluar el nivel de riesgo de las posturas inadecuadas de la espalda, los brazos y las piernas aplicando el método OWAS de análisis postural. Se requiere observar la postura de trabajo cada cierto intervalo de tiempo regular (muestreo), codificando la posición del cuerpo y la fuerza realizada.



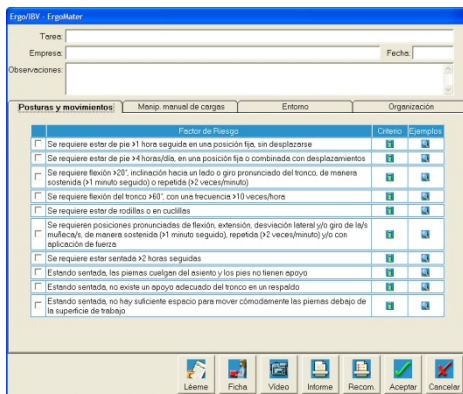
- **Posturas [REBA]**, para evaluar el nivel de riesgo de las posturas inadecuadas de tronco, cuello, miembros superiores o inferiores aplicando el **método REBA** de análisis postural. Por cada postura evaluada se codifica la posición de los diferentes segmentos corporales, junto con la fuerza, el tipo de agarre y la actividad muscular que implica. Se obtienen puntuaciones intermedias y una puntuación

ción REBA final, que representa el nivel de riesgo de la postura y el nivel de acción necesario para reducir el riesgo.



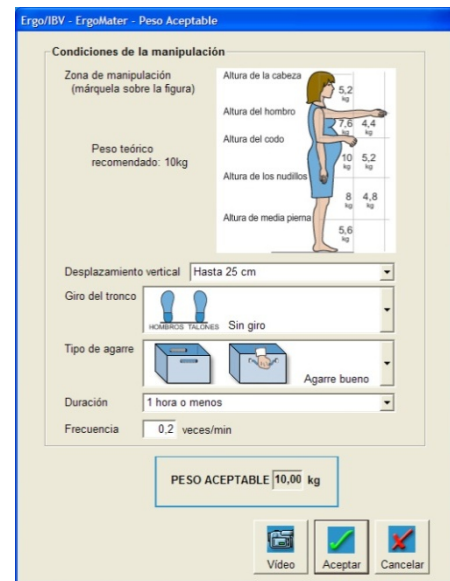
- **Oficina**, para analizar tareas de oficina en las que el trabajador está más de 2 horas diarias de trabajo efectivo con pantallas de visualización de datos. Considera factores de riesgo relacionados con el ordenador, el mobiliario de trabajo (silla, mesa y accesorios), el entorno (iluminación, ruido, ambiente térmico y espacio) y la organización del trabajo. Se ofrecen recomendaciones para mejorar los aspectos inadecuados detectados en la evaluación.

- **ErgoMater**, para detectar factores de riesgo ergonómico para la trabajadora embarazada. Contiene ítems relacionados con las demandas físicas de las tareas, las condiciones del entorno y de la organización del trabajo que pueden implicar riesgos para la madre y/o el feto. Cada ítem se acompaña del criterio que explica el riesgo asociado a dicho factor, y algunos ejemplos de trabajos que podrían presentar el riesgo en cuestión.



riesgo en cuestión.

Ofrece recomendaciones para ayudar a controlar los riesgos detectados en el análisis. Se basa en un estudio de investigación desarrollado por el IBV en colaboración con Unión de Mutuas y Muvale.



- **Psicosocial [CoPsoQ-istas21]**, permite evaluar la exposición en el trabajo a factores de riesgo psicosocial aplicando la versión corta del método CoPsoQ-istas21. Consta de un cuestionario individual, voluntario y confidencial que analiza diferentes aspectos como las exigencias psicológicas, el trabajo activo y las posibilidades de desarrollo, la inseguridad, el apoyo social y la calidad de lide-

razgo, la doble presencia y la estima. El análisis individual ofrece el nivel de exposición psicosocial, en relación con la población ocupada de referencia, y el análisis colectivo la proporción de trabajadores en cada nivel de exposición. Cuando el caso lo requiere, se ofrecen recomendaciones para establecer propuestas de mejora.

■ Anexo VII: **ErgoDis/IBV**

■ **ErgoDis/IBV** es una herramienta informática desarrollada por el Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV) para la adaptación ergonómica de puestos de trabajo para personas con discapacidad. Permite analizar el trabajo y el trabajador utilizando criterios y niveles de valoración similares, para facilitar la comparación de los datos y la identificación del grado de ajuste o desajuste entre las demandas del trabajo y la capacidad funcional de una determinada persona. Permite evaluar y prevenir los riesgos derivados de la actividad laboral tal como la realiza el sujeto, con el fin de evitar el empeoramiento de deficiencias ya existentes y/o la aparición de deficiencias nuevas. Puede utilizarse en diferentes contextos y con diferentes objetivos, como la selección de empleo, el diseño/rediseño del puesto de trabajo, o la evaluación de la vuelta al trabajo de una persona con discapacidad. El método incorpora una base de datos con recomendaciones sobre soluciones de adaptación.



Para el análisis del trabajo y del trabajador con discapacidad se ha previsto una serie de formularios normalizados que facilitan la recopilación de información y su tratamiento posterior por el programa informático.

Los formularios de análisis del trabajo incluyen los siguientes aspectos: generalidades de identificación de la empresa y del puesto; descripción de las tareas de trabajo, incluyendo los equipos utilizados y el tiempo dedicado a cada una; análisis de las demandas físicas, sensoriales, de comunicación y psíquicas de las tareas, donde cada ítem se valora según una escala de tres niveles de demanda (A: no necesaria; B: intermedia; C: indispensable); condiciones del entorno ambiental y

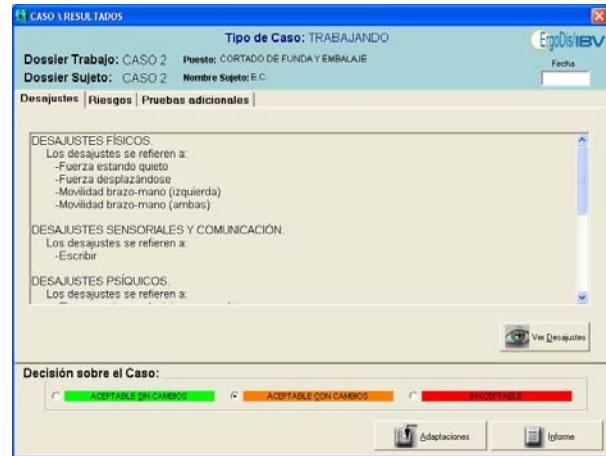
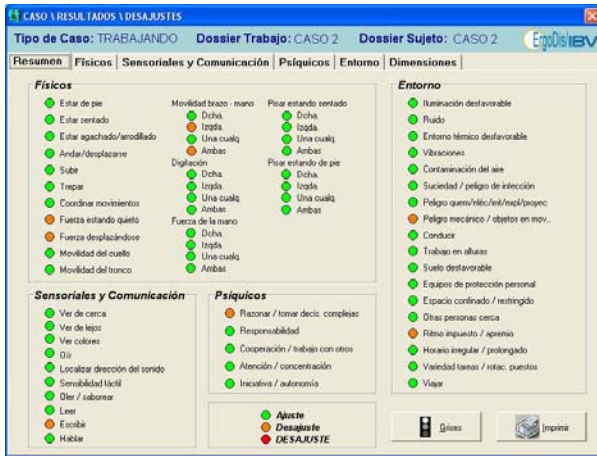
psicosocial, valoradas también en tres niveles (A: no; B: ocasional; C: frecuente); dimensiones del puesto de trabajo, incluyendo los alcances y las holguras relevantes; barreras arquitectónicas de las zonas utilizadas por el trabajador; el riesgo por carga ambiental, derivado de las condiciones de iluminación, ruido y entorno térmico; el riesgo por carga física asociado a las posturas de trabajo, determinado a partir de la posición de las partes corporales, el tipo de actividad muscular y la fuerza empleada por el trabajador.

Por otra parte, los formularios de análisis del sujeto incluyen los siguientes aspectos: generalidades de identificación, socioculturales y laborales del individuo; tipo de discapacidad, incluyendo las ayudas técnicas personales que utiliza habitualmente; análisis de las capacidades físicas, sensoriales, de comunicación y psíquicas del trabajador,

mediante ítems idénticos a los del formulario de demandas del trabajo pero valorados aquí según una escala de tres niveles de capacidad (A: normal; B: limitación; C: no puede); tolerancia al entorno ambiental y psicosocial, valorada también en tres niveles (A: normal; B: limitación; C: no tolera); tolerancia a las dimensiones relevantes del puesto de trabajo; opinión del trabajador acerca de las condiciones del trabajo y sus sugerencias para resolver los posibles problemas detectados.

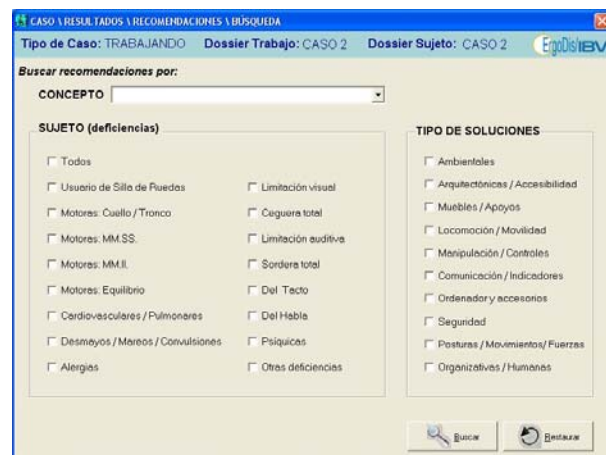
Para comprobar el grado de adecuación trabajo-sujeto, el programa compara directamente determinados ítems de uno y otro y aplica unas reglas de interpretación sobre la situación resultante. Por una parte, se comparan las demandas del trabajo con las capacidades del sujeto, para detectar problemas relacionados con los ítems físicos, sensoriales, de comunicación y psíquicos. Así mismo, se compara el entorno de trabajo con la tolerancia al entorno del sujeto. Los resultados de este procedimiento se resumen en una ventana del programa que asocia códigos de color a las diferentes situaciones de adecuación. Así mismo, a partir de la información recopilada en los formularios correspondientes, el programa determina automáticamente cuál es el nivel de riesgo asociado a la carga ambiental y a la carga física.

Una vez se dispone de todos los resultados se toma la decisión final sobre el caso trabajo-sujeto, considerando la situación en conjunto y contando con la opinión de todos los interesados.



Una vez se dispone de todos los resultados se toma la decisión final sobre el caso trabajo-sujeto, considerando la situación en conjunto y contando con la opinión de todos los interesados.

- En un extremo se encontraría el caso ideal, es decir, aquel que por carecer de desajustes, riesgos y otros problemas relevantes se considera aceptable sin cambios, tal como está. Esto implica, según el objetivo del estudio, que el empleado puede seguir trabajando en las condiciones actuales o que puede seleccionarse el empleo para ese aspirante.



- En el extremo opuesto aparece el caso inaceptable debido a desajustes, riesgos y/o demás problemas que, además, no admiten soluciones razonables. Esto supone descartar la situación actual y buscar otro empleo, repitiendo el procedimiento de estudio, o bien dejar de trabajar si el caso lo requiere.
- Pero lo más probable es que se produzca una situación intermedia entre las dos anteriores: el caso aceptable con cambios, dirigidos precisamente a solucionar los problemas detectados. Esto implica proponer una o más adaptaciones que puede aplicarse al trabajo y/o al sujeto. En este sentido, el programa informático permite acceder a una base de datos con recomendaciones que pueden servir de ayuda para resolver el caso.

ErgoDis/IBV permite realizar búsquedas de recomendaciones asociadas a varios criterios: el concepto al que se refiere la recomendación (asientos, paredes, suelos, lengua de signos, teclados, etc.); el tipo de deficiencias y otras características del sujeto al que va dirigida (usuarios de silla de ruedas, personas con deficiencias motoras, visuales,



auditivas, del tacto, del habla, psíquicas, etc.), aunque también se incluyen recomendaciones ergonómicas adecuadas para todos los trabajadores (con y sin discapacidad); el tipo de soluciones de adaptación que se pretenden (ambientales, arquitectónicas, muebles, ayudas para la locomoción, la manipulación, la comunicación, medidas organizativas, etc.)

■ **Anexo VIII: NORMA ISO 11226**

■ **Introducción:** La norma ISO es válida para todo tipo de trabajo, mientras que la norma europea solamente es válida para el trabajo con máquinas. Tiene como objetivo la valoración de las posturas estáticas. Recomienda que las tareas tengan la suficiente variedad tanto física como mental, así como de las posiciones, proponiendo un procedimiento para determinar si la postura es aceptable o no lo es. Este analiza por separado varios segmentos corporales y articulaciones en uno o dos pasos. En el primero se consideran solo los ángulos articulares, pudiendo ser el resultado aceptable, ir al paso dos o no recomendado.

Si el resultado es **aceptable**, significa que la postura lo es, si además hay variación de la postura. Si no la hubiera, la postura de trabajo deberá estar lo más cerca de la postura neutra que consiste en tronco erguido, brazos colgando libremente y mirando al frente sin forzar la posición de la cabeza.

Si el resultado es **ir al paso 2** deberá tenerse en cuenta el tiempo de mantenimiento de la postura. Las posiciones **no recomendadas** son posturas extremas de las articulaciones.

1. Determinación de las posturas de trabajo: Se puede realizar por observación, mediante fotografías o vídeos, con sistemas de medidas tridimensionales optoelectrónicas o ultrasonidos, o con dispositivos de medida aplicados al cuerpo. En la mayoría de los casos será suficiente con la observación directa.

2. Evaluación de las posturas de trabajo:

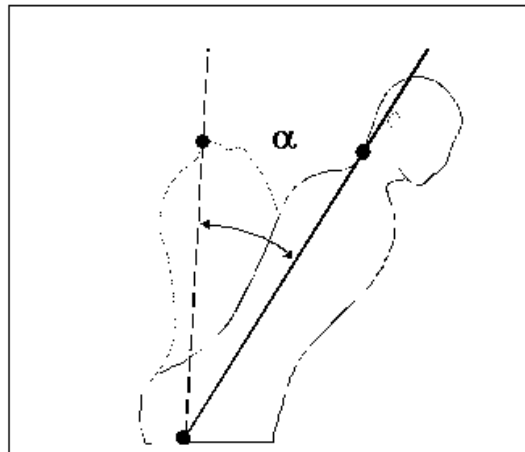
A. Postura del tronco:

i. Paso 1: Se evalúa considerando los aspectos de la siguiente tabla.

Postura tronco simétrica ^(a)				
	Característica postural	Aceptable	Ir paso 2	No recomendado
1	No			X
	Sí	X		
Inclinación del tronco α ^(b)				
	Característica postural	Aceptable	Ir paso 2	No recomendado
2	> 60°			X
	20°-60° sin apoyo del tronco		X	
	20°-60° con apoyo del tronco	X		
	0°-20°	X		
	< 0° sin apoyo total del tronco			X
	< 0° con apoyo total del tronco	X		
Postura de la zona lumbar convexa para posición sentada ^(c)				
	Característica postural	Aceptable	Ir paso 2	No recomendado
3	No	X		
	Sí			X

(a) Una postura simétrica del tronco implica que no hay rotación axial (giro), ni flexión lateral de la parte superior del tronco respecto a la pelvis.

(b) El ángulo α viene determinado por la postura del tronco durante la realización de la tarea respecto a la posición de referencia. En el caso de la figura tiene signo positivo.

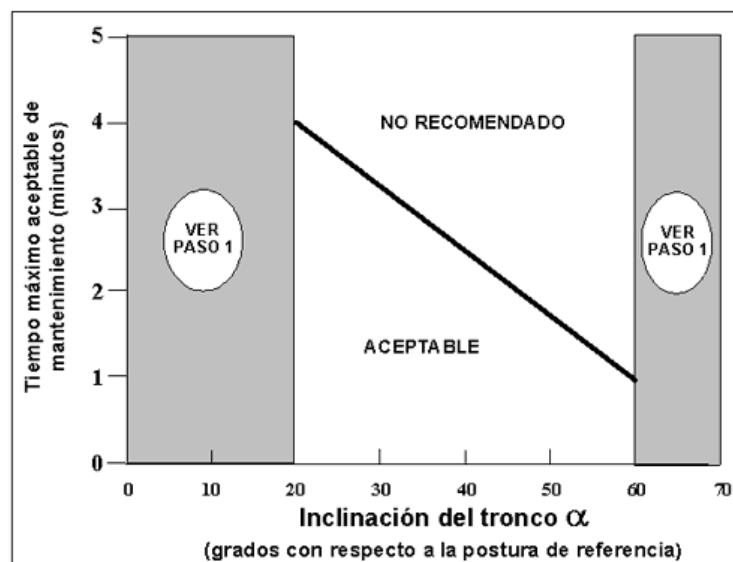


(c) Curvatura convexa de la zona lumbar de la columna vertebral. Se da a menudo cuando la zona no se apoya en un respaldo y cuando se adopta un ángulo de cadera pequeño.

ii. **Paso 2:** Se deberá evaluar el tiempo de mantenimiento de la inclinación del tronco.

Tiempo de mantenimiento	Aceptable	No recomendado
> tiempo mantenimiento máximo aceptable		X
< tiempo mantenimiento máximo aceptable	X	

El tiempo máximo aceptable de inclinación dependerá del ángulo adoptado y el tiempo que se mantenga. En el siguiente gráfico se representan esos límites.



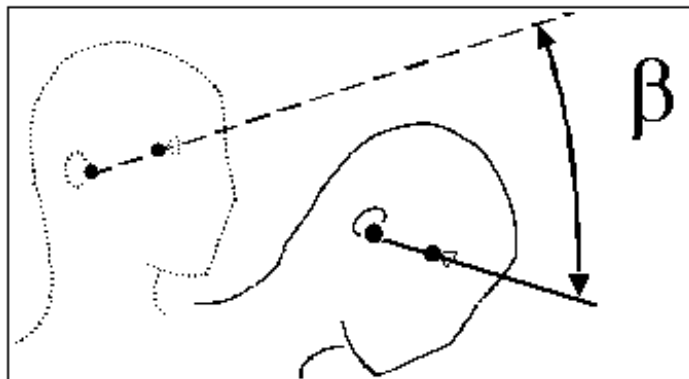
B. Postura de la cabeza:

- i. Paso 1:** Debe evaluarse considerando tanto la inclinación de la cabeza, como la postura de la cabeza respecto a la del tronco.

	Característica postural	Aceptable	Ir paso 2	No recomend.
1	Postura del cuello simétrica (a)			
	NO			X
	SÍ	X		
2	Inclinación de la cabeza β (b)			
	> 85°			X
	25°-85° sin apoyo total del tronco (c) ir al ítem 3			
	25°-85° con apoyo total del tronco		X	
	0°-25°	X		
	< 0° sin apoyo total de la cabeza			X
	< 0° con apoyo total de la cabeza	X		
3	Flexión/extensión del cuello ($\beta-\alpha$) (b)			
	> 25°			X
	0°-25°	X		
	< 0°			X

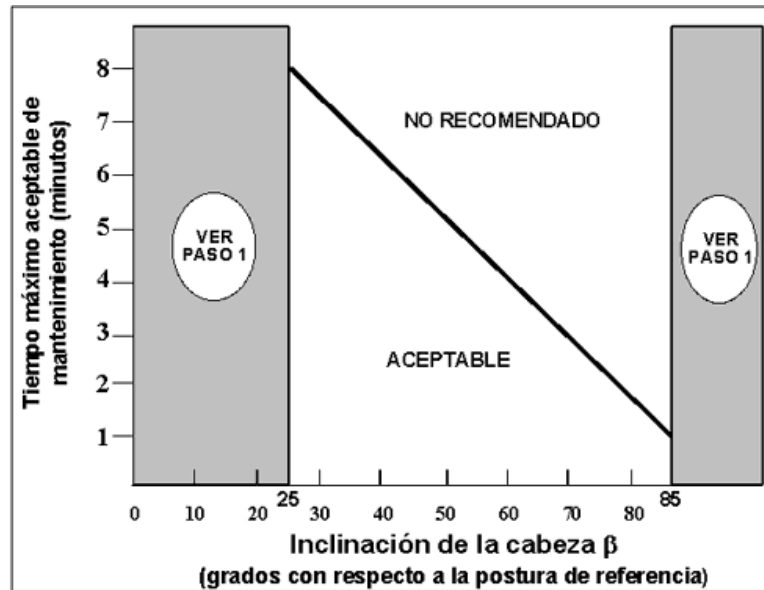
(a) Una posición simétrica del cuello implica que no haya rotación (giro) ni flexión lateral de la cabeza con respecto a la parte superior del tronco.

(b) El ángulo β viene determinado por la postura de la cabeza durante la realización de la tarea con respecto a la postura de referencia. En la figura es un ángulo positivo. Hablamos de flexión del cuello cuando la referencia $\beta - \alpha$ es positiva y de extensión cuando es negativa



(c) Para una determinada inclinación de la cabeza y del tronco, el tiempo en que este se mantendrá inclinado es crítico, porque el tiempo máximo de mantenimiento aceptable para el tronco es menor que el de la cabeza

- ii. **Paso 2:** Se debe evaluar el tiempo de mantenimiento de inclinación de la cabeza. para ello se tendrán en cuenta los límites indicados en el siguiente cuadro.



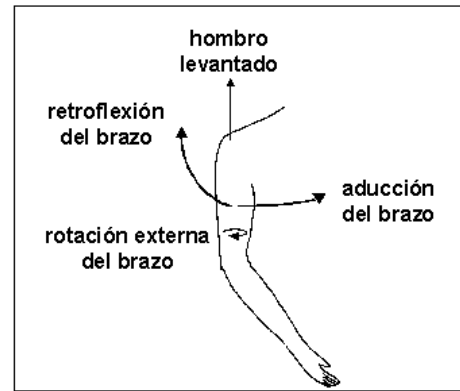
C. Postura de la extremidad superior:

i. Postura del hombro y del brazo:

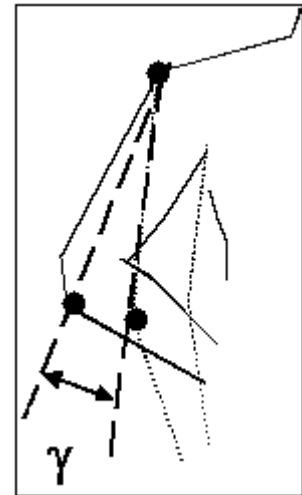
■ **Paso 1:**

	Característica postural	Aceptable	Ir paso 2	No recomend.
1	Postura del brazo forzada (a)			
	NO	X		
	SÍ			X
2	Elevación del brazo γ (b)			
	> 60°			X
	20°-60° sin apoyo total de la extremidad superior		X	
	20°-60° con apoyo total de la extremidad superior	X		
	0°-20°	X		
3	Hombro levantado (c)			
	NO	X		
	SÍ			X

(a) En la figura siguiente se representan las distintas posturas del brazo.

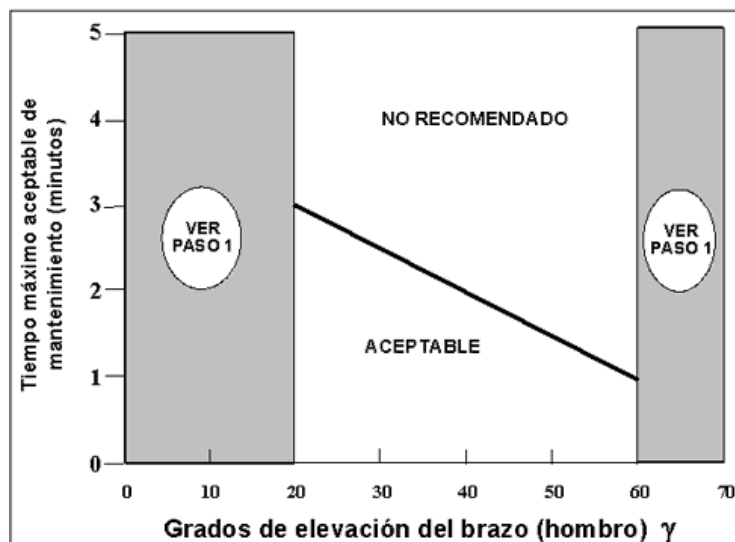


(b) El ángulo viene determinado por la postura durante la ejecución de la tarea con respecto a la postura de referencia.



(c) El procedimiento de evaluación de elevación del hombro hace referencia a la postura forzada, pero no a la elevación natural de la parte superior del hombro como consecuencia de la elevación del brazo.

■ **Paso 2:** Se evalúa el tiempo de mantenimiento de la elevación del brazo según el gráfico siguiente.



ii. Postura de antebrazo y mano:

Paso 1: Deberá tenerse presente los puntos contemplados en la siguiente tabla.

	Característica postural	Aceptable	No recomend.
1	Flexión/extensión extrema del codo (a)		
	NO	X	
	SÍ		X
2	Pronación/supinación extrema del antebrazo (a)		
	NO	X	
	SÍ		X
3	Postura extrema de la muñeca (b)		
	NO	X	
	SÍ		X

(a) Ver figura

(b) Abducción radial/cubital y/o flexión/extensión de la muñeca

iii. Postura de la extremidad inferior:

Paso 1: Se evalúa según la tabla siguiente. El ítem 3 solamente se refiere a la posición de pie, excepto cuando se utiliza un apoyo de pie. El 4 se refiere a posición de sentado. Se deberá prestar una atención especial en proporcionar una distribución equilibrada del peso del cuerpo sobre ambos pies si se está de pie o se usa un apoyo de pie; un apoyo adecuado del cuerpo mediante un asiento estable, un reposapiés o un apoyo de pie, sea cualquiera el que se aplique y una posición favorable del tobillo y de la rodilla cuando se acciona un pedal estando sentado.

	Característica postural	Aceptable	No recomend.
1	Flexión extrema de la rodilla (a)		
	NO	X	
	SÍ		X
2	Dorsiflexión/flexión plantar extrema del tobillo (a)		
	NO	X	
	SÍ		X
3	Estando de pie (<i>excepto cuando se use un apoyo de pie</i>)		
	Rodilla flexionada (b)		
	NO	X	
	SÍ		X
4	Estando sentado: Ángulo de la rodilla (c)		
	> 135°		X (d)
	90°-135°	X	
	< 90		X

(a) Ver figura

(b) Cualquier posición de la articulación diferente de 180° (muslo en línea con la pierna)

(c) 180° = Muslo en línea con la pierna

(d) Aceptable con un tronco inclinado hacia atrás

- 3. Procedimiento para determinar las posturas de trabajo de tronco, cabeza y brazo:** Para aplicar este procedimiento se pueden utilizar los procedimientos anteriormente mencionados (video, foto, etcétera) deben marcarse dos puntos en cada uno de los segmentos afectados, para lo que se requiere que : los puntos estén relacionados con el segmento corporal, que sean detectables por el sistema de medida y que no estén muy próximos,

■ **Anexo IX: NORMA ISO 11228-2**

■ **La Norma ISO 11228-2** se basa en el cálculo del límite de fuerza comparada con la medición realizada mediante el dinamómetro. Además de la fuerza interviene la altura del agarre y la distancia recorrida en metros. La evaluación se realiza en los siguientes pasos:

- **Paso 1:** Consiste en registrar algunos datos que se utilizarán en los pasos siguientes. Los datos necesarios son los siguientes:
 - Altura de agarre.
 - Distancia de empuje o tracción.
 - Frecuencia de la acción de empujar o tirar, tanto inicial como sostenida.
 - Determinar la población trabajadora.
 - Medir con dinamómetro la fuerza inicial.
 - Medir con dinamómetro la fuerza sostenida.
- **Paso 2:** Se determinan los límites de fuerza basados en mediciones de fuerza estática y se ajustan a la población (edad, sexo y estatura) y los requisitos de la tarea (frecuencia, duración y distancia del recorrido).
 - *Selección del subgrupo de población:* Se clasifican en tres grupos: un subgrupo de población femenina, otro de población masculina y otro de 59% masculina y 41% femenina.
 - *Límites básicos de fuerzas:* Se determinan los esfuerzos estáticos teniendo en cuenta el subgrupo
 - de población, la acción empujar o tirar y la altura de agarre.

Altura absoluta de agarre en m h_w	Subgrupo de población F_B (N)					
	EMPUJAR			TIRAR		
	1	3	5	1	3	5
2,05	40	87	165	14	42	91
1,90	72	120	205	40	74	132
1,75	93	142	239	61	98	167
1,60	111	159	266	78	117	197
1,45	125	172	287	93	132	221
1,30	135	180	301	105	143	240
1,15	141	185	310	113	151	252
1,00	144	187	312	118	156	259
0,85	144	185	308	120	158	261
0,70	139	180	299	119	156	257
0,55	132	172	282	114	152	247
0,40	120	160	260	107	143	231
0,25	106	144	232	96	132	212

- Notas:**
- Distribución por edad y sexo según la Europa de los 12, 1993.
 - Distribución de la estatura según Jürgens, H.W., Aune I.A., Piper, U. (1989).
 - Distribución de la fuerza según la norma DIN 33411-5.
 - Las soluciones técnicas pueden transformar completamente la tarea o al menos mejorarla.
 - No es recomendable trabajar por encima de los hombros.
 - Estos datos no son los límites de fuerza recomendados.

- Límite de fuerza básico resultante (F_{Br}): Precisa tomar algunos datos procedentes del paso 1, resultando la siguiente fórmula:

$$F_{Br} = F_B (1 - m_d - m_f)$$

Donde: F_B Es el límite de fuerza básico.

m_d Es el multiplicador de distancia.

D Es la distancia de desplazamiento.

m_f Es el multiplicador de frecuencia.

f Es la frecuencia.

MULTIPLICADORES PARA DISTANCIA <5 M (SOLO PARA FUERZA INICIAL)				
Distancia (metros)	m_d		Frecuencia veces/min. (Hz)	m_f
	Hombres	Mujeres		
<5	0.3	0,23	0,2 (0.003)	0.15
			0.5 (0,008)	0,20
			1,0 (0,016)	0.25
			2,5 (0.042)	0,30
			4,0 (0.0667)	0,33

MULTIPLICADOR PARA DISTANCIAS ≥ 5 M (SOLO PARA FUERZAS SOSTENIDAS)				
Distancia (metros)	m_d		Frecuencia veces/min (Hz)	m_f
	Hombres	Mujeres		
5	0,18	0,27	10 (0,1667)	0,49
10	0,26	0,39	5 (0,0833)	0,48
15	0,31	0,46	4 (0.0667)	0,47
20	0,34	0,51	2,4 (0,04)	0,43
25	0,36	0,55	1 (0,01667)	0,36
30	0,38	0,58	0,5 (0,008)	0,30
35	0,40	0,61	0,2 (0,003)	0,22
40	0,42	0,63	0,1 (0,0017)	0,18
45	0,43	0,65	0,05 (0,0008)	0,14
50	0,44	0,67	0,025 (0,0004)	0,11
55	0,45	0,68	0,01 (0,000278)	0,09
60	0,46	0,70	0,005 (0,000139)	0,07
65	0,47	0,71	0,0025 (0,000069)	0,05
			0,0013 (0,000035)	0,04

- **Paso 3:** Cálculo del límite de fuerza de acción (F_{LS}): Tiene en cuenta las tareas que generan grandes fuerzas de compresión lumbar y ajusta las fuerzas de empuje y arrastre de acuerdo con los límites de compresión, según la edad y el sexo.
 - *Límites de fuerza de resistencia a la compresión (F_C):* Los límites cambian según la población de usuarios. En la siguiente tabla se proporcionan estos límites.

LÍMITES DE FUERZA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SEGÚN LA POBLACIÓN DE USUARIOS F_C (KN)	
Ratio Hombres /mujeres (%)	Límites de fuerza compresiva de la columna lumbar <i>Adultos activos: Hombres 20-64 - Mujeres 18-64</i>
0:100	2,8
Natural	3,3
100:0	3,9

- *Fuerza límite de acción (F_{LS}):* Esta no debe ser superada por la fuerza medida en el puesto de trabajo. Esta se calcula mediante un gráfico que utiliza la fuerza de resistencia a la compresión (F_C), la altura de agarre y el ángulo del hombro al ejercer la fuerza. Se necesitan calcular los siguientes valores: Estatura promedio de la población, altura de agarre absoluta (h_w , postura de trabajo más común para la media, ángulo SJ y FA y, fuerza límite de acción (F_{LS}):
 - *F_{LS} para EMPUJE:* Para la población activa de los tres subgrupos es de ≥ 600 N. este valor es una constante establecida por el valor de la F_C y la altura de agarre, determinado mediante las gráficas de compresión de la columna lumbar.
 - *F_{LS} para TIRAR:* Se debe determinar mediante tres gráficas que establecen F_{LS} mediante la F_C , la altura de agarre absoluta y los ángulos del hombro y de la fuerza. La selección de la gráfica depende de la altura de agarre.
- **Paso 4: Nivel de riesgo:** Para la obtención del nivel de riesgo se deben calcular los límites de seguridad, debiéndose calcular previamente el **límite de fuerza (F_L)**. Este se calcula comparando el límite de fuerza muscular (F_{BR}) y el límite de fuerza de acción (F_{LS}), seleccionando la fuerza mínima entre las dos.

Para evaluar el riesgo, la fuerza resultante se compara con el límite de seguridad (F_R), que se calcula a partir del límite de fuerza (F_L) y un multiplicador de riesgo m_r mediante la siguiente fórmula:

$$F_R = m_r \times F_L$$

Donde: $m_r = 0.85$ representa el límite superior de la zona verde.

$m_r = 1$ representa el límite superior de la zona amarilla.

A continuación, deben compararse las fuerzas medidas, inicial (FI) o sostenida (FS), con el resultado F_R para la evaluación final. Se debe utilizar la fuerza inicial si la distancia a empujar o tirar es menor o igual a 5 metros y se usará la sostenida si la distancia es superior a ésta distancia. En la siguiente tabla se especifican las condiciones de seguridad.

CONDICION	DESCRIPCION	NIVEL DE RIESGO
$m_r \leq 0.85$	No hay presencia de riesgo	Zona verde
$1 \geq m_r > 0.85$	Riesgo bajo o tolerable	Zona amarilla
$m_r > 1$	Hay presencia de riesgo	Zona roja

■ Anexo X. **NOTA TÉCNICA DE PREVENCIÓN 295**

■ **NTP 295: Valoración de la carga física mediante la monitorización de la frecuencia cardíaca**

Étude de la charge de travail à partir de l'enregistrement continu de la fréquence cardiaque Physical work load evaluation by continuous register of heart rate.

*Redactora: M^a Dolores Solé Gómez. Especialista en Medicina del Trabajo
CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO*

Introducción

Toda actividad física entraña un aumento del gasto energético y la puesta en marcha de varios mecanismos de compensación que permiten el ajuste de ciertas funciones.

En síntesis, disponemos de tres métodos para estimar el gasto energético

- a) La observación de las actividades desarrolladas por el sujeto, descomponiéndolas en ciclos de movimientos elementales y estimando posteriormente el gasto energético a través de tablas.
- b) La medición del consumo de oxígeno. Esta variable presenta una relación lineal clásica con la carga en Watios. Su dispersión es muy reducida, de tal modo que todos los sujetos consumen aproximadamente la misma cantidad de oxígeno para los mismos niveles energéticos.
- c) El tercer método consiste en estimar el gasto energético a partir de la frecuencia cardíaca. Muchos autores describen una relación lineal estricta entre este parámetro y el gasto energético. Su principal desventaja es la existencia de una mayor dispersión entre la potencia desarrollada y la frecuencia cardíaca observada entre un sujeto y otro. A su favor, la facilidad de control y las pocas molestias que supone para el explorado, así como su estabilidad intraindividual.

Disponemos de dos instrumentos bien diferenciados para monitorizar la frecuencia cardíaca:

- El pulsómetro o cardifrecuencímetro.
- El «Holter» que consiste en la grabación de forma continuada y ambulatoriamente de la actividad cardíaca mediante una «grabadora» de bajo peso conectada a unos electrodos que se colocan en el tórax del explorado. Las señales emitidas por el corazón son registradas sobre una banda magnética que posteriormente será desmenuzada por un analizador.

Las ventajas de la frecuencia cardíaca frente al consumo de oxígeno en la valoración "in situ" de la carga física se debe principalmente a:

- La aceptación del método por parte del trabajador: el medidor de consumo de oxígeno requiere de la utilización de una mascarilla y de una conexión engorrosa

con el medidor, lo que lo hace poco atractivo para el trabajador. No así el Holter o el frecuencímetro que se llevan de forma más disimulada y menos aparatosa.

- La no interferencia con las tareas habituales: cuando un sujeto está unido a un aparato registrador sus movimientos pueden verse modificados por el mero hecho de llevarlo: cambios en los hábitos de trabajo, mayor esfuerzo por el peso del aparato y por el uso de la mascarilla, posturas inadecuadas. Cuestiones estas que son mucho más flagrantes con el medidor de consumo de oxígeno.
- La validez aceptable del test escogido en relación a su reproducibilidad, especificidad y sensibilidad.

La frecuencia cardíaca es un método que nos permite estudiar las reacciones derivadas:

- Las condiciones de trabajo:
 - Carga física de trabajo tanto dinámica como estática.
 - Carga térmica de trabajo.
 - Carga emocional de trabajo: reacciones a los ruidos, al estrés...
- Las propias del individuo:
 - Digestión.
 - Estado emocional particular.
 - Ritmo biológico propio.
 - Estado de salud: integridad cardíaca, condición física...

Valores e índices derivados del estudio de la frecuencia cardíaca

El análisis de la frecuencia cardíaca nos permite estudiar la carga física desde dos puntos de vista bien diferenciados, aunque complementarios:

Cualitativo

El estudio del perfil de la frecuencia cardíaca a lo largo del día, durante las horas de trabajo, nos permite detectar aquellas operaciones en las que la demanda cardíaca es intensa; e incluso compararlas según sea el turno de trabajo (mañana, tarde, noche).

Cuantitativo

Los valores que se pueden obtener a partir de la monitorización de la frecuencia cardíaca son:

FC de reposo

Este valor es la piedra de toque de todo el método en sí; de él dependen la mayoría de los índices sobre los que basamos la valoración de la carga física.

Varias han sido las propuestas realizadas y ninguna de ellas es totalmente satisfactoria:

- Frecuencia cardiaca intrínseca: $FCI = 118,1 - 0,57 \times \text{edad (años)}$; $\pm 14\%$ en menores de 45 años; $\pm 18\%$ en sujetos de 45 años o más.
- Frecuencia teórica de reposo: Considerar para el hombre una frecuencia de reposo de 60 latidos por minuto y para la mujer de 70.
- Frecuencia cardiaca durante 5-10 minutos en posición sentado, de pie o estirado, antes de la jornada laboral.
- Valor alrededor del cual se estabiliza la frecuencia cardiaca durante al menos tres minutos durante un periodo de reposo, en posición sentada.
- Frecuencia cardiaca determinada a partir de métodos estadísticos utilizando los percentiles: Percentil 1 ó 5 del periodo monitorizado de trabajo; percentil 5 ó 10 de los valores de 24 horas; percentil 50 de un registro de seis horas de reposo nocturno.

Ante la dificultad de muchas de estas medidas, y para un trabajo puramente de «campo», en empresa, las frecuencias cardiacas más útiles serían:

- **FCR1** = Percentil 1 del periodo de trabajo monitorizado.
- **FCR2** = Moda de un periodo de reposo de 10 minutos sentado, antes de iniciar el trabajo.

FC media de trabajo (FCM)

Es la frecuencia media de trabajo para las horas de registro; se tomará la media de todos los valores obtenidos durante el periodo determinado. El rango de dicha variable estará comprendido entre el percentil 5 (FCM_{min}) y el percentil 95 (FCM_{máx}).

Costo Cardíaco absoluto: $CCA = FCM - FCR$

Nos permite estudiar la tolerancia individual de un trabajador frente a una tarea determinada. Nos datan sólo una idea aproximada de la carga física de un puesto de trabajo.

Costo Cardíaco relativo

Este índice nos da una idea de la adaptación del sujeto a su puesto de trabajo. Se utilizará como frecuencia máxima teórica el valor $FCM_{máx} = (220 - \text{edad})$, con lo que se asume un error de un 5% con respecto a la real que se determinaría mediante una prueba de esfuerzo.

Aceleración de la FC: $D FC = FCM_{máx} - FCM$

A partir de todos estos valores, podemos categorizar el puesto de trabajo estudiado según la carga física que representa. La valoración tanto individual como colectiva se realizará utilizando:

- La propuesta de Frimat P. para las fases cortas del ciclo de trabajo.
- La propuesta de Chamoux A. para el estudio global.

Metodología de estudio

Las condiciones de aplicación del estudio de la frecuencia cardiaca serán:

- El trabajador debe llevar como mínimo dos semanas trabajando en el puesto objeto de valoración.
- No deberá trabajar a tiempo parcial : su jornada será de como mínimo 8h/día.
- No padecer ninguna enfermedad cardiaca o respiratoria, incluyendo el resfriado común.

Se rellenarán los datos de la ficha de datos (fig. 1) antes de proceder a la colocación del Holter o del frecuencímetro, en una sala climatizada. Una vez colocado el instrumento de medida, se dejará descansar al trabajador 10 minutos en posición sentada.

FICHA DE DATOS

FECHA _____ EMPRESA _____

DENOMINACION PUESTO DE TRABAJO _____

NOMBRE _____ FECHA NACIMIENTO _____

DESAYUNO

Tiempo transcurrido desde la finalización del desayuno

Composición del desayuno _____

HABITOS TOXICOS

Tabaco

¿Es fumador?
1. Sí 2. No 3. Ex-fumador

Si fuma o ha fumado:

nº de cigarrillos/día

nº de puros/puritos/pipas

Hora del último cigarrillo

Si no fuma actualmente:

Tiempo (meses) que dejó de fumar

Alcohol

¿Toma bebidas alcohólicas?
1. Sí 2. No

TIPO	nº/día	nº/semana
Cerveza		
Vino		
Otros		

Si otros, especificar _____

Hora de la última ingesta alcohólica

Medicación

¿Toma actualmente alguna medicación?
1. Sí 2. No

¿Para qué _____

¿Cuál? _____

PREPARACION FISICA

¿Practica algún deporte o actividad física?
1. Sí 2. No

En caso afirmativo indique:

- Tipo _____
- Veces/semana
- Meses que lleva practicándolo

EXPLORACION FISICA

	ANTES	DESPUES
PESO		
TA		

$$IDH = \frac{P_A - P_B}{P_A} = \text{ }$$

Resultado ECG

1. Exploración no realizada
2. Normal
3. Alteraciones

Figura 1: Ficha de datos

VALORACIÓN DE LAS PUNTUACIONES	
25 puntos	→ Extremadamente duro
24 puntos	→ Muy duro
22 puntos	→ Duro
20 puntos	→ Penoso
18 puntos	→ Soportable
14 puntos	→ Ligero
12 puntos	→ Muy ligero
≤ 10 puntos	→ Carga física mínima

Cuadro 2

Como valoración de referencia más sencilla podemos utilizar la siguiente clasificación:

Demanda cardíaca	FCM	ΔAFC
Importante	> 110	> 30
Soportable	100 a 110	20 a 30
Aceptable	< 100	<20

Cuadro 3

Criterios de CHAMOUX

Estos criterios se aplicarán tan sólo en la valoración global del puesto de trabajo y para duraciones de jornada laboral de ocho horas consecutivas.

A PARTIR DEL CCA Coste absoluto del puesto de trabajo	A PARTIR DEL CCR Coste relativo para el trabajador
0-9 Muy ligero	0-9 Muy ligero
10-19 Ligero	10-19 Ligero
20-29 Muy moderado	20-29 Muy moderado
30-39 Moderado	30-39 Bastante pesado
40-49 Algo pesado	40-49 Pesado
50-59 Pesado	
60-69 Intenso	

Cuadro 4

Conclusiones

La utilidad de la frecuencia cardiaca como método de evaluación no es cuestionable; ha sido demostrada por múltiples estudiosos del tema en aspectos tan diversos como:

- Evaluación de la carga física.
- Evaluación de un puesto de trabajo o de una fase.
- Evaluación de una aptitud.
- Reinserción de discapacitados.
- Evaluación de una intervención.

El médico del trabajo puede disponer con esta metodología de un instrumento indispensable para buscar y favorecer el equilibrio fisiológico óptimo entre las capacidades funcionales del trabajador y las condiciones de trabajo. Su utilización requiere, sin embargo, de una metodología estricta y de un rigor científico exquisito. No podemos limitarnos a monitorizar la frecuencia cardiaca; hay que controlar tanto el ambiente (ruido, temperatura, humedad ...) como conocer perfectamente el trabajo o la secuencia del trabajo que vamos a estudiar. Es necesario, pues, contar con la colaboración de un grupo multidisciplinar que integre todos los datos recogidos y valore los resultados en su conjunto.

■ Anexo XI: **ERGO MATER**

■ Resumen

ErgoMater – Requisitos Ergonómicos para la Protección de la Maternidad en Tareas con Carga Física es un proyecto orientado a la definición de un procedimiento para la evaluación de riesgos asociados a la carga física en mujeres en periodo de gestación y a la descripción de medidas encaminadas a la adaptación del puesto de trabajo, en los términos señalados el artículo 26 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales [Ley 31/1995]. Dicho proyecto ha sido desarrollado por el Instituto de Biomecánica de Valencia, gracias al apoyo y colaboración de las mutuas de accidentes de trabajo **muvale** y Unión de Mutuas.

■ Introducción

La protección de la maternidad frente a los posibles riesgos derivados del trabajo es una preocupación de los estados europeos, como queda patente en la *Directiva 92/85/CEE del Consejo, de 19 de octubre de 1992, relativa a la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y de la salud en el trabajo de la trabajadora embarazada, que haya dado a luz o en período de lactancia* [Unión Europea, 1992], y también en la Comunicación de la Comisión *COM(2000) 466 final, sobre las directrices para la evaluación de los agentes químicos, físicos y biológicos, así como los procedimientos industriales considerados como peligrosos para la salud o la seguridad de la trabajadora embarazada, que haya dado luz o en período de lactancia* (Unión Europea, 2000), que apoya la mencionada Directiva.

Las disposiciones de ámbito comunitario han sido incorporadas a la legislación española, tanto en lo que se refiere a la *Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales*, cuyo Artículo 26 hace referencia a la ‘Protección de la Maternidad’, como a la *Ley 39/1999, de 5 de noviembre, para promover la conciliación de la vida familiar y laboral de las personas trabajadoras*, que introduce modificaciones a la anterior. Por otra parte, se aprobó más recientemente el *Real Decreto 1251/2001, de 16 de noviembre*, en el que se regulan las prestaciones económicas del sistema de la Seguridad Social por maternidad y riesgo durante el embarazo.

En cuanto al ámbito internacional, la Oficina Internacional del Trabajo también refleja el interés sobre el tema en las correspondientes publicaciones del *Convenio (C183)* y la *Recomendación (R191) sobre la protección de la maternidad* [ILO/OIT, 2000a y 2000b].

Una de las situaciones de exposición a riesgos laborales más frecuentes se presenta en actividades con carga física, debido a la manipulación manual de cargas, el desarrollo de tareas muy repetitivas o el desempeño de actividades que impliquen posturas penosas prolongadas. De hecho, los trastornos musculoesqueléticos por la carga física en el trabajo constituyen la primera causa de accidente con baja en la población trabajadora en general, lo que demuestra que las condiciones de trabajo que originan estos problemas están ampliamente extendidas.

■ Estructura del método

Los principales elementos del método son los siguientes:

Cuestionario

El procedimiento se inicia con la observación y el análisis de las condiciones laborales de la trabajadora, registrándose dicha información mediante un cuestionario que incluye 19 ítems relacionados con las demandas físicas de las tareas, condiciones del entorno y de la organización que pueden implicar riesgos para la madre y/o el feto. El análisis de estos factores de riesgo debe realizarse considerando la situación más habitual y/o más desfavorable durante el trabajo, y el ítem se marca únicamente cuando se da en el puesto de trabajo analizado.

Se trata de variables que pueden determinarse mediante la simple observación de la actividad y la entrevista con la trabajadora, salvo dos de los ítems. Uno de ellos requiere el cálculo de una variable denominada *peso aceptable* mediante un procedimiento basado en el propuesto en la '*Guía Técnica para la Evaluación y Prevención de los Riesgos relativos a la Manipulación Manual de Cargas*' [INSHT, 1998] para el levantamiento de cargas en posición de pie, que ha sido adaptado convenientemente para incorporar los requisitos ergonómicos aplicables a la trabajadora embarazada. El otro requiere la medición de la fuerza de empuje o arrastre mediante un dinamómetro.

Criterios de riesgo

Cada uno de los 19 ítems que contiene el cuestionario se acompaña de un criterio que explica el riesgo asociado a dicho factor. Se trata de un breve comentario que expone las consecuencias adversas que puede implicar para la madre y/o para el feto la presencia de dicho factor en el puesto de trabajo. Por otra parte, se muestran algunos ejemplos de trabajos que podrían presentar el riesgo en cuestión junto con una imagen correspondiente a dicho trabajo.

Recomendaciones ergonómicas

El método incluye una serie de recomendaciones ergonómicas para la protección de la maternidad. Éstas han sido recopiladas de la bibliografía revisada y se dirigen a prevenir o minimizar los factores de riesgo ergonómicos derivados de la carga física y otras condiciones de trabajo durante el embarazo.

Unas son de carácter general y pueden aplicarse a cualquier trabajadora embarazada; otras son más específicas y se han enfocado a solucionar los factores de riesgo incluidos en el cuestionario. Algunas de las recomendaciones se acompañan de una imagen relacionada con la idea que se sugiere.

Aunque se ha intentado incluir sugerencias con un ámbito de aplicación relativamente amplio, resulta obvio que las necesidades concretas de un determinado caso pueden no verse reflejadas en las recomendaciones que aparecen en el método. De hecho, la información que contiene este apartado no pretende ofrecer soluciones aplicables direc-

tamente, sino meras sugerencias que pueden ayudar a resolver los problemas de un caso concreto. Es el propio analista quien debe valorar la idoneidad o viabilidad de la aplicación de estas recomendaciones, y quien puede adaptarlas, ampliarlas o añadir otro tipo de soluciones que considere necesarias para el caso en cuestión.

A continuación se incluye el cuestionario de evaluación que permite el uso de ErgoMater de forma manual. Actualmente, el procedimiento de evaluación y las recomendaciones asociadas se encuentran implementados en el módulo *ErgoMater* de la aplicación Ergo/IBV (Anexo VI). Aquellos interesados en obtener una información más detallada sobre el proyecto ErgoMater pueden descargar la publicación íntegra desde el siguiente enlace:

http://laboral.ibv.org/es/component/ibvnews/show_product/30/62

Agradecimientos

El proyecto ErgoMater se enmarca dentro de las actividades del *Centro en Red de Apoyo a la Innovación en la Prevención de Riesgos Laborales*, constituido bajo los auspicios de la Universidad Politécnica de Valencia y la Consellería de Economía, Hacienda y Empleo de la Generalitat Valenciana.

CUESTIONARIOS ERGOMATER

Cuestionario

Instrucciones

Este cuestionario permite detectar factores de riesgo ergonómico para la trabajadora embarazada. Contiene ítems relacionados con las demandas físicas de las tareas, condiciones del entorno y de la organización del trabajo que pueden implicar riesgos para la madre y/o el feto.

Por favor, marque la casilla únicamente si existe el ítem correspondiente en el puesto de trabajo analizado, considerando la situación más habitual y/o más desfavorable. Observe que uno de los ítems requiere el cálculo de una variable adicional, que debe realizarse mediante la ficha y el procedimiento que se detallarán después.

Se trata de criterios aplicables a mujeres sanas, que presentan embarazos sin complicaciones médicas ni obstétricas. Algunas condiciones de la mujer pueden requerir una evaluación más detallada de la situación y la aplicación de cambios o restricciones adicionales en la actividad laboral. Tales condiciones deben ser determinadas de forma personalizada por el profesional médico.

Se recomienda evitar estos factores de riesgo desde el inicio del embarazo, aunque es especialmente importante su control a partir de la semana 20 de la gestación.



Identificación del caso

Fecha de la evaluación:

TRABAJO

Empresa:

Dirección:

CNAE:

Puesto de trabajo:

Tareas:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

TRABAJADORA

Nombre:

Edad:

NISS:

¿Cómo calificaría el esfuerzo físico de su trabajo (asociado a posturas, movimientos, fuerza aplicada, manejo de cargas, ritmo de trabajo, etc)?

Pesado

Normal

Ligero

¿Ha notado algún cambio en la capacidad para trabajar desde el inicio del embarazo?

.....
.....
.....

Posturas y movimientos

- 1. Se requiere estar de pie >1 hora seguida en una posición fija, sin desplazarse
- 2. Se requiere estar de pie >4 horas/día, en una posición fija o combinada con desplazamientos
- 3. Se requiere flexión >20°, inclinación hacia un lado o giro pronunciado del tronco, de manera sostenida (>1 minuto seguido) o repetida (>2 veces/minuto)
- 4. Se requiere flexión del tronco >60°, con una frecuencia >10 veces/hora
- 5. Se requiere estar de rodillas o en cuclillas
- 6. Se requieren posiciones pronunciadas de flexión, extensión, desviación lateral y/o giro de la/s muñeca/s, de manera sostenida (>1 minuto seguido), repetida (>2 veces/minuto) y/o con aplicación de fuerza
- 7. Se requiere estar sentada >2 horas seguidas
- 8. Estando sentada, las piernas cuelgan del asiento y los pies no tienen apoyo
- 9. Estando sentada, no existe un apoyo adecuado del tronco en un respaldo
- 10. Estando sentada, no hay suficiente espacio para mover cómodamente las piernas debajo de la superficie de trabajo

Manipulación manual de cargas

- 11. Se requiere manejar pesos mayores que el PESO ACEPTABLE
(calcular el PESO ACEPTABLE mediante la ficha y el procedimiento que se adjuntan)
- 12. Se requiere realizar fuerzas de empuje o arrastre >10 kg
(medir la fuerza mediante un dinamómetro)
- 13. Estando sentada, se requiere manejar pesos >3 kg o aplicar una fuerza considerable.

Condiciones del entorno

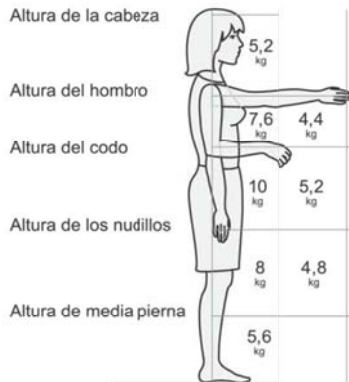
- 14. Se requiere trabajar en superficies elevadas (escalera de mano, plataforma, etc)
- 15. Se requiere desplazarse sobre superficies inestables, irregulares o resbaladizas (suelos con obstáculos, aberturas, deslizantes, etc)
- 16. Existe la posibilidad de golpes o compresión del abdomen (espacios muy reducidos, objetos o máquinas en movimiento, arneses de seguridad restrictivos, arranques y paradas súbitas de vehículos, etc)

Organización del trabajo

- 17. Se requiere trabajar >40 horas/semana
- 18. Se requiere trabajo nocturno, de manera habitual o rotatoria
- 19. Se requiere trabajar con un ritmo impuesto, sin posibilidad de realizar pausas autoseleccionadas

Peso aceptable. Ficha de recogida de datos

Peso teórico recomendado en función de la zona de manipulación



kg

Desplazamiento vertical

DESPLAZAMIENTO VERTICAL	FACTOR DE CORRECCIÓN
Hasta 25 cm	1
Hasta 50 cm	0,91
Hasta 100 cm	0,87
Hasta 175 cm	0,84
>175 cm	0

Giro del tronco

GIRO DEL TRONCO	FACTOR DE CORRECCIÓN
Sin giro	1
Poco girado (hasta 30°)	0,9
Girado (hasta 60°)	0,8
Muy girado (90°)	0,7

Agarre de la carga

AGARRE DE LA CARGA	FACTOR DE CORRECCIÓN
Agarre bueno	1
Agarre regular	0,95
Agarre malo	0,9

Frecuencia y duración

FRECUENCIA DE MANIPULACIÓN	DURACIÓN DE LA MANIPULACIÓN		
	≤ 1 h/día	>1 h y ≤ 2 h	>2 h y ≤ 8 h
FACTOR DE CORRECCIÓN			
1 vez cada 5 minutos	1	0,95	0,85
1 vez/minuto	0,94	0,88	0,75
4 veces/minuto	0,84	0,72	0,45
9 veces/minuto	0,52	0,30	0,00
12 veces/minuto	0,37	0,00	0,00
>15 veces/minuto	0,00	0,00	0,00

PESO ACEPTABLE = Peso teórico recomendado (*) x Despl. vertical (*) x Giro (*) x Agarre (*) x Frecuencia y duración (*) = PESO ACEPTABLE kg

(*) Factor de corrección

Anexo XII: RESUMENES NIVELES I, II y III

Condiciones puesto de trabajo	Nivel I	Nivel II	Nivel III
Levantamientos	<p>Cargas menores de 6 Kg y mayores de 3 Kg en alguna de las condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bajo del hombro y encima de rodillas. • Agarre regular o bueno. • Tronco poco o nada girado. • Frecuencia $\leq 1/\text{min}$. Y D ≤ 2 h. • Peso ≤ 5 kg sentado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Guía técnica para la MMC. • UNE-EN-1005-2. 	<ul style="list-style-type: none"> • MMC de alta variabilidad: • Procedimiento IBV • Índice de Levantamiento Variable (ILV).
Posturas	Tabla	<ul style="list-style-type: none"> • REBA • RULA 	<ul style="list-style-type: none"> • Goniometría. • Inclinometría. • UNE-EN-1005-4 para posturas estáticas o ISO 11226.
Fuerzas aplicadas	Tabla		<ul style="list-style-type: none"> • Dinamometría. • UNE-EN-1005-3. • Norma ISO 8996 • Frecuencímetro. • Electromiografía.
Repetitividad	<ul style="list-style-type: none"> • Tarea no caracterizada por ciclos. • Tarea caracterizada por ciclos, predominando • actividades perceptivas o cognitivas • No fuerza. • No posturas inadecuadas. • Baja repetitividad. • F. Acciones técnicas < 40. • Ausencias factores adicionales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Check list OCRA 	<ul style="list-style-type: none"> • Goniometría. • Inclinometría. • Norma UNE-EN-1005-5. • Módulo tareas repetitivas Ergo/IBV.
Empujes Arrastres	<ul style="list-style-type: none"> • Se realiza sólo con extremidad superior y el Peso < 25 Kg. • Fuerza < moderada E. Börg<3. • Alguna condición: • P. Total ≤ 250 Kg. • F. inicial ≤ 10 Kg. • F. sostenido ≤ 3 Kg. 		<ul style="list-style-type: none"> • ISO 11228–2. • Dinamometría.
Transporte	<p>20 m = 15 Kg/min. 10 m = 30 Kg/min. 4 m = 60 Kg/min. 2 m = 75 Kg/min. 1 m = 120 Kg/min.</p> <p>No superar transportes mayores de 25 Kg. No frecuencias superiores a 15/min.</p>	ISO 11228-1.	
Trabajadores especialmente sensibles	Tabla	ErgoDis/IBV	<ul style="list-style-type: none"> • Criterios relacionados con: <ul style="list-style-type: none"> ◦ UNE-EN 1005-2 ◦ UNE-EN 1005-3 ◦ UNE-EN 1005-5 ◦ ISO 11228-1 ◦ ISO 11228-2 ◦ REBA ◦ Guía Técnica MMC–INSHT • Método Universidad de Ohio • Método ErgoMater

MANUAL PRÁCTICO PARA LA EVALUACIÓN DEL RIESGO ERGONOMICO (INVASSAT-ERGO)

Condiciones puesto de trabajo	Nivel I	Nivel II	Nivel III
Carga metabólica	Listado de tareas	NTP-323	NTP-295
Confort térmico	Cuestionario de la norma UNE-EN-ISO 10551:2002	Cuestionario de la norma UNE-EN-ISO 15265:2004	NTP-779
Confort acústico	Publicación del INSHT titulada "Ruido: Evaluación y acondicionamiento ergonómico"		NTP-795
Calidad del aire	NTP-380	NTP-290	NTP-431
Confort lumínico	Documento del INSHT titulado "Evaluación y acondicionamiento de la iluminación en el puesto de trabajo": Cuestionario de evaluación subjetiva	Documento del INSHT titulado Evaluación y acondicionamiento de la iluminación en el puesto de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> • Anexo IV de la Guía del INSHT sobre Puestos de Trabajo. • Norma UNE-EN-12464-1.

Anexo XIII. **NTP-795**

■ 1. INTRODUCCIÓN

Actualmente es sabido que, la exposición al ruido no sólo puede llegar a producir una disminución de la capacidad auditiva en las personas expuestas, sino que además puede provocar respuestas psicofisiológicas, subjetivas y de comportamiento en órganos o en sistemas diferentes al de la audición y en consecuencia producir una serie de molestias o perjuicios (pérdida de la calidad del sueño, alteración del ritmo respiratorio, alteración de la frecuencia cardíaca, irritación, aumento de la agresividad...) que generalmente se conocen como efectos “extra-auditivos” del ruido.

Entre los efectos subjetivos más extendidos del ruido se encuentran las sensaciones de desagrado y molestia. La definición que habitualmente se hace del ruido como «sonido no deseado» se establece ya en términos más psicológicos o subjetivos que físicos. El ruido es un sonido indeseable, pero también es cierto, que un mismo ambiente acústico puede ser muy molesto para una persona y no serlo necesariamente para otra. No es insólito descubrir una marcada variación en las opiniones expresadas por ocupantes de un local sobre la conveniencia del ruido ambiente en sus puestos de trabajo porque algunas personas son más o menos tolerantes que otras, o consideran diferentes factores subjetivos al juzgar el grado de aceptabilidad.

De ese modo, no hay ninguna frontera que fácilmente divida los ambientes ruidosos juzgados como aceptables, moderados o inaceptables. Esto es uno de los motivos principales por los que una evaluación de ruido expresada en términos de un nivel sonoro ponderado en dBA, a menudo no se corresponde con la evaluación subjetiva hecha por el ocupante de un local, y por ello se recomienda la utilización de otros criterios más completos, que abarcan muchos más factores influyentes en la percepción del ruido.

■ 2. JUSTIFICACIÓN DEL MÉTODO

En general, hay tres factores principales que parecen influir en la respuesta subjetiva de las personas al ruido ambiente:

- La intensidad relativa del ruido. Si el ruido está claramente por encima de sonidos normales de la actividad, entonces probablemente distraiga y genere quejas por parte de los trabajadores
- El potencial para interferir en la tarea. Por ejemplo, si el nivel de ruido de fondo es bastante alto de tal forma que la inteligibilidad de comunicación verbal se ve perjudicada, la frustración de los ocupantes del local es con frecuencia un motivo de queja.
- La “calidad” del ruido de fondo. Por ejemplo, si el carácter del ruido de fondo es más o menos neutro, una condición que existe siempre que el espectro esté bien equilibrado y ningún rango de frecuencia sea más perceptible que otro, el juicio

subjetivo esta por lo general influenciado por la intensidad relativa del ruido. Sin embargo, si el espectro del ruido de fondo es desequilibrado, y su carácter es percibido como retumbante o silbante, esto puede tener un efecto negativo sobre los juicios subjetivos, y por tanto, un criterio simple basado en la intensidad sonora no será representativo del malestar percibido por los ocupantes del local.

A no ser que se tengan en cuenta estos tres factores, habrá poca correlación entre medidas objetivas tomadas para realizar la evaluación del ambiente sonoro y la respuesta subjetiva de los ocupantes del local.

Así, el criterio técnico RC Mark II se presenta como un método óptimo para evaluar el ruido de interior ya que es multidimensional en su composición y capaz de evaluar tanto intensidad relativa como la calidad del sonido de fondo.

■ 3. ORIGEN DEL MÉTODO

En 1981 Blazier, elaboró un método para la valoración de ambientes sonoros denominado RC (Room Criteria).

Este investigó aproximadamente 200 ambientes con ruido de fondo y esa información le sirvió como base psicoacústica para el diseño de una familia de curvas caracterizadas por una pendiente media de aproximadamente 5 dB/octava sobre un amplio rango de frecuencia.

Tales curvas, denominadas curvas de criterio RC, consideran criterios de enmascaramiento de la comunicación verbal, la vibración inducida por ruido en frecuencias bajas e incluyeron bandas de octava por debajo de los 16 Hz. En 1987, las curvas RC fueron adoptadas por ASHRAE como criterio preferente en el reconocimiento de problemas producidos por ruidos de baja frecuencia.

Más tarde, 16 años de experiencia práctica en la aplicación de la metodología RC para desarrollar una relación entre medidas objetivas y la respuesta subjetiva de los ocupantes de un local ante la exposición a un ambiente sonoro, han mostrado que son necesarios ciertos refinamientos en la técnica RC.

Estos refinamientos incluyen una modificación de la forma de las curvas de referencia de RC en la banda de octava centrada en 16 Hz, una mejora del procedimiento para la evaluación de calidad acústica, y el desarrollo de una escala para estimar la magnitud de respuesta subjetiva en función del desequilibrio de espectro.

La metodología refinada es identificada como el procedimiento de RC Mark II para evaluar el ruido y este método ha sido adoptado por ASHRAE en la revisión del Handbook de 2001.

■ 4. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DEL RUIDO RC MARK II

Ante todo, se ha de decir que el método evaluación de RC Mark II es más complicado de usar que el método RC, pero existen hojas de cálculos disponibles en la red para hacer los cálculos y el análisis gráfico.

La evaluación proporcionada por el criterio RC Mark II se formula como una expresión bidimensional, que toma la forma, RC XX (YY). El primer término, «XX», es el valor de la curva de referencia de RC correspondiente al promedio aritmético de los niveles de presión sonora en las bandas de octava de 500, 1000, y 2000 Hz. Es un descriptor cuantitativo, ya que identifica el nivel de presión sonora del espectro en la principal región de frecuencias de la comunicación verbal. Este término se ha de comparar con los valores recomendados para cada tipo de actividad desarrollada en el local (Tabla 3).

El segundo término, (YY), es un descriptor cualitativo que identifica como es percibido el ruido por el oyente: (N) para neutro, (LF) para frecuencia baja dominante (estruendo), (MF) para frecuencia media dominante (rugido), y (HF) para alta frecuencia dominante (silbido).

Además, el descriptor de frecuencia baja tiene dos subcategorías: (LFB), que denota un grado moderado pero perceptible de sonido que induce la vibración de techo/ pared del local, y (LFA), que denota un grado claramente sensible de sonido que induce la vibración de las estructuras ligeras del mismo.

Así, el criterio de evaluación de exposición a ruido RC Mark II proporciona información útil tanto sobre el nivel de presión sonora como sobre el carácter subjetivo de un espectro sonoro.

■ 5. USOS Y LIMITACIONES DEL MÉTODO

Como su precursor, el método de RC Mark II fue diseñado para valorar el rendimiento sonoro global de sistemas de calefacción, ventilación y de aire acondicionado (HVAC). Pero el método también puede ser usado como un instrumento de diagnóstico para analizar problemas por exposición a ambiente sonoros. De hecho, el propio autor del criterio afirma que la evaluación RC Mark II, incluyendo el Índice de Evaluación de Calidad (QAI), es sobre todo útil en el diagnóstico de situaciones en las que los ocupantes de un local se quejan del ambiente sonoro existente, cuando es con frecuencia necesario determinar donde y cuanto debe ser modificado el espectro sonoro para satisfacer a los inquilinos.

El Índice de Evaluación de Calidad « (QAI), como medida del grado de desequilibrio del espectro sonoro, es útil como un instrumento diagnóstico en la estimación de la reacción probable de los ocupantes de un local, cuando no existe una calidad óptima del ambiente sonoro.

El método de RC Mark II no esta dirigido a la evaluación o diseño de locales que deben tener condiciones sonoras muy bajas típicas de artes de interpretación o instalaciones

especiales como estudios de grabación. En tales casos generalmente se requieren los servicios de un profesional especializado.

■ 6. DESCRIPCIÓN DE LAS CURVAS

La familia de curvas RC revisadas se muestran en la figura 1. Cada curva de referencia identifica la forma de un espectro sonoro neutro, catalogada por un número de curva RC. El número de curva corresponde al nivel de presión sonora de la curva en la banda de octava centrada en 1000 Hz. Estas curvas tienen una pendiente de -5 dB/octava de 31.5 a 4000 Hz y modifican su forma en la banda de octava de 16 Hz.

La familia de curvas de referencia de RC incluye curvas en cada nivel de 25 a 50 dB, incluidos. Las regiones del gráfico identificado como A y B corresponden a los niveles de presión sonora de fuerza suficiente para crear problemas adicionales por vibración acústicamente inducida en paredes y techos de peso ligero habituales en la construcción típica de oficina. En la región A, la vibración acústicamente inducida puede ser percibida claramente y es capaz de causar traqueteos audibles en aparatos de iluminación, muebles, puertas, ventanas, etc. En la región B son potencialmente posibles efectos similares, pero a un grado menor. La curva «T» representa el umbral de audición en base a ANSI (American National Standards Institute) 12.2-1995.

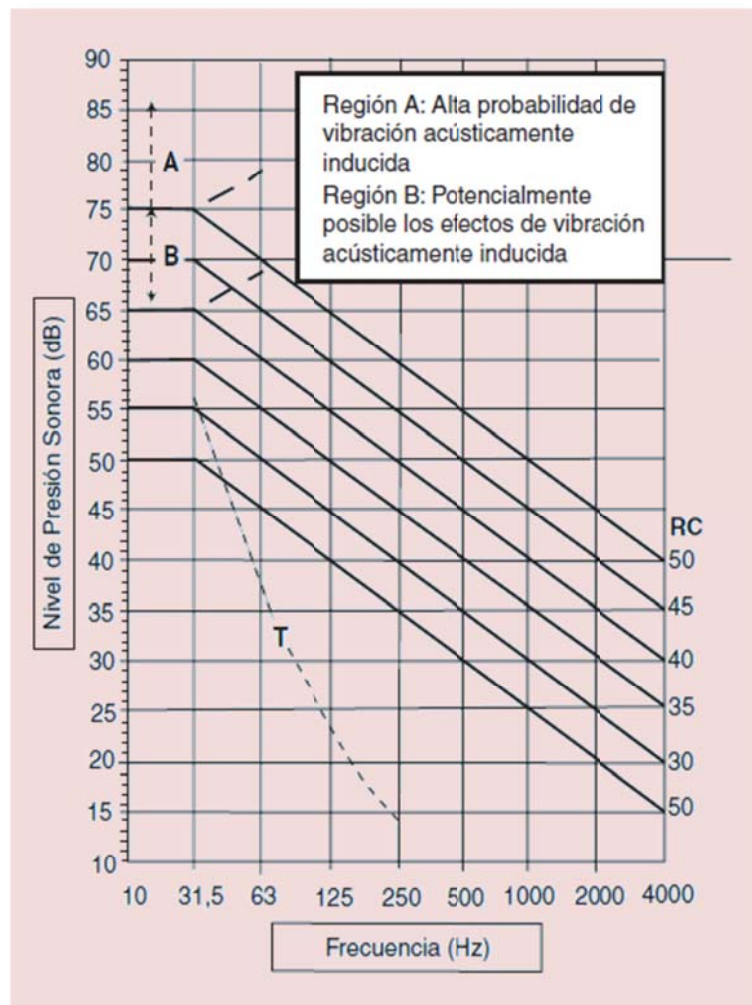


Figura1. Familia de curvas RC

■ 7. PROCEDIMIENTO DE APLICACIÓN DEL MÉTODO RC MARK II

Paso 1. Determine la curva de referencia de RC apropiada.

El primer paso del procedimiento consiste en identificar la curva de referencia de RC, la cual determina las propiedades del espectro sonoro evaluado para enmascarar la comunicación verbal.

El cálculo se hace obteniendo el promedio aritmético de los niveles sonoros en el rango principal de frecuencia conversacional representada por los niveles en las bandas de octava de 500, 1000, y de 2000 Hz. La curva de referencia de RC es escogida como la que obtiene el mismo valor en 1000 Hz que el valor medio calculado (aproximando el valor obtenido al número entero más cercano). Esta curva no debe ser confundida con el Nivel de Interferencia Conversacional (SIL), que es un promedio de cuatro bandas obtenido por la inclusión de la banda de octava de 4000 Hz.

Por ejemplo, si el espectro sonoro a evaluar fuera el siguiente:

Frecuencia, Hz	16	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000
Nivel de Presión sonora, dB (A)	63	66	63	56	48	36	36	29	22

el cálculo para determinar la curva RC se realizaría como se indica a continuación: Media aritmética de los NPS en 500-2000 Hz = $(39 + 36 + 29) / 3 = 34.6$

Por tanto la curva de referencia para evaluar la calidad del espectro es RC 35.

Paso 2. Asigne una calidad sonora subjetiva calculando el Índice de Evaluación de Calidad (QAI)

Este índice es una medida del grado en el que se desvía la forma del espectro a evaluar de la forma de la curva de referencia de RC. El índice de evaluación de calidad (QAI) es útil en la estimación de la reacción probable de un trabajador al ambiente sonoro al que esta expuesto.

El procedimiento requiere el cálculo de las desviaciones medias de energía espectrales de la curva de referencia de RC en cada uno de tres grupos de frecuencia: baja frecuencia, LF (16-63 Hz), media frecuencia, MF (125-500 Hz), y alta frecuencia, HF (1000-4000 Hz). El cálculo de la desviación sonora para la región LF lo da la ecuación (1) y se repite para las regiones de MF y HF substituyendo los valores correspondientes en cada frecuencia.

Sin embargo, en la evaluación de ruidos típicos relacionados con sistemas de calefacción, ventilación y de aire acondicionado, a menudo es suficiente realizar un promedio aritmético simple de estas desviaciones, siempre y cuando el rango de valores no exceda de 3 dB (A).

$$(1) \Delta LF = 10 \text{ Log } [(10_{16}^{0.1\Delta L} + 10_{31.5}^{0.1\Delta L} + 10_{63}^{0.1\Delta L})/3]$$

Donde los términos ΔL son las diferencias de nivel de presión sonora entre el espectro que esta siendo evaluado y la curva de referencia de RC en cada banda de frecuencia.

De este modo, se obtienen tres factores de desviación espectrales (ΔLF , ΔMF , ΔHF), expresado en dB (A) con valores positivos o con negativos. QAI es igual a la diferencia en dB (A) entre los valores más altos y más bajos de los factores de desviación espectrales.

Si $QAI \leq 5$ dB (A), al espectro se le asigna una valoración de neutro (N). Si QAI excede 5 dB (A), al espectro se le da la valoración del rango de frecuencias que tiene el factor de desviación con el valor positivo más alto.

Utilizando el ejemplo expuesto en el apartado anterior, el cálculo del QAI sería el expresado en la tabla 1.

Un inquilino medio del local objeto de estudio, debería percibir el ruido ambiente como un ligero estruendo.

	Frecuencia,Hz								
	16	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000
Nivel de Presión sonora, dB (A)	63	66	63	56	48	39	36	29	22
Media aritmética del nivel de presión sonora en 500-2000 Hz							35		
Contorno de la curva RC	60	60	55	50	45	40	35	30	25
Diferencias de nivel sonoro	3	6	8	6	3	-1	1	-1	-3
	LF			MF			HF		
Desviación Espectral	6.1			3.5			-0.7		
QAI	6.1 – (-0.7) = 6.8								

Tabla 1. Cálculo del QAI

Paso 3: Combine los pasos 1 y 2 para la interpretación de la valoración del ambiente sonoro con el procedimiento RC Mark II.

Una vez obtenidos todos los datos descritos en los pasos anteriores, en base al estudio experimental patrocinado por ASHRAE la interpretación será la siguiente:

- Un espectro que tiene un valor de QAI menor o igual a 5 dB corresponde a un espectro sonoro casi neutro que por lo general será juzgado como aceptable, siempre y cuando no exceda los valores criterios establecidos en la tabla 3 para cada tipo de actividad desarrollada en el local.
- Una excepción a esta regla ocurre cuando los niveles de presión sonora en las bandas de octava de 16 Hz o 31.5 Hz exceden 65 dB. En tales casos, deberá tenerse en cuenta el potencial de la vibración acústicamente inducida en la construcción ligera típica de oficina. Si los niveles en estas bandas exceden 75 dB, es probable que exista un problema significativo con la vibración inducida.
- Un valor de QAI que excede de 5 dB, pero que es menor o igual a 10 dB, generalmente representa una situación moderada. Se entiende por “moderada” aquella situación que puede ser juzgada como ligeramente aceptable o ligeramente inaceptable, dependiendo de la actitud del observador particular).
- Cuando QAI es mayor a 10 dB la situación sonora ambiente probablemente será juzgada como inaceptable por la mayor parte de los inquilinos del espacio.

Por último, la tabla 2 lista unos valores de descriptores de calidad del sonido y QAI y los relaciona con la reacción probable del inquilino al sonido.

Descriptor de Calidad Sonora	Descripción de la percepción subjetiva	Magnitud del QAI	Resultado de la evaluación. (Asumiendo que no se supera el Nivel de criterio recomendado)
(N) Neutro	Espectro sonoro equilibrado, no existe un único rango de frecuencias dominantes.	$QAI \leq 5 \text{ dB}, L_{16^{\circ}}, L_{31.5} \leq 65$	ACEPTABLE
		$QAI \leq 5 \text{ dB}, L_{16^{\circ}}, L_{31.5} > 65$	MODERADO
(LF) Baja frecuencia (Estruendo)	Rango de bajas Frecuencias dominante (16 – 63 Hz)	$5 \text{ dB} < QAI \leq 10 \text{ dB}$	MODERADO
		$QAI > 10 \text{ dB}$	INACEPTABLE
(LFV _B) Estruendo, con vibración superficial moderadamente perceptible en el local.	Rango de bajas Frecuencias dominante (16 – 63 Hz)	$QAI \leq 5 \text{ dB}, 65 < L_{16^{\circ}}, L_{31.5} < 75$	MODERADO
		$5 \text{ dB} < QAI \leq 10 \text{ dB}$	MODERADO
		$QAI > 10 \text{ dB}$	INACEPTABLE
(LFV _A) Estruendo, con vibración superficial claramente perceptible en el local.	Rango de bajas Frecuencias dominante (16 – 63 Hz)	$QAI \leq 5 \text{ dB}, L_{16^{\circ}}, L_{31.5} > 75$	MODERADO
		$5 \text{ dB} < QAI \leq 10 \text{ dB}$	MODERADO
		$QAI > 10 \text{ dB}$	INACEPTABLE
(MF) Media Frecuencia (Rugido)	Rango de medias Frecuencias dominante (125 – 500 Hz)	$5 \text{ dB} < QAI \leq 10 \text{ dB}$	MODERADO
		$QAI > 10 \text{ dB}$	INACEPTABLE
(HF) Alta Frecuencia (Silbido)	Rango de altas Frecuencias dominante (1000 – 4000 Hz)	$5 \text{ dB} < QAI \leq 10 \text{ dB}$	MODERADO
		$QAI > 10 \text{ dB}$	INACEPTABLE

Tabla 2. Interpretación de la Valoración RC Mark II

Actividad o lugar	RC (N): QAI ≤ 5dB ^{a,b}
Residencias, Apartamentos, pisos	25-35
Hoteles/Moteles	
Habitaciones individuales o suites	25-35
Salas de reuniones o banquetes	25-35
Vestibulos, pasillos	35-45
Áreas de servicio o asistencia.	35-45
Edificios de oficina	
Oficinas ejecutivas y privadas	25-35
Sala de conferencias	25-35
Salas de videoconferencias	25 (máx.)
Oficinas abiertas	30-40
Vestibulos y pasillos	40-45
Hospital y Clínicas	
Habitaciones privadas	25-35
Sala de consultas	30-40
Quirófanos	25-35
Pasillos y áreas públicas	30-40
Espacios para artes interpretativas	
Teatros, sala de conciertos y recitales ^c	25 (máx.)
Estudios de enseñanza musical	25 (máx.)
Salas de ensayo de música	35 (máx.)
Laboratorios	
Pruebas/investigación (existe una mínima comunicación)	45-55
Investigación (con uso extendido del teléfono, existe comunicación)	40-50
Grupos de enseñanza	35-45
Iglesias, mezquitas, sinagogas	
Asamblea general (con programas musicales importantes)	25-35
Escuelas ^d	
Aulas hasta 70 m ²	40 (máx.)
Aulas de más de 70 m ²	35 (máx.)
Grandes salas de conferencia (sin amplificadores para el discurso)	35 (máx.)
Librerías	30-40
Sala de justicia	
Sin amplificadores para el discurso	25-35
Con amplificadores para el discurso	30-40
Estadios cubiertos, gimnasios	
Gimnasios, piscinas y espacios con una gran capacidad de aforo y amplificadores para el discurso.	40-45

Tabla 3. Valores criterio recomendados para cada actividad o lugar

Algunas aclaraciones sobre la tabla 3 son:

- Los valores y rangos están basados en el juicio y la experiencia. Estos representan los límites generales de aceptabilidad para actividades o lugares típicos.
Pueden ser apropiados valores más altos o inferiores y deberían estar basados en un análisis cuidadoso de las necesidades del usuario.
- Cuando la calidad sonora en el lugar evaluado es importante, se recomienda especificar los criterios en términos de RC (N). Si en cambio, la calidad sonora es una cuestión poco importante, los criterios pueden ser especificados en términos de NC o NCB con una magnitud similar.
- Se deberá consultar a un experto acústico experimentado.
- Los criterios acústicos relacionados para escuelas catalogados en esta tabla, pueden ser demasiado altos e impedir el estudio a los niños en grados primarios cuyo vocabulario es limitado, o cuya lengua materna no es la lengua de la clase. Algunos educadores y otros expertos, creen que el sonido de fondo relacionado en aulas no debería exceder RC 25 (N).

■ 8. EJEMPLO DE APLICACIÓN

El espectro sonoro ilustrado en la Fig. 2 es representativo de una situación en la que se irradiaba ruido desde el techo de unas oficinas, debido a que existían tuberías de aire del sistema de climatización por donde circulaba aire turbulento. Supongamos que los ocupantes del local trabajan en oficinas abiertas y se quejan de malestar a causa del ambiente sonoro.

Para la resolución de este caso se puede optar, por una representación gráfica del espectro sonoro. Para ello se ha de calcular cuál es la curva RC de referencia. En la figura 2 se indica la curva de referencia apropiada es RC 40; cuyo cálculo se muestra en la tabla 4 (línea 2).

Como la pendiente de las curvas RC es de 5 dB/octava son fáciles de representar. Donde la línea gruesa azul marca el criterio RC de referencia y los puntos negros representan los valores del espectro sonoro a evaluar recogidos en la tabla 4 (línea 1).

Como la actividad que se desarrolla es trabajo en oficinas abiertas, el valor criterio recomendado en la tabla 3 es de 30 a 40.

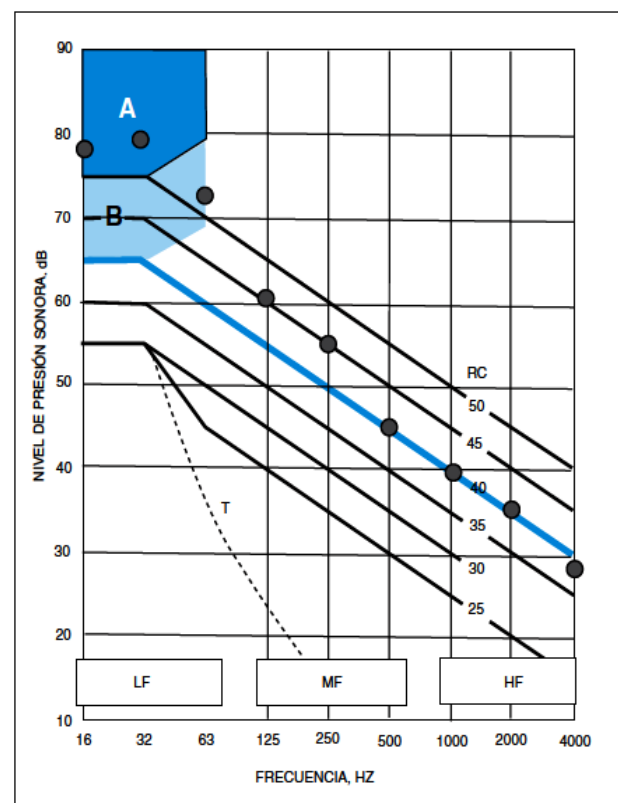


Figura 2. Ejemplo

Por tanto no se supera la recomendación y se ha de seguir con la valoración del espectro sonoro para llegar a estimar si las quejas de los ocupantes de las oficinas están justificadas o no.

La representación gráfica permite visualizar sin cálculos adicionales que la región del espectro preponderante es la LF (*Low Frecuencia*). Hay que recordar que cada curva de referencia RC identifica la forma de un espectro sonoro neutro. Además el espectro alcanza el sector A, por lo que podemos decir que existe un grado claramente sensible de ruido que induce la vibración de las estructuras ligeras del local. Sólo con la representación gráfica y el cálculo del criterio RC, se puede estimar que la valoración de RC Mark II de este espectro es RC 40 (LFA).

Por otra parte, para evaluar la exposición al ambiente sonoro en aceptable, moderada o inaceptable, se ha de calcular el Índice QAI. Por lo que se recomienda realizar un estudio analítico del espectro tal y como se indica en la tabla 4.

Los cálculos a realizar son los que se muestran en la tabla 4.

Sabiendo que:

- La línea 1 de la tabla representa el espectro sonoro a evaluar, medido en dB(A).
- La línea 2 muestra el cálculo de la curva criterio RC, a través de la media aritmética de los niveles de presión sonora en las frecuencias de 500,1000 y 2000 Hz.
- La línea 3 recoge los valores de la curva neutra correspondiente RC 40. (Hay que recordar que la pendiente de estas curvas es de 5 dB/octava.)
- La línea 4 son las diferencias aritméticas entre el espectro y los valores de la curva RC de referencia en cada frecuencia de octava.

		Frecuencia, Hz								
		16	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000
1	Nivel de Presión sonora, dB (A)	78	80	73	60	55	45	39	35	27
2	Media aritmética del nivel de presión sonora en 500-2000 Hz	40								
3	Contorno de la curva RC	65	65	60	55	50	45	40	35	30
4	Diferencias de nivel sonoro	13	15	13	5	5	0	-1	0	-3
5		LF	MF	HF						
6	Desviación Espectral	13.7	3.8	-1.2						
7	QAI	13.7 - (-1.1) = 14.8								

Tabla 4. Cálculo

- La línea 5 incluye la agrupación de bandas de frecuencia en tres rangos: Baja, Media y Alta Frecuencia.
- La línea 6 incluye los factores de desviación calculados de la siguiente manera:

$$\Delta LF = 10 \text{ Log } [(10^{1.3} + 10^{1.5} + 10^{1.3})/3] = 13.7$$

$$\Delta MF = 10 \text{ Log } [(10^{0.5} + 10^{0.5} + 10^0)/3] = 3.8$$

$$\Delta HF = 10 \text{ Log } [(10^{-0.1} + 10^0 + 10^{-0.3})/3] = 1.17$$

Además, en el caso de ΔLF y ΔHF , como la diferencia de las desviaciones no superan los 3 dB, sería suficiente realizar un promedio aritmético del siguiente modo:

$$\Delta LF = (13 + 15 + 13)/3 = 13.6$$

$$\Delta HF = (-1 + 0 + (-3))/3 = -1.3$$

- La línea 7 es la diferencia aritmética entre el factor de desviación más alto y más bajo. Es decir, el cálculo del Índice QAI.

El ejemplo muestra un espectro que causa un QAI = 14.8, con un desequilibrio de frecuencia dominante que ocurre en la región LF. Además como estos Niveles de Presión Sonora de baja frecuencia se extienden en la Región A de las curvas RC, la valoración de RC Mark II de este espectro es RC 40 (LFA).

Como, por otra parte, QAI > 10 dB, entonces la situación se considera inaceptable, tal y como se indica en la tabla 3, siendo éste el resultado de la evaluación. Las quejas en este caso son justificadas.

■ 9. CONCLUSIÓN

El criterio técnico RC Mark II para evaluar el ruido ambiente en espacios ocupados, ha corregido varios defectos que se hicieron evidentes durante aproximadamente 16 años en el uso práctico del método RC original publicado en 1981 por Blazier. Estas mejoras en la metodología de evaluación del ruido, junto con los criterios sugeridos para interpretar y estimar la respuesta subjetiva de un inquilino expuesto a un ambiente sonoro determinado, han convertido este método en un instrumento útil y práctico para el profesional de evaluación acústica.

Con esta NTP se pretende dar a conocer las mejoras actuales en los criterios técnicos para la valoración del ruido y servir de guía para la aplicación en campo del mismo.

■ 10. BIBLIOGRAFÍA

- BLAZIER W.E.
“RC Mark II: A Refined Procedure for Rating the Noise of Heating, Ventilating and Air-conditioning (HVAC) Systems in Buildings” J. Noise Control Engineering, 45(6), Nov - Dec 243- 250. 1997
- ASHRAE
Fundamentals Handbook Chapter 7: SOUND AND VIBRATION, 2001
- GÓMEZ-CANO, M
Aspectos Ergonómicos del Ruido. 1994. Madrid, INSHT, 1994
- GREGORY C. TOCCI
Room Noise Criteria. The State of the Art in the Year 2000.

Anexo XIV. **NTP-779. Bienestar térmico: criterios de diseño para Ambientes térmicos confortables**

■ 1. INTRODUCCIÓN:

El ambiente interior comprende el ambiente térmico, la calidad del aire y el ambiente acústico. La calidad del ambiente interior puede ser expresada como el grado en el que se cumplen las exigencias humanas. Debido a las diferencias entre las personas, estas exigencias pueden variar de unos individuos a otros. Algunas personas son más sensibles frente a un determinado ambiente y pueden ser difíciles de satisfacer, mientras que otras lo son en menor medida siendo, en consecuencia, más fáciles de satisfacer. Para hacer frente a estas diferencias individuales, la cuantificación de la “calidad” se expresa en forma de porcentaje de personas que encontrarían, en este caso, el ambiente inaceptable

La metodología de valoración del ambiente térmico se basa en la respuesta humana a las diferentes situaciones provocadas por la combinación de las seis variables que definen el ambiente térmico, cuatro ambientales y dos ligadas al individuo, y que son las siguientes: la temperatura del aire, la temperatura radiante media, la humedad relativa, la velocidad del aire, la actividad metabólica y el aislamiento del vestido.

La valoración final se expresa a través de dos índices: el índice PMV (del inglés Predicted Mean Vote) y el índice PPD (del inglés Predicted Percentage of Dissatisfied). El índice PMV daría la estimación de la sensación térmica, mientras que el PPD proporcionaría información sobre el grado de incomodidad.

Estos índices pueden ser utilizados para el diseño de ambientes térmicos confortables o para la evaluación de ambientes térmicos existentes. La norma UNE-EN-ISO 7730/2006 establece tres clases o categorías de calidad basadas en el equilibrio entre las posibilidades económicas y tecnológicas y el menor número de personas insatisfechas usuarias de dichos ambientes. Es en el momento del diseño de la instalación cuando se escoge una determinada categoría de ambiente térmico, pero es a lo largo de la vida útil de la misma cuando la metodología de valoración permite comprobar que los requisitos establecidos en la fase de diseño se mantienen en el tiempo.

■ 2. ÍNDICES PMV Y PPD

Cualquier actividad que realice el cuerpo humano requiere el aporte de energía. De la energía que se moviliza solo una pequeña parte es invertida en la realización del trabajo, en tanto que el resto se transforma en calor.

Una mínima fracción del calor generado se utiliza para mantener la temperatura interna del cuerpo en un valor constante (37 °C), mientras que el resto debe ser disipado al ambiente, sin olvidar que el flujo de transferencia de calor viene determinado por las

características térmicas del mismo y que el calor fluye de las zonas más cálidas a las más frías.

Se denomina “Balance térmico” al equilibrio que se establece entre el organismo y el ambiente en el que el calor generado internamente y/o ganado del ambiente es igual a la cantidad de calor cedido al ambiente. Los mecanismos fisiológicos que propician los intercambios de calor están regidos por el sistema de termorregulación del cuerpo humano. En ambientes térmicos moderados, el trabajo de termorregulación es mínimo y es suficiente modificar la temperatura de la piel y la secreción del sudor para mantener el equilibrio térmico.

El índice PMV refleja el valor medio de los votos emitidos por un grupo numeroso de personas respecto de una escala psicofísica de siete niveles al ser sometidos a diferentes ambientes térmicos. El índice se obtiene de la ecuación del balance térmico y de los datos estadísticos de pruebas experimentales.

El índice PMV se puede obtener mediante la utilización de un equipo de medida directa, utilizando el programa informático proporcionado en la norma UNE o bien de las tablas, incluidas en la norma, que proporcionan valores de PMV para diferentes combinaciones de actividad, vestimenta, temperatura operativa y velocidad relativa del aire. En la tabla siguiente se muestran, a título de ejemplo, los valores de PMV correspondientes a una actividad sedentaria, para la indumentaria típica de verano y de invierno y para diferentes valores de temperatura operativa y velocidad relativa del aire (Nivel de actividad 69,6 W/m² (1,2 met – 108,7 Kcal/hora)).

Vestimenta Clo ⁽¹⁾	Temperatura operativa ⁽²⁾ °C	Velocidad relativa del aire m/s							
		< 0,10	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	1,0
0,5	18	-2,01	-2,01	-2,17	-2,38	-2,70			
	20	-1,41	-1,41	-1,58	-1,76	-2,04	-2,25	-2,42	
	22	-0,79	-0,79	-0,97	-1,13	-1,36	-1,54	-1,69	-2,17
	24	-0,17	-0,20	-0,36	-0,48	-0,68	-0,83	-0,95	-1,35
	26	0,44	0,39	0,26	0,16	-0,01	-0,11	-0,21	-0,52
	28	1,05	0,98	0,88	0,81	0,70	0,61	0,54	-0,31
	30	1,64	1,57	1,51	1,46	1,39	1,33	1,29	1,14
	32	2,25	2,20	2,17	2,15	2,11	2,09	2,07	1,99
1,0	16	-1,18	-1,18	-1,31	-1,43	-1,59	-1,72	-1,82	-2,12
	18	-0,75	-0,75	-0,88	-0,98	-1,13	-1,24	-1,33	-1,59
	20	-0,32	-0,33	-0,45	-0,54	-0,67	-0,76	-0,83	-1,07
	22	0,13	0,10	0,00	-0,07	-0,18	-0,26	-0,32	-0,52
	24	0,58	0,54	0,46	0,40	0,31	0,24	0,19	0,02
	26	1,03	0,98	0,91	0,86	0,79	0,74	0,70	0,58
	28	1,47	1,42	1,37	1,34	1,28	1,24	1,21	1,12
	30	1,91	1,86	1,83	1,81	1,78	1,75	1,73	1,67

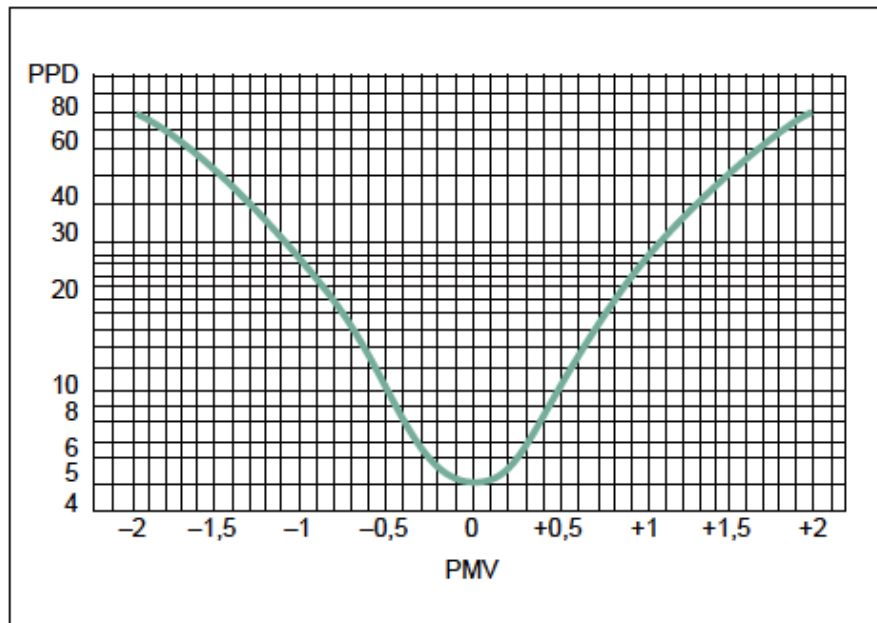
(1) clo: resistencia térmica del vestido. (1 clo= 0,155 m²ΣK/W)

(2) Temperatura operativa: temperatura uniforme de un recinto negro imaginario en el que un ocupante intercambiaría la misma cantidad de calor por radiación y convección que en el ambiente real no uniforme. A efectos prácticos se puede calcular como el valor medio entre la temperatura radiante media y la temperatura del aire.

(3) Velocidad relativa del aire: velocidad del aire relativa al ocupante incluyendo los movimientos del cuerpo.
 $[v_{ar} = 0,3 \sum (M - 1), M \text{ expresado en met, siendo } 1 \text{ met} = 58,2 \text{ W/m}^2]$

Como se ha mencionado anteriormente, el índice PMV permite predecir el valor promedio de la sensación térmica que produciría un determinado ambiente en un grupo numeroso de personas. El análisis del voto individual permitiría comprobar la dispersión de los votos emitidos alrededor del valor medio. El número de votos más alejados del valor medio serían una indicación del grado de insatisfacción frente al ambiente térmico, es decir, indicarían cuantas personas estarían insatisfechas por sentir demasiado calor o demasiado frío.

El índice PPD permite predecir de forma cuantitativa el porcentaje de insatisfechos. En la figura siguiente se muestra la gráfica que relaciona los índices PMV y PPD.



Los índices PMV y PPD expresan la sensación térmica y el grado de insatisfacción para el conjunto del cuerpo.

Sin embargo, la insatisfacción puede, asimismo, ser debida al calentamiento o enfriamiento no deseado de una zona del cuerpo. Este tipo de incomodidad suele ser debida a la existencia de corrientes de aire, sobre todo aquellas que inciden en nuca y tobillos, a suelos demasiado calientes o fríos, a asimetrías de temperatura radiante elevadas entre planos opuestos o a diferencias de temperatura entre tobillos y cabeza excesivas. El grado de incomodidad que producen estas situaciones se expresa como porcentaje de insatisfechos (PD, del inglés Percentage of Dissatisfied). En la nota técnica 501 "Ambiente térmico e inconfort térmico local", se desarrollan más ampliamente los conceptos que explican estos aspectos, asimismo contiene los valores recomendados por la UNE-EN-ISO 7730/1996 para obtener determinados porcentajes de insatisfechos. La nueva norma propone tres categorías de calidad también para los cuatro factores que inciden en la incomodidad térmica local.

■ 3. CATEGORÍAS DE AMBIENTE TÉRMICO

El establecimiento de categorías de calidad de ambiente térmico pretende dar respuesta a las distintas necesidades que pueden tener los países en cuanto a desarrollo técnico, prioridades nacionales o, incluso, a diferencias climáticas, de forma que los índices PMV, PPD y PD permitan establecer diferentes rangos de parámetros ambientales que faciliten el diseño de las instalaciones, así como la evaluación del bienestar térmico. En la tabla siguiente se muestran las tres categorías de calidad de ambiente térmico correspondientes a los índices PMV y PPD relativos a la sensación térmica del conjunto del cuerpo y el grado de insatisfacción que la situación térmica provocaría en los ocupantes.

CATEGORÍA	ESTADO TÉRMICO DEL CUERPO EN SU CONJUNTO	
	PMV	PPD (%)
A	$-0,2 < PMV < +0,2$	< 6
B	$-0,5 < PMV < +0,5$	< 10
C	$-0,7 < PMV < +0,7$	< 15

En la tabla siguiente se recogen las categorías de ambiente térmico que se corresponden a los porcentajes de insatisfechos debidos a los diferentes factores de malestar térmico localizado considerados.

CATEGORÍA	INCOMODIDAD TÉRMICA LOCAL			
	PD (%)			
	Corrientes de aire (DR)*	Diferencia vertical de la temperatura del aire	Suelos calientes y fríos	Asimetría de temperatura radiante
A	< 10	< 3	< 10	< 5
B	< 20	< 5	< 10	< 5
C	< 30	< 10	< 15	< 10

DR: del inglés Draught rate*

■ 4. CRITERIOS DE DISEÑO

Un ambiente interior viene definido fundamentalmente por la calidad del aire que se proporciona a los ocupantes de un espacio, por el clima que se crea en ese espacio, por el ambiente lumínico y acústico y por el entorno visual en el que se desarrollará la actividad. Buena parte de esos aspectos está directamente relacionado con el sistema de ventilación y de acondicionamiento del aire que se suministra a los locales. Ello hace que sea una de las instalaciones más importantes de un edificio. De su correcto diseño, montaje y funcionamiento dependerá que se obtengan ambientes interiores que puedan ser calificados por los ocupantes como de calidad. De las fases antes indicadas es la del diseño de la instalación la que mayor importancia reviste. Es en esta fase en la que se deben fijar las condiciones y asumir los supuestos en los que se basará el diseño de la instalación y que permitirán alcanzar los criterios de calidad escogidos.

A título de ejemplo, a continuación se indican algunos de los aspectos más directamente relacionados con el ambiente térmico que se deben tomar en consideración en la fa-

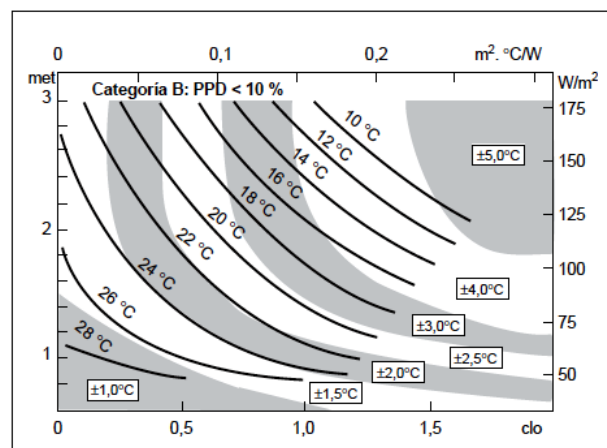
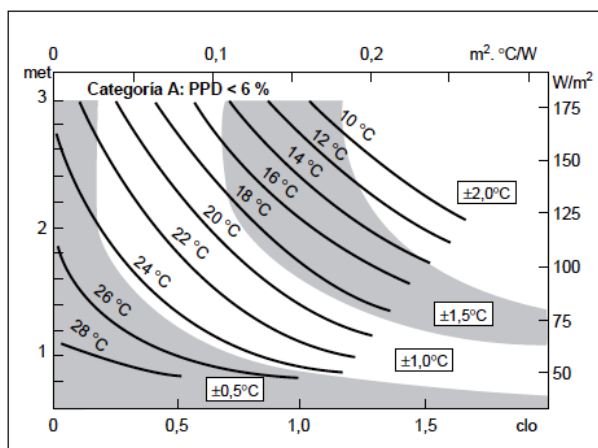
se de diseño del sistema del que dependerá, en buena parte, la calidad del ambiente interior:

- Uso al que está destinado el espacio.
- Especificación de la zona ocupada.
- Número de ocupantes (trabajadores y máxima ocupación previsible si hay atención al público).
- Datos sobre el clima exterior (valores máximos y mínimos correspondientes a un determinado porcentaje de un año normal).
- Área de la superficie acristalada.
- La carga térmica originada por las personas, equipos, iluminación, radiación solar, etc.
- El posible uso de elementos de apantallamiento solar.
- La incorporación de ventanas practicables.

Tanto los propietarios como los usuarios deben ser conscientes de que los cambios en aspectos tales como la carga térmica o el número de ocupantes que se puedan producir con el tiempo significan una desviación del diseño original del sistema y, en consecuencia, es posible que ya no se cumplan los criterios de bienestar inicialmente especificados.

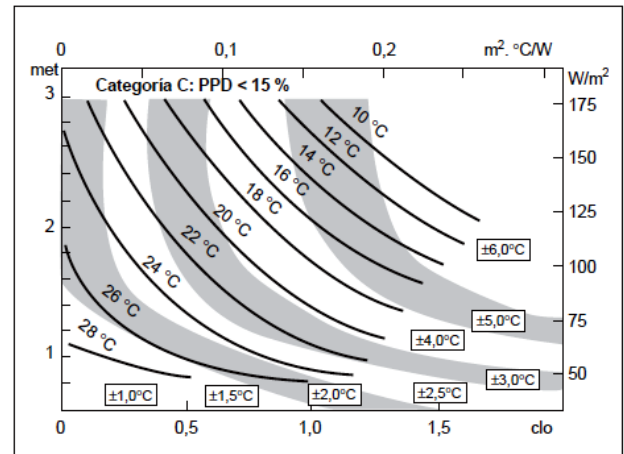
Intervalo de temperatura operativa

Para un espacio dado en el que se desarrolla una cierta actividad física y se viste una ropa determinada existe una temperatura operativa óptima que corresponde a la sensación térmica neutra, es decir, a un índice PMV igual a cero. Los límites de bienestar térmico alrededor de la temperatura operativa se establecen a partir del PMV fijado en el diseño. En las figuras siguientes se muestran dichos límites para cada una de las categorías de calidad de ambiente térmico.



Las curvas muestran la temperatura operativa óptima, por lo tanto son las mismas en las tres gráficas, mientras que los límites varían en función de la tolerancia que establece cada categoría.

Las áreas sombreadadas indican los intervalos de temperatura alrededor de la óptima dentro de los cuales se cumple el valor del PMV establecido en cada categoría.



En el cálculo de los límites de bienestar se considerado una humedad relativa del 50% y una velocidad del aire inferior a 0,1 m/s.

Corrientes de aire

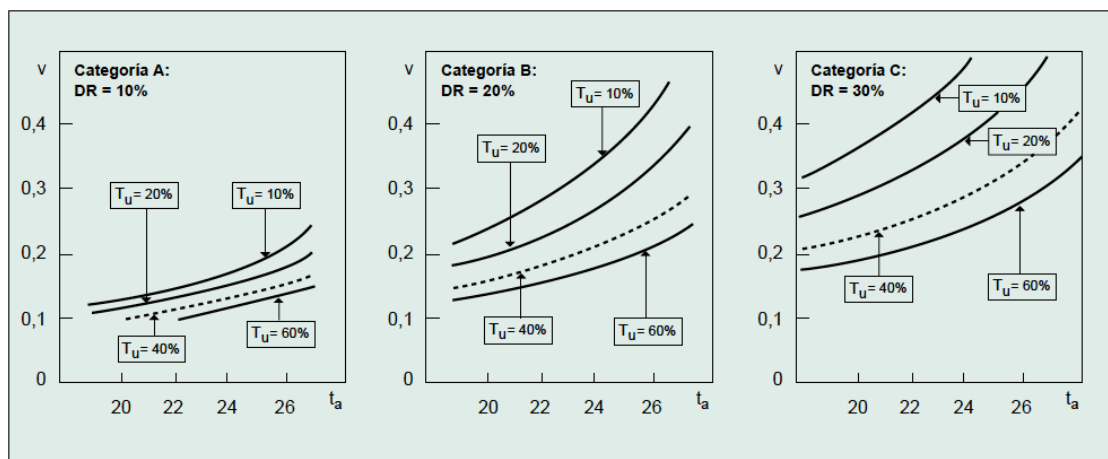
Una corriente de aire se puede definir como un enfriamiento no deseado de una parte del cuerpo debido al movimiento del aire y a la temperatura. En la NTP 501 se describen más ampliamente los conceptos básicos de este factor de incomodidad.

En la tabla siguiente se establecen los porcentajes de insatisfechos para las tres categorías de calidad de ambiente térmico ligadas a la incomodidad térmica local y entre ellas la debida a la presencia de corrientes de aire.

CATEGORÍA	INCOMODIDAD TÉRMICA LOCAL			
	PD (%)			
	Corrientes de aire (DR)*	Diferencia vertical de la temperatura del aire	Suelos calientes y fríos	Asimetría de temperatura radiante
A	< 10	< 3	< 10	< 5
B	< 20	< 5	< 10	< 5
C	< 30	< 10	< 15	< 10

DR: del inglés Draught rate*

La figura siguiente muestra las gráficas de las que se puede deducir la máxima velocidad media del aire en función de la temperatura y de la intensidad de la turbulencia para cada una de las categorías establecidas.



La intensidad de la turbulencia se exprese en tanto por ciento y corresponde a la relación entre la desviación estándar de la velocidad instantánea del aire y la velocidad media del aire. El valor de la intensidad de turbulencia puede variar entre el 30% y el 60% en espacios en los que la ventilación es por mezcla. En esos casos el objetivo es que el aire de impulsión se mezcle con el aire del interior del local alcanzando todos los puntos del mismo y, en especial, la zona respiratoria.

En los casos en que la ventilación es por desplazamiento del aire, el objetivo es que el aire de impulsión se mezcle lo menos posible con el aire del local. El aire tratado va desplazando el aire interior hacia la extracción.

En esa situación la intensidad de turbulencia puede ser menor.

Otros factores de incomodidad térmica local

En este apartado se incluyen los valores de los parámetros físicos que definen los demás factores considerados como susceptibles de causar incomodidad térmica local.

Dichos parámetros corresponden a: la temperatura del aire que permite verificar la cuantía de la diferencia vertical de temperaturas, la temperatura del suelo que permite determinar la incomodidad por suelos demasiado fríos o calientes y la temperatura de planos radiantes que permite calcular la asimetría de temperatura radiante. En la tabla siguiente se resumen los valores permitidos de estos parámetros para cada una de las categorías de calidad establecidas.

	Diferencia vertical de temperatura	Temperatura del suelo	Asimetría de temperatura radiante			
			Techo caliente	Pared fría	Techo frío	Pared caliente
A	PD: < 3%	PD: < 10%	PD: < 5%			
	< 2°C	19 a 29 °C	< 5°C	< 10°C	< 14°C	< 23°C
B	PD: < 5%	PD: < 10%	PD: < 5%			
	< 3°C	19 a 29 °C	< 5°C	< 10°C	< 14°C	< 23°C
C	PD: < 10%	PD: < 15%	PD: < 10%			
	< 4°C	17 a 31 °C	< 7°C	< 13°C	< 18°C	< 35°C

Criterios de diseño para diferentes espacios en distintos edificios

En la tabla siguiente se indican los criterios de diseño para algunos espacios y para los que se han asumido ciertas hipótesis. Para el ambiente térmico, los valores de temperatura operativa están basados en los niveles de actividad típicos para la tarea que se desarrolla en dichos espacios y que normalmente se corresponde con una actividad sedentaria teniendo en cuenta una indumentaria de 0,5 clo durante el verano (período de funcionamiento de la refrigeración) temperatura y de 1 clo durante el invierno (período de funcionamiento de la calefacción). Los valores de velocidad media del aire son válidos para una intensidad de turbulencia de aproximadamente el 40%.

Tipo de edificio/espacio	Actividad metabólica W/m ²	Categoría de calidad	Temperatura operativa °C		Máxima velocidad media del aire ⁽¹⁾ m/s	
			Verano	Invierno	Verano	Invierno
Despacho individual Oficina diáfana	70	A	24,5±1,0	22,0±1,0	0,12	0,10
Sala de conferencias Sala de actos		B	24,5±1,5	22,0±2,0	0,19	0,16
Cafetería/restaurante Aula		C	24,5±2,5	22,0±3,0	0,24	0,21 ⁽²⁾

(1) La máxima velocidad media del aire está basada en una intensidad de turbulencia del 40% y la temperatura del aire es igual a la temperatura operativa. La humedad relativa considerada es del 60% en verano y del 40% en invierno. Para determinar la máxima velocidad media del aire se toma la temperatura más baja del rango.

(2) Cuando la temperatura es inferior a 20 °C, la máxima velocidad media del aire se determina de la figura 5

■ BIBLIOGRAFÍA

- MINISTERIO DE TRABAJO Y ASUNTOS SOCIALES.
Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, (BOE de 23 de abril de 1997) por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- MINISTERIO DE TRABAJO Y ASUNTOS SOCIALES.
Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los lugares de trabajo. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA.
Real Decreto 1751/1998, de 31 de julio, (BOE de 5 de agosto de 1998), por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITE).
- AENOR
Norma Española UNE-EN-ISO 7730, de octubre de 2006. Ergonomía del ambiente térmico. Determinación analítica e interpretación del bienestar térmico mediante el cálculo de los índices PMV y PPD y los criterios de bienestar térmico local.
- P.O.FANGER
Thermal Comfort. Mc Graw Hill, New York, 1972.
- CASTEJÓN, E.
NTP nº 74. Confort térmico. Método Fanger para su evaluación. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo, 1983.
- HERNÁNDEZ, A.
NTP nº 501. Ambiente térmico e inconfort térmico local. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo, 1998.

Anexo XV. **ANEXO IV DE LA GUÍA DE LOS RIESGOS RELATIVOS A LA UTILIZACIÓN DE LOS LUGARES DE TRABAJO**

■ **Introducción:** Las condiciones inadecuadas de iluminación en los lugares de trabajo pueden tener consecuencias negativas para la seguridad y la salud de los trabajadores; la disminución de la eficacia visual puede aumentar el número de errores y accidentes así como la carga visual y la fatiga durante la ejecución de las tareas; también se pueden producir accidentes como consecuencia de una iluminación deficiente en las vías de circulación, escaleras y otros lugares de paso.

El acondicionamiento de la iluminación conlleva la necesidad de proporcionar un nivel de luz adecuado al tipo de actividad realizada, pero junto al nivel de iluminación es necesario considerar otros aspectos importantes, entre los que se encuentran el control del deslumbramiento, la uniformidad de la iluminación, el equilibrio de luminancias en el campo visual y la integración de la luz natural.

Ahora bien, las exigencias visuales de la tarea no constituyen el único factor a considerar en el acondicionamiento de la iluminación, también es necesario tener en cuenta la existencia de trabajadores con una capacidad visual menor de la normal y las consecuencias negativas para la seguridad de las personas que se pueden derivar de los errores debidos a una mala visibilidad. Esto puede requerir el aumento de los niveles de luz y la adecuación de otros aspectos de la iluminación, de acuerdo con los criterios que se exponen más adelante.

El empleo de la luz natural en los lugares de trabajo tiene varias ventajas; al ahorro energético que pueda suponer el aporte de luz solar, se une la calidad de la luz natural: capacidad de reproducción cromática, estabilidad del flujo luminoso, tonalidad de la luz, etc. Por otra parte, el aporte de luz natural mediante la utilización de ventanas puede satisfacer la necesidad psicológica de contacto visual con el mundo exterior. Las referidas ventajas justifican el interés de aprovechar todo lo posible la iluminación natural en los lugares de trabajo.

El acondicionamiento de la iluminación natural lleva consigo la colocación correcta de los puestos de trabajo respecto a las ventanas o claraboyas, de manera que los trabajadores no sufran deslumbramiento y la luz solar no se proyecte directamente sobre la superficie de trabajo. Estas medidas se pueden complementar con la utilización de persianas, estores, cortinas y toldos, destinados a controlar tanto la radiación solar directa como el posible deslumbramiento.

Ahora bien, en la mayoría de los lugares de trabajo la luz solar no será suficiente para iluminar las zonas más alejadas de las ventanas ni para satisfacer las necesidades a cualquier hora del día, por lo que será necesario contar con un sistema de iluminación artificial complementario. Este sistema debería estar diseñado para proporcionar una iluminación general suficiente en las condiciones más desfavorables de luz natural.

En los lugares de trabajo donde sea necesario combinar la luz natural y la artificial se recomienda el empleo de lámparas con una “temperatura de color” comprendida entre 4.000 y 5.000 grados Kelvin. Esta tonalidad, compatible con la de la luz natural, se puede lograr fácilmente utilizando lámparas fluorescentes o de descarga. Sin embargo, las lámparas incandescentes estándar tienen una temperatura de color demasiado baja para esta finalidad.

En muchos casos, el nivel de la iluminación general puede ser suficiente para todas las tareas realizadas en un local de trabajo, pero en otras ocasiones las necesidades particulares de algún puesto o tarea visual puede hacer aconsejable el empleo de sistemas de iluminación localizada que complementen el nivel de la iluminación general.

Cuando se utilice iluminación localizada en algún puesto o zona de trabajo, es necesario proporcionar también una iluminación general, destinada a evitar desequilibrios de luminancia en el entorno visual. Esta iluminación general debería ser tanto mayor cuanto más grande sea el nivel de la iluminación localizada (véase más adelante el punto referido a la uniformidad de la iluminación).

Por “zona donde se ejecuten tareas” se debe entender cualquier zona donde el trabajador tenga que realizar una función visual en el transcurso de su actividad.

Por “vía de circulación” se debe entender cualquier lugar de trabajo destinado a la circulación de personas o vehículos, ya sea en interiores o en exteriores.

Por “área o local”, ya sea de uso habitual u ocasional, se debe entender cualquier otra área del centro de trabajo, edificada o no, en la que los trabajadores deban permanecer o a la que puedan acceder en razón de su trabajo. Se consideran incluidos en esta definición los servicios higiénicos y locales de descanso, los locales de primeros auxilios y los comedores (Artículo 2, punto 1, del presente Real Decreto).

Con el fin de facilitar la interpretación de los niveles mínimos de iluminación establecidos en el presente Real Decreto se puede hacer la siguiente comparación con los niveles mínimos **recomendados** por las normas UNE 72 - 163 - 84 y UNE 72 - 112 - 85:

REAL DECRETO		NORMAS UNE	
Exigencias de la tarea	Nivel mínimo requerido (Lux)	Categoría de la tarea	Nivel mínimo recomendado (Lux)
Bajas	100	D (fácil)	200
Moderadas	200	E (normal)	500
Altas	500	F (difícil)	1.000
Muy altas	1.000	G (muy difícil)	2.000
		H (complicada)	5.000

■ Ejemplos de tareas visuales según UNE 72 - 112 – 85

- **Categoría D.** Manejo de máquinas herramienta pesadas, lavado de automóviles, etc.
- **Categoría E.** Trabajos comerciales, reparación de automóviles, planchado y corte en trabajos de confección, etc.
- **Categoría F.** Escritura y dibujo con tinta, ajuste en mecánica, selección industrial de alimentos, etc.
- **Categoría G.** Escritura y dibujo con lápiz, costura en actividades de confección, etc.
- **Categoría H.** Montaje sobre circuitos impresos, trabajos de relojería, igualación de colores, etc.

A título orientativo, en el Anexo A de esta Guía se incluye una tabla más detallada con los niveles mínimos de luz **recomendados** para diferentes actividades y tareas. En esta tabla se indica también el rendimiento en color de las lámparas, Ra, necesario para cada una de dichas actividades y tareas.

Dónde se deben obtener los niveles de iluminación

El sistema de iluminación debe ser diseñado de tal forma que los citados niveles de iluminación se obtengan en el mismo lugar donde se realiza la tarea. Así pues, dichos niveles deberían ser medidos a la altura del plano de trabajo y con su misma inclinación, dado que los niveles de iluminación horizontal, vertical o en cualquier otro plano pueden ser distintos.

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

Cuándo se deben incrementar los niveles de iluminación

El Real Decreto establece que los niveles mínimos de iluminación se deben duplicar en los siguientes casos:

- En las áreas o locales de uso general y en las vías de circulación, cuando, por sus características, estado u ocupación, existan riesgos apreciables de accidente.

La aplicación de este criterio requiere una evaluación previa de los riesgos de accidente existentes en las citadas áreas o vías de circulación. Así, por ejemplo, podría ser necesario duplicar los niveles de iluminación en las áreas o zonas de paso usadas por los trabajadores, en las que se utilicen carretillas automotoras, etc.
- En las zonas donde se efectúen tareas, cuando un error de apreciación visual durante la realización de las mismas pueda suponer un peligro para el trabajador que las ejecuta o para terceros.

Como en el caso anterior, la decisión de duplicar el nivel de iluminación, en una determinada zona de trabajo, se debería tomar sobre la base de la evaluación previa del riesgo de accidente.

- Finalmente, los niveles mínimos de iluminación también deben ser duplicados cuando el contraste de luminancias o de color entre el objeto a visualizar y el fondo sobre el que se encuentra sea muy débil.

Esta situación puede darse, por ejemplo, en trabajos de igualación de colores, cosido de telas con hilo del mismo color, etc.

La iluminación también debería ser incrementada para los trabajadores que requieran un nivel de luz superior a lo normal, como consecuencia de su edad o de una menor capacidad visual.

En todo caso, los requisitos señalados para el nivel de iluminación están supeditados a que lo permita la propia naturaleza de la tarea realizada.

Por ejemplo, en los procesos de revelado fotográfico, realizados en cuarto oscuro, no serían aplicables los citados requerimientos.

Puestos de trabajo con pantallas de visualización

El nivel de iluminación para los puestos de trabajo con pantallas de visualización debería ser apropiado para todas las tareas realizadas en el puesto (por ejemplo, la lectura de la pantalla y de los impresos, la escritura sobre papel, el trabajo con el teclado, etc.), pero sin alcanzar niveles que pudieran reducir excesivamente el contraste en la pantalla.

Los criterios sobre este y otros aspectos, relativos al acondicionamiento de los puestos de trabajo con pantallas de visualización, se pueden encontrar en la “Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de equipos con pantallas de visualización”, editada por el INSHT.

■ Uniformidad de la iluminación

La tarea debería ser iluminada de la forma más uniforme posible. Se recomienda que la relación entre los valores mínimo y máximo de los niveles de iluminación existentes en el área del puesto donde se realiza la tarea no sea inferior a 0,8.

Por otro lado, con el fin de evitar las molestias debidas a los cambios bruscos de luminancia, el nivel de iluminación en los alrededores debe estar en relación con el nivel existente en el área de trabajo.

En áreas adyacentes, aunque tengan necesidades de iluminación distintas, no deben existir niveles de iluminación muy diferentes; se recomienda que dichos niveles no difieran en un factor mayor de cinco; por ejemplo, el acceso y los alrededores de una zona de trabajo cuyo nivel de iluminación sea de 500 lux, debería tener una iluminación de, al menos, 100 lux.

■ Equilibrio de luminancias

La distribución de luminancias en el campo visual puede afectar a la visibilidad de la tarea e influir en la fatiga del trabajador.

La agudeza visual es máxima cuando la luminosidad de la tarea es similar a la existente en el campo visual del trabajador. Sin embargo, cuando la luminosidad de la tarea es muy diferente a la del entorno se puede producir una reducción de la eficiencia visual y la aparición de fatiga, como consecuencia de la repetida adaptación de los ojos.

Las relaciones de luminancia que deberían ser consideradas en el acondicionamiento de la iluminación son las siguientes:

- a) Entre la tarea y su entorno inmediato. Se recomienda que la luminancia del entorno inmediato sea menor que la de la tarea pero no inferior a 1/3.
- b) Entre la tarea y el entorno alejado. En este caso se recomienda que la relación de luminancias no sea superior a 10 ni inferior a 1/10.

El equilibrio de luminancias se puede lograr controlando la reflectancia de las superficies del entorno y los niveles de iluminación; es decir, eligiendo colores más o menos claros para las paredes y otras superficies del entorno y empleando una iluminación general adecuada, de manera que la luminosidad del entorno no sea muy diferente a la existente en el puesto de trabajo.

■ **Control del deslumbramiento**

El deslumbramiento se puede producir cuando existen fuentes de luz cuya luminancia es excesiva en relación con la luminancia general existente en el interior del local (deslumbramiento directo), o bien, cuando las fuentes de luz se reflejan sobre superficies pulidas (deslumbramiento por reflejos).

Las situaciones de deslumbramiento en los lugares de trabajo pueden perturbar la visión y dar lugar a errores y accidentes.

El deslumbramiento puede adoptar dos formas: el deslumbramiento perturbador, cuyo principal efecto es reducir la visibilidad de la tarea, y el deslumbramiento molesto, el cual no reduce la visibilidad pero produce fatiga visual.

Para evitar el deslumbramiento perturbador, los puestos y áreas de trabajo se deben diseñar de manera que no existan fuentes luminosas o ventanas situadas frente a los ojos del trabajador. Esto se puede lograr orientando adecuadamente los puestos o bien apantallando las fuentes de luz brillantes.

Para evitar el deslumbramiento molesto es necesario controlar todas las fuentes luminosas existentes dentro del campo visual. Esto conlleva la utilización de persianas o cortinas en las ventanas, así como el empleo de luminarias con difusores o pantallas que impidan la visión del cuerpo brillante de las lámparas.

El apantallamiento debería efectuarse en todas aquellas lámparas que puedan ser vistas, desde cualquier zona de trabajo, bajo un ángulo menor de 45° respecto a la línea de visión horizontal.

El grado de deslumbramiento puede ser expresado mediante el método “Unified Glare Rating” (UGR) de la Comisión Internacional de la Iluminación (CIE), en el cual se tiene en cuenta la contribución de cada una de las luminarias que forman parte de un determinado sistema de iluminación (Publicación CIE 117).

En el Anexo A de la Guía se indica el nivel máximo del valor UGR de deslumbramiento admisible para cada tipo de tarea o actividad.

■ **Control de los reflejos**

En lo que concierne al control del deslumbramiento provocado por los reflejos, se pueden utilizar los siguientes procedimientos:

- a) Emplear acabados de aspecto mate en las superficies de trabajo y del entorno.
- b) Situar las luminarias respecto al puesto de trabajo de manera que la luz llegue al trabajador lateralmente. En general, es recomendable que la iluminación le llegue al trabajador por ambos lados con el fin de evitar también las sombras molestas cuando se trabaja con ambas manos.
- c) Emplear luminarias con difusores, así como techos y paredes de tonos claros, especialmente cuando la tarea requiera la visualización de objetos pulidos.

■ **Direccionalidad de la luz**

Para percibir la forma, el relieve y la textura de los objetos es importante que exista un equilibrio de luz difusa y direccional. Una iluminación demasiado difusa reduce los contrastes de luces y sombras, empeorando la percepción de los objetos en sus tres dimensiones, mientras que la iluminación excesivamente direccional produce sombras duras que dificultan la percepción.

Algunos efectos de la luz dirigida también pueden facilitar la percepción de los detalles de una tarea; por ejemplo, una luz dirigida sobre una superficie bajo un ángulo adecuado puede poner de manifiesto su textura. Esto puede ser importante en algunas tareas de control visual de defectos.

■ **Parpadeos y efectos estroboscópicos**

El flujo de luz emitido por todas las lámparas alimentadas con corriente alterna presenta una fluctuación periódica; esta fluctuación es más acusada en las lámparas fluorescentes y de descarga que en las lámparas incandescentes, debido a la inercia térmica que presenta el filamento de estas últimas.

El flujo de luz de todas las lámparas alimentadas con corriente alterna de 50 Hz presenta una fluctuación de 100 Hz; esta fluctuación es demasiado rápida para ser detectada por el ojo y rara vez se perciben parpadeos por esta causa. No obstante, en las lámparas fluorescentes deterioradas se pueden producir parpadeos muy acusados, lo que exigiría su rápida sustitución.

Por lo que se refiere a los efectos estroboscópicos, producidos por la luz fluctuante, se pueden manifestar principalmente en las máquinas giratorias, cuando su velocidad se sincroniza con la frecuencia de la fluctuación del flujo lumínico. Este efecto puede resultar molesto cuando aparece en tareas que requieren una atención sostenida y también puede ser peligroso cuando da lugar a la impresión de que las partes rotativas de una máquina giran a poca velocidad, están paradas o giran en sentido contrario.

Estos efectos pueden ser eliminados iluminando los órganos giratorios de las máquinas mediante un sistema auxiliar que utilice lámparas incandescentes.

También pueden ser aminorados repartiendo la conexión de las lámparas fluorescentes de cada luminaria a las tres fases de la red, pero actualmente la solución más eficaz consiste en alimentar dichas lámparas con balastos electrónicos de alta frecuencia.

■ **La iluminación de emergencia, de evacuación y de seguridad** debe estar disponible en todos los lugares de trabajo en los que un fallo del sistema de iluminación normal pueda suponer riesgos importantes para la seguridad de los trabajadores que se encuentren realizando su actividad. Esto puede incluir el contacto con máquinas peligrosas, la pérdida de control de procesos críticos, la caída desde lugares elevados, el tropiezo con obstáculos, etc.

También es preciso disponer de un sistema de iluminación que permita la evacuación del personal en caso de incendio u otra emergencia.

Estos tipos de iluminación deberían estar alimentados por una fuente de energía independiente de la que proporciona la iluminación normal. El sistema debería entrar en funcionamiento de forma automática e inmediatamente después de producirse el fallo en el sistema de iluminación habitual.

El nivel de iluminación y el tiempo durante el cual debe mantenerse operativo el mencionado sistema deben ser suficientes para permitir la adopción de todas las acciones necesarias para proteger la salud y seguridad de los trabajadores y de otras personas afectadas.

En el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (M.I.B.T. 025) y en la Norma Básica de la Edificación NBE-CPI 96 (Artículo 21), se establecen los requerimientos de estos tipos de iluminación para diversos establecimientos 6º

Con el fin de evitar los riesgos eléctricos, los sistemas de iluminación deberán cumplir las disposiciones contenidas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

En relación con los riesgos de incendio y explosión deberán cumplir, específicamente, la Instrucción Complementaria M.I.B.T. 026 del citado Reglamento.

INVASSAT