

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CATALUNYA - BARCELONATECH
OPE - ORGANIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y DE EMPRESA (ASPECTOS
TÉCNICOS, JURÍDICOS Y ECONÓMICOS EN PRODUCCIÓN)

Ergonomía y evaluación del riesgo ergonómico

Cristina Batalla, Joaquín Bautista, Rocío Alfaro

OPE-WP.2015/01 (20150117)
(Documento científico-técnico 20150117)



PROTHIUS

Càtedra Organització Industrial

<http://futur.upc.edu/OPE>

<http://www.prothius.com>

ERGONOMÍA Y EVALUACIÓN DEL RIESGO ERGONÓMICO

Cristina Batalla¹, Joaquín Bautista¹, Rocío Alfaro¹

¹Universitat Politècnica de Catalunya – BarcelonaTech

Resumen: Hoy en día los trabajadores se ven obligados a adaptarse a muchas y muy diversas condiciones laborales que pueden afectar gravemente a su salud. Por ello, se presenta y analiza la información básica relativa a la Ergonomía haciendo hincapié en las dolencias que pueden aparecer a lo largo de la jornada laboral tanto psíquicas como físicas. A continuación, se describen los métodos ergonómicos más utilizados a lo largo de los años que permiten identificar y evaluar los riesgos ergonómicos a los que se encuentran expuestos los trabajadores, proponiendo opciones para su mejora y emplazándolos a un niveles aceptables. Como parte a destacar, se presenta una unificación de tres métodos ergonómicos (RULA, NIOSH y OCRA) para obtener un único valor de riesgo ergonómico

Palabras clave: Ergonomía; Carga física; Métodos ergonómicos.

1. Introducción

A lo largo de los años la actividad laboral ha generado múltiples y notables riesgos sobre la salud de los trabajadores ocasionando daños importantes e incluso irreparables. Esta circunstancia no difiere mucho de la actualidad donde podemos ver como los trabajadores siguen encontrándose inmersos en infinidad de riesgos relacionados con su puesto de trabajo que pueden ocasionar múltiples lesiones, accidentes y enfermedades profesionales. Por ello, debemos identificar y evaluar todos los factores de riesgo que son latentes y pueden tener una influencia en el bienestar físico, mental y social del trabajador, para poder adoptar medidas necesarias capaces de controlar y evitar todos estos riesgos.

La Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales (PRL) recoge, en sus principales normas y directrices, todas aquellas condiciones laborales entendiéndolas como las obligaciones materiales y ambientales que deben reunir los centros de trabajo, que deben cumplir todas las empresas. Además, estas empresas deben adecuar un sistema preventivo dentro de su actividad laboral que sea capaz de garantizar la seguridad y salud de sus trabajadores.

Debido a la complejidad de los factores de riesgo, al inmenso campo de actuación y a la sorprendente diversidad de condiciones del mundo laboral actual capaces de ocasionar enfermedades profesionales, lesiones y accidentes, la Ley de PRL se divide en cinco disciplinas preventivas básicas que coordinan sus actividades para evitar posibles daños en la

salud. Dichas disciplinas son: (1) Higiene Industrial, (2) Seguridad en el trabajo, (3) Psicología, (4) Medicina en el Trabajo y (5) Ergonomía.

De todas las disciplinas que presenta la PRL cabe destacar la Ergonomía como ciencia multidisciplinar cuyo objetivo es adaptar el ambiente de trabajo a la persona para poder lograr unas condiciones óptimas de confort y eficiencia productiva sin obviar, la reducción de la fatiga física y mental logrando así, una mayor satisfacción del trabajador.

Hoy en día pensamos que muchos de los trabajos que ejecutamos son moderados y sosegados en relación al consumo energético que debe ser empleado, pero no mas lejos de la realidad todos estos trabajos suponen un consumo físico y psíquico muy alto por parte del trabajador. La suma de éstos requerimientos se conoce como “carga de trabajo”.

Resulta importante analizar dichos esfuerzos para poder comprender y valorar los efectos que conllevan sobre la salud del trabajador, por ello, se describirá a continuación la carga mental y la carga física.

2. Carga Mental

2.1 Preliminares

El concepto de carga mental ha sido, a lo largo de los últimos años, uno de los factores más importantes y relevantes en el análisis del desempeño de las diversas actividades que realiza un trabajador.

Se ha debatido mucho sobre la definición de carga mental y que factores interfieren en ella por ser considerada una variable multidimensional y multifacética (Jo et al, 2012) a la vez que intuitiva y de sencilla comprensión.

A continuación se presentan algunas de las definiciones que podemos encontrar en la literatura.

“El término carga hace referencia a la porción de la capacidad limitada del operador requerida para realizar una tarea particular.”

[O’Donnell y Eggemeier (1986)]

“Nivel de recursos atencionales necesarios para equilibrar los criterios de ejecución objetivos y subjetivos, que pueden ser modificados por las demandas de la tarea, el soporte externo y la experiencia.”

[Young y Staton (2001)]

“Conjunto de requerimientos mentales, cognitivos o intelectuales a los que se ve sometido el trabajador a lo largo de su jornada laboral, es decir, el nivel de actividad mental o de esfuerzo intelectual necesario para desarrollar el trabajo”

[Sebastián y Del Hoyo (2002)]

En yuxtaposición a las definiciones mostradas, determinaremos el concepto de carga mental mediante los conceptos incluidos en la norma ISO 10075-1 (2001) que especifican la carga mental mediante dos factores, la presión mental “*conjunto de todas las influencias apreciables, ejercidas por factores externos, que afectan mentalmente al ser humano*” y la tensión mental “*efecto inmediato de la presión mental en el individuo (no el efecto a largo plazo), dependiente de sus condiciones previas habituales o actuales, incluyendo todas las formas de reacción*”.

Un vez puntualizados los dos conceptos, la norma, realiza una vinculación entre ambos incluido en la Parte 2 (ISO 10075-2, 2002) definiendo así la carga mental como “*el efecto de una interacción compleja de factores individuales, técnicos, organizativos y sociales*”.

Interpretando y valorando todos los términos anteriores, definimos carga mental como aquellos requerimientos imprescindibles que precisa un trabajador para desarrollar su trabajo a lo largo de toda su jornada laboral entendiendo como requerimientos, factores como:

- Exigencias o características de la actividad: Coexisten muchos requerimientos que comprenden alguna actividad mental durante la jornada laboral que suponen una activación de los procesos cognitivos del operario (procesamiento de la información así como su cantidad o complejidad, toma de decisiones, concentración, responsabilidad, etc.). Por otra parte, también debemos tener en cuenta el ritmo de trabajo y el contenido de la tarea (responsabilidad, planificación, ejecución, etc.).
- Condiciones ambientales: La capacidad de trabajo puede verse afectada por la temperatura, la humedad, la iluminación, la ventilación y el ruido.
- Factores sociales y de organización del trabajo: Encontramos definidos los factores sociales como el contenido de trabajo, la autonomía, el clima social, el trabajo en equipo, etc.
- Factores individuales: Las características que presenta este factor pueden ir desde la fatiga mental (requerimientos que superan la capacidad del trabajador para poder ejecutarlos), hasta la subcarga mental (capacidad del trabajador superior a los requerimientos exigidos por la tarea: formación, experiencia, habilidades y aptitudes, motivación, etc.).

Observamos que muchas de las características que envuelven los factores que producen carga mental son muy subjetivos y por ello, es habitual que las personas manifiesten diversos juicios de valor al respecto y que sea muy difícil su cuantificación para otorgar un nivel de riesgo al que se encuentra sometido el trabajador. Hoy en día no existe ningún método estereotipado que diagnostique la carga mental del trabajador pero si que encontramos diversos indicadores capaces de establecer aquellas componentes para dar un diagnóstico de la carga y las medidas que pueden ser empleadas para su prevención ((O'Donnell y Eggemeier, 1986) y (ISO 10075-3, 2005)). A continuación, se describen dichos indicadores.

- Sensibilidad: Capacidad que posee un instrumento o técnica para la detección de los diferentes grados del objeto de medida.

- Poder de diagnóstico: Instrumento o técnica capaz de conocer la causa que genera la carga mental en un determinado puesto de trabajo.
- Selectividad / Validez: Grado en el que un instrumento o técnica es capaz de distinguir y diferenciar los conceptos de carga física y estrés del de carga mental.
- Grado de intrusión: Capacidad de evaluar la carga mental del trabajo sin que interfiera en su valoración la ejecución de la apropiada tarea.
- Fiabilidad: Grado de precisión en la obtención de los resultados.
- Requisitos de implementación: Requerimientos que permiten alcanzar la información como por ejemplo los software, los períodos de tiempo, etc.
- Aceptación por el operador: Aceptación por parte del individuo de los procedimientos y resultados obtenidos.

2.2 Métodos de evaluación

Actualmente coexisten múltiples métodos de evaluación para determinar la carga mental, los más utilizados y conocidos son los siguientes:

- UNE-EN ISO 10075-3:2005 → Principios ergonómicos relativos a la carga de trabajo mental. En su parte 3: Principios y requisitos referentes a los métodos para la medida y evaluación de la carga de trabajo mental (ISO10075-3:2005): Método que no mide la carga mental sino que establece los requisitos que deben cumplir los métodos para medir y evaluar dicha carga. Establece los diferentes métodos en 3 grupos siendo el nivel 1 para las medidas precisas (información fiable sobre la naturaleza de la sobrecarga), el nivel 2 para la discriminación (identificación de las causas) y el nivel 3 para los fines orientativos (recopilación de información).
- Método LEST (Laboratoire d'Économie et de Sociologie de Travail): Método desarrollado por F. Guélaud, M-N. Beauchesne, J. Gautrat y G. Roustang (1975) que se basa en una guía que permite obtener algunos datos referentes a las diversas condiciones que envuelven el puesto de trabajo y establecer un diagnóstico. El método permite cuantificar variables que son consideradas subjetivas y a su vez, excluye factores como el salario, seguridad e higiene en el trabajo, etc. Consiste en un cuestionario donde se describe la tarea y unas preguntas que hacen referencia a 16 variables relativas al puesto de trabajo, que son agrupadas en 5 bloques también encontramos un breve cuestionario de empresa.
- Método de evaluación F-PSICO: Método elaborado por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT 2011a) que mide los factores psicosociales a los que se encuentran sometidos los trabajadores mediante el análisis de 7 factores de riesgo: (1) carga mental, (2) autonomía temporal, (3) contenido de trabajo, (4) supervisión-participación, (5) definición de rol, (6) interés por el trabajo y (7) relaciones personales. Su objetivo es “aportar información para poder identificar cuáles son los factores de riesgo en una situación determinada, permitiendo, por tanto, el diagnóstico psicosocial de una empresa o de áreas parciales de la misma, a partir de los cuestionarios de aplicación individual.” Herramienta informática que consta de 75 preguntas con las

que se obtiene respuesta a los 7 factores anteriormente numerados, los cuales, son evaluados individualmente mediante una escala que va de 0 a 10.

- **ISTAS21 (CoPsoQ):** ISTAS21 creada por el Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud, es un método basado en la adaptación al Estado Español del Cuestionario Psicosocial de Copenhague (CoPsoQ) desarrollado en el año 2000 por Kristensen, T. S., Hannerz, H., Hogh, A. y Borg, V (Kristensen, 2005).

Aplicación pública y de acceso gratuito que permite evaluar los riesgos laborales de naturaleza psicosocial. Se consideran las exigencias psicológicas cuantitativas, las exigencias psicológicas sensoriales y las exigencias psicológicas cognitivas. El método se puede clasificar en dos grupos, la versión media (empresas de 25 o más trabajadores) y la versión corta (empresas de menos de 25 trabajadores y para una autoevaluación).

3. Carga Física. Concepto.

Las primeras causas de accidentabilidad y de bajas laborales es causada por los sobreesfuerzos que realiza el trabajador en su puesto de trabajo sea cual sea su sector laboral.

Según la VII Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo (INSHT, 2003) el 84% de los trabajadores encuestados (muestreo realizado a 8.892 trabajadores en activo) apuntan a las demandas físicas como uno de los factores a los que se encuentran expuestos, siempre o casi siempre, durante la realización de su tarea.

Así pues, podemos definir la carga física como *“el conjunto de requerimientos físicos a los que el trabajador se ve sometido a lo largo de la jornada laboral”* (NTP 177, 1986); nos referiremos y entenderemos como requerimientos físicos, a todo trabajo que requiere un esfuerzo muscular pudiendo ser estáticos o dinámicos.

Se entiende por esfuerzos o cargas estáticas al momento en que se dificulta el paso del oxígeno y de los alimentos que precisa el músculo para contraerse, comprimiendo los vasos sanguíneos y disminuyendo, por tanto, la irrigación sanguínea al músculo contraído, es decir, cuando existe una contracción muscular continua durante un cierto período de tiempo produciendo fatiga muscular.

Definimos esfuerzo o carga dinámica cuando en un período de corta duración existe un ciclo de contracciones y relajamientos del músculo, facilitando la irrigación sanguínea y el oxígeno necesarios para el músculo.

A lo largo de los años se ha observado una gran exposición a trabajos con componentes estáticos como pueden ser el adoptar posturas dolorosas o fatigantes y el estar de pie sin andar, entre otros, que han sido asociadas a los llamados trastornos músculo-esqueléticos (TME).

En la siguiente gráfica (ver Gráfico 1) se destaca cual es la postura o las posturas más habituales de trabajo. Observamos que los movimientos repetitivos de manos o brazos son los que más predominan con un 59%.

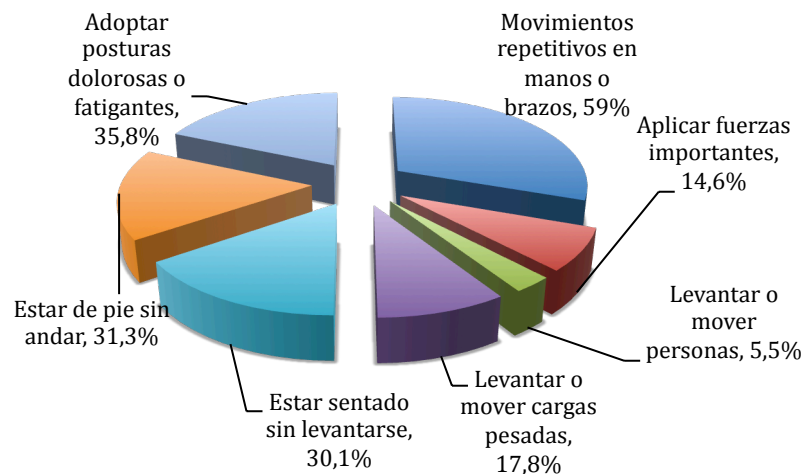


Gráfico 1: Demanda física del trabajo. Pregunta de respuesta múltiple. (INSHT 2011b)

Se pueden considerar los TME como un conjunto de lesiones inflamatorias o degenerativas que afectan a las partes blandas del aparato locomotor como son los músculos, tendones, nervios y articulaciones.

Este conjunto de lesiones pueden manifestarse de forma lenta originando molestias leves y puntuales o bien, mediante lesiones crónicas que desencadenan en un daño permanente convirtiéndose en irreversibles. Suelen aparecer en cualquier región corporal pero como muestra la siguiente gráfica (ver Gráfico 2) las partes más frecuentes son la zona baja de la espalda y la nuca/cuello.

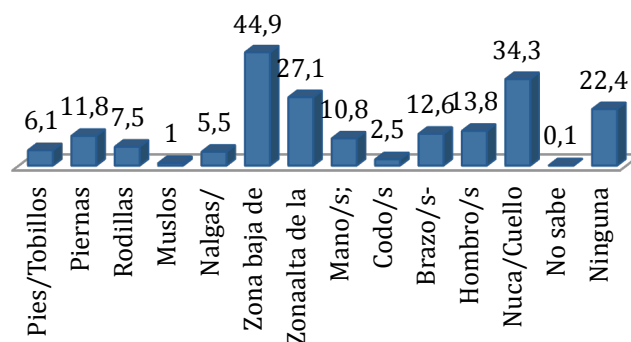


Gráfico 2: Localización de los TME. Pregunta de respuesta múltiple (INSHT 2011b).

Sin dejar de lado otras tareas laborales, se deberá tener en consideración las lesiones o molestias producidas por las siguientes actividades laborales:

A. Manipulación manual de cargas

La manipulación manual de cargas origina múltiples accidentes y enfermedades de origen laboral no sólo en sectores de la industria pesada sino también en otros sectores como pueden ser el transporte, los servicios, el sector sanitario, etc.

Conscientes de la importancia que supone el riesgo producido por la manipulación manual de carga se dictamino, dentro del derecho español, el Real Decreto 487/1997 de 14 de Abril donde se enumeran las disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.

Según su artículo 2 la manipulación manual de carga es....

“Cualquier operación de transporte o sujeción de una carga por parte de uno o varios trabajadores, como el levantamiento, la colocación, el empuje, la tracción o el desplazamiento, que por sus características o condiciones ergonómicas inadecuadas entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.

[RD 487/1997]

Con el objetivo de hacer más entendible el R.D. 487/1997 el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo desarrolló la Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la manipulación manual de cargas (INSHT, 2003). En ella, encontramos definido el tipo de manipulación que puede entrañar riesgo.

“Se considera que la manipulación manual de carga que pese más de 3 kg puede entrañar un potencial riesgo dorsolumbar no tolerable, ya que a pesar de ser una carga bastante ligera, si se manipula en unas condiciones ergonómicas desfavorables (alejada del cuerpo, con posturas inadecuadas, muy frecuentes, en condiciones ambientales desfavorables, con suelos inestables, etc.) podría generar un riesgo”.

[INSHT, 2003]

La manipulación manual de cargas está estrechamente relacionada con la aparición de fatiga física y lesiones músculo-esqueléticas que aparecen de forma inmediata o bien, por la acumulación de pequeños traumatismos a lo largo del tiempo. Estas lesiones pueden desarrollarse en cualquier parte del cuerpo pero las más susceptibles son la zona superior (hombros, brazo y manos) y la espalda (zona dorsolumbar).

Los principales efectos causados por los traumatismos engloban fatigas musculares (calambres, contracturas y roturas de fibra), fatiga tendinosa y ligamentosa (sinovitis, tenosinovitis, roturas, esguinces y bursitis), fatiga articular (artrosis, artritis, hernias discales) y otras lesiones como heridas, quemaduras, cortes, fracturas, hernias abdominales, etc.

Muchas de las lesiones expresadas requieren de un largo período de recuperación y rehabilitación así como una difícil curación, por ello, la Organización Internacional del Trabajo (OIT) las considera una de las primeras causas de accidentes laborales que genera un alto coste económico y humano.

Según la VII Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo (INSHT, 2011b) el 37,9% de los encuestados señalan tres demandas físicas a las que se encuentran sometidos a lo largo de su jornada laboral relacionadas con el riesgo que entraña la manipulación manual de carga (ver Gráfico 3).

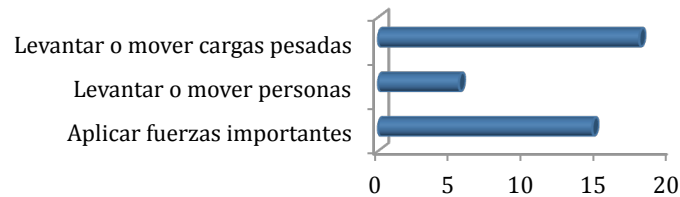


Gráfico 3: Demanda física de trabajo. Pregunta de respuesta múltiple (INSHT 2011b).

Con el objetivo de poder conocer el origen y las causas que provocan dichas lesiones sobre el trabajador para su posterior eliminación y/o paliación, debemos analizar los diferentes puestos y evaluar dicho riesgo.

B. Movimientos Repetidos

Las lesiones por movimientos repetitivos se suelen producir en tareas de empaquetado, lijado, carniceros, pintores, costureros, músicos, cadenas de montaje, talleres mecánicos, entre otros.

Los movimientos repetitivos, también conocidos como Repetitive Stress Injuries (RSIs), desarrollan diversas lesiones en el trabajador así como fatiga muscular, sobrecarga y dolor, producidos por la acción conjunta de una sobrecarga en músculos, huesos, articulaciones y nervios, por la exposición a trabajos con movimientos bruscos o repetitivos donde las posturas establecidas son fijas o extremas durante un período prolongado de tiempo.

Existen diversas opiniones sobre la estimación de la repetitividad; algunos autores la definen como el número de ciclos de trabajo efectuados en el transcurso de una jornada laboral; por su parte, Silverstein junto con sus compañeros (Silverstein et al., 1986) considera la repetitividad como el movimiento que se repite en ciclos inferiores a 30 segundos, definición ampliada por la NTP 311 del INSHT que incluye aquellos trabajos en los que se repiten los mismos movimientos elementales durante más de un 50% de la duración del ciclo.

En definitiva, sea cual sea el parámetro de repetitividad, es importante tener en cuenta que es uno de los factores de riesgo más importantes que ocasionar lesiones afectando, en gran medida, a cuello, hombro, codo, muñeca y rodilla del trabajador originando diversas enfermedades. Algunas de estas enfermedades se describen en los siguientes párrafos:

- Bursitis: Inflamación o irritación de la bursa causando mucho dolor e incapacidad para realizar movimientos o ejercicios usuales. La bursa son pequeñas bolsas que sirven como amortiguadores para ayudar al movimiento normal de las articulaciones (músculos, tendones o huesos) y evitar fricciones entre sí.
- Epicondilitis: Inflamación del epicóndilo; zona en que se unen el hueso y el tendón. Es una lesión que también se conoce como “codo de tenista” cuando la inflamación se produce en el codo.
- Tendinitis: Inflamación de la zona en que se unen el músculo y el tendón por compresión o rozamiento.
- Tenosinovitis: Inflamación de los tendones y/o las vainas de los tendones que limitan la movilidad de éste por falta de líquido sinovial.
- Osteoartritis: Lesión de las articulaciones por rotura y desgaste de la parte superior del cartílago provocando hinchazón, dolor y pérdida de movimiento.
- Síndrome del túnel carpiano: Conocida como la lesión más debilitante de todas, radica en la presión del nervio mediano de la muñeca. Fractura producida por operaciones repetitivas que exigen fuerza en una postura incómoda o bien, por la utilización de elementos vibrantes.

La exposición al riesgo por movimientos repetitivos ha dado pie a numerosos estudios estadísticos para conocer su dimensión como enfermedad profesional. El Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales muestra un tendencia al alza en los períodos 2001-2004 con un punto de inflexión en el año 2005 donde empieza una caída de las enfermedades producidas por este tipo de patología (ver Gráfico 4).

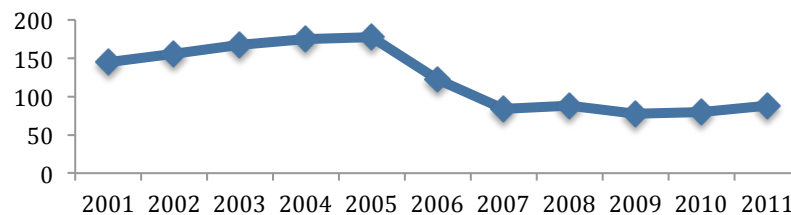


Gráfico 4: Índice total de TME por movimientos repetitivos (Ministerio de Empleo y Seguridad Social, 2015).

Para evaluar todos los riesgos asociados a los movimientos repetitivos se han creado, a lo largo de los años, diversos métodos capaces de evaluar y cuantificar el riesgo asociado que tiene un puesto de trabajo y las tareas que en él se desarrollan con el objetivo de eliminarlo o disminuirlo.

C. Carga postural

Hablamos de carga postural cuando nos referimos a la posición que adoptan uno o más segmentos corporales durante un espacio de tiempo más o menos prolongado.

La postura que suele adquirir el trabajador es considerada como carga de tipo estática por permanecer en una posición fija o restringida sobrecargando músculos y tendones incurriendo en el bienestar y confort del operario.

Las lesiones producidas por la carga postural son, en gran medida, el resultado de la adquisición incorrecta por parte del trabajador de métodos de trabajo (movimientos de flexión, extensión y torsión; giros de tronco, flexión del cuerpo, etc.) o bien, las dimensiones del espacio de trabajo (material situado en una superficie alta que provoca que el trabajador deba estirarse para alcanzarlo situando el brazo por encima del hombro, arrodillarse en un espacio reducido, adquisición de fuerza con los brazos superior a 10kg, etc.)

Aunque las nuevas tecnologías facilitan y disminuyen la realización de esfuerzos físicos, las molestias que aparecen por la carga postural son lentas y pueden terminar convirtiéndose en lesiones crónicas causando un alto coste social y económico.

Según los estudios realizados por el Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales en el año 2000, los sobreesfuerzos constituyeron el 28,4% de los accidentes laborales. Por otro lado, el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT, 2011b) señala en un 95,1% las molestias generadas por la manipulación manual de carga dividiéndola en un 39,8% por encontrarse de pie sin andar, un 32,8% por adaptar posturas dolorosas o fatigantes y un 22,5% sentado sin levantarse.

La Fundación Europea para la Mejora de las Condiciones de Vida y de Trabajo refleja, en su quinta Encuesta europea sobre las condiciones de trabajo realizada en 2010 (Eurofound 2010), como ha incrementado el porcentaje de trabajadores expuestos a posturas fatigantes o dolorosas en los últimos 25 años (ver Gráfico 5).

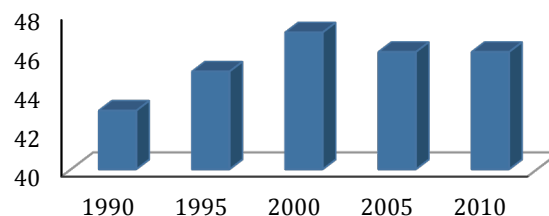


Gráfico 5: Trabajadores expuestos a posturas fatigantes o dolorosas (Eurofound 2010).

La encuesta se realizó sobre una muestra de casi 44.000 trabajadores de 34 países (la UE-27, Noruega, Croacia, la Antigua República Yugoslava de Macedonia, Turquía, Albania, Montenegro y Kosovo), convirtiéndose en más exhaustiva hasta la fecha por lo que se refiere a la cobertura geográfica.

Para la evaluación de la carga postural encontramos numerosos métodos que permiten obtener un valor del riesgo al cual se encuentra sometido un trabajador durante su jornada laboral. Cada uno de los métodos posee una aplicación y unos resultados diferentes.

4. Carga física. Métodos de evaluación.

4.1 Preliminares

Aunque existen normativas y leyes que promueven la seguridad y salud de los trabajadores mediante la prevención de los riesgos profesionales y la eliminación o disminución de los riesgos derivados del trabajo, no hallamos una normativa que especifique cuales son los procedimientos y acciones a llevar a cabo, ni como éstos pueden ser valorados.

A nivel nacional e internacional, encontramos diversas instituciones y organismos que a lo largo de los años han desarrollado métodos capaces de evaluar y valorar los riesgos a los que se encuentra sometido un trabajador durante su jornada laboral.

Dependiendo de la actividad que se deba evaluar y del riesgo ergonómico que en él se observe, se desarrollan diversos métodos para su análisis y estimación basados en las necesidades y condiciones del puesto de trabajo. Dichos métodos, proponen opciones capaces de reducir el riesgo situándolo a niveles aceptables para el trabajador en base a los resultados obtenidos.

Los problemas e inconvenientes que se observan en el momento de examinar el riesgo ergonómico son la gran variedad de factores a los que se encuentran expuestos los trabajadores como la manipulación manual de cargas, los movimientos repetitivos y las posturas forzadas.

Estos riesgos son considerados independientes y son evaluados de forma específica e individual resultando difícil valorarlos de manera simultánea, por ello, se deben examinar las componentes de las tareas anteriormente a su evaluación para implantar el método más adecuado al riesgo observado.

A continuación se presenta una clasificación de los métodos ergonómicos presentes en la literatura a partir de los factores a los que se ven expuestos los trabajadores:

4.2 Manipulación Manual de Carga

- NIOSH (The National Institute for Occupational Safety and Health): En 1981 The National Institute for Occupational Safety and Health desarrolló un método para evaluar y prevenir los riesgos asociados a las tareas que entrañaban manipulación manual de carga debido al fuerte aumento de lesiones relacionadas con estas tareas (NIOSH, 1981). El método se recogió en una guía técnica llamada Work Practices Guide for Manual Lifting donde además se incluía una ecuación que permitía calcular el peso recomendado para tareas de levantamiento de cargas con dos manos y simétricas.

En 1991 se revisó el método y se obtuvo en 1994 como resultado final, una nueva versión de la ecuación que incorporaba diversas mejoras (NIOSH, 1994). Algunas de las mejoras fueron:

- Manejo asimétrico de cargas (analiza trabajos donde la carga se encuentra a los lados del trabajador).
- Frecuencia de los levantamientos y duración de la tarea
- Calidad del agarre de la carga
- Reducción del límite máximo de peso de 40 Kg. a 23 Kg.

La ecuación revisada del método NIOSH la encontramos en la guía Applications Manual for the Revised NIOSH Lifting Equation.

El propósito del método es obtener el límite de peso recomendado en una tarea concreta a partir del producto de siete factores de riesgo que van decrementando el peso de referencia en función de las condiciones reales del trabajo.

- Tablas de Snook y Ciriello: En 1978 V.M Ciriello y S.H. Snook publicaron el estudio "The design of manual handling tasks" mediante la investigación realizada en el seno de la compañía aseguradora Liberty Mutual (Ciriello y Snook, 1978).

En dicha investigación se recogían un conjunto de tablas con los pesos máximos aceptables para diferentes acciones como el levantamiento, el descenso, el empuje, el arrastre y el transporte de cargas, diferenciados por géneros. Poco tiempo más tarde, en 1991, los mismo autores realizaron un revisión de las tablas denominada "The design of manual handling tasks: revised tables of maximum acceptable weights and forces" donde se evaluaba la capacidad de hombres y mujeres en el ámbito industrial (Snook y Ciriello, 1991).

En la investigación se define el peso máximo aceptable como al mayor peso que una persona puede levantar a una frecuencia dada y durante un determinado tiempo, sin llegar a estresarse o a cansarse excesivamente. Para los pesos máximos aceptables se utilizan cinco percentiles (10, 25 ,50 ,75 y 90) que determinan para el 10%, 25%, 50%, 75% y 90% de la población masculina y femenina los pesos máximos para que la tarea se considere segura (Snook, 1987).

- Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la Manipulación Manual de Cargas INSHT : La Guía Técnica tiene por objeto facilitar la aplicación del Real Decreto 487/1997 de 14 de abril, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores (INSHT, 2003).

El método evalúa el riesgo de molestias o lesiones músculo-esqueléticas derivadas de las tareas de levantamiento o transporte de carga. Se parte de un valor máximo de peso recomendado a partir del cual se aplican las condiciones específicas del puesto (peso, distancia vertical, giro del tronco, agarre de la carga, condiciones ergonómicas, etc.)

para obtener, finalmente, un nuevo valor de peso máximo recomendado que garantiza la seguridad del trabajador.

Es considerado un método sencillo por la agilidad a la hora de recoger datos y la facilidad en su interpretación ya que sólo es necesario una formación mínima en ergonomía para su apreciación.

4.3 Movimientos Repetitivos

- OCRA (Occupational Repetitive Action): El método OCRA fue desarrollado por Colombini (1998) para evaluar aquellas tareas que acarreaban lesiones en las extremidades superiores por la ejecución de tareas con movimientos repetitivos y teniendo en cuenta factores de riesgo como (1) la frecuencia de los movimientos, (2) posturas y movimientos forzados, (3) inexistencia de períodos de recuperación y (4) otros factores denominados adicionales (vibraciones, guantes, compresión, ritmo impuesto por la máquina, etc.).

Es considerado un método reconocido y afianzado por su largo proceso de validación científico-profesional pero cabe señalar que resulta un método complejo por su alto requerimiento de formación específica y por la gran variedad de variables que en él aparecen.

El método OCRA calcula el Índice de Exposición OCRA, es decir, la relación existente entre el número de acciones técnicas que se llevan a cabo durante el turno de trabajo y el número total de acciones técnicas recomendadas en dicho turno para, posteriormente, establecer los niveles de riesgo a los que se encuentra sometido el trabajador a lo largo de su jornada laboral.

Unos años más tarde al desarrollo del método OCRA, el mismo autor junto con Grieco y Occhipinti (2000) crearon el denominado Check List OCRA; método que simplifica el anterior y permite realizar evaluaciones preliminares del riesgo con mayor rapidez. Método recomendado para una evaluación inicial de puestos de trabajo.

- JSI (Job Strain Index): Moore y Garg del Departamento de Medicina Preventiva del Medical College de Wisconsin en Estados Unidos, crearon un método que permitía valorar si los trabajadores se encontraban expuestos a desarrollar desórdenes traumáticos acumulativos en la parte distal de las extremidades superiores (mano, muñeca, antebrazo y codo) (Moore y Garg, 1995).

Para conocer el riesgo surgido por los trastornos en las extremidades superiores el método se basa en la medición de seis variables que a su vez, dan lugar a seis factores multiplicadores de una ecuación. Tres de las variables son calculadas cuantitativamente mientras que las otras tres se basan en la apreciación del evaluador.

Las variables que debe valorar el evaluador son:

- Intensidad del esfuerzo
- Duración del esfuerzo por ciclo de trabajo

- Número de esfuerzos realizados en un minuto de trabajo
 - Desviación de la muñeca respecto a la posición neutra
 - Velocidad con la que se realiza la tarea
 - Duración de la misma por jornada de trabajo
- Ergo/IBV (Método ERGO del Instituto de Biomecánica de Valencia): El método Ergo/IBV es una herramienta informática para la evaluación de riesgos ergonómicos y psicosociales del trabajo que permite definir el riesgo asociado a la tarea y obtener sugerencias para corregirlo (García-Molina, C., et al. 2000).

La configuración de Ergo/IBV se basa en cinco módulos que analizan las diversas tareas. Dichos módulos son:

- Tareas de manipulación manual de cargas
- Tareas repetitivas
- Tareas con posturas forzadas
- Puestos de trabajo de oficina
- Trabajadoras embarazadas

4.4 Carga Postural

- RULA (Rapid Upper Limb Assessment): En 1993, los doctores McAtamney y Corlett de la Universidad de Nottingham (Institute for Occupational Ergonomics) desarrollaron un método capaz de evaluar los factores de riesgo a los que se encuentran expuestos los trabajadores. Éstos riesgos producen trastornos en los miembros superiores del cuerpo (McAtamney y Corlett, 1993).
- El método aplica diversos esquemas para registrar las posturas del cuerpo
 - Observación directa del trabajador durante varios ciclos de trabajo
 - Selección de las posturas consideradas como más extremas
 - Registro de la postura mediante vídeos o fotografías
 - Analizar las cargas y el tiempo por observación

El método analiza el cuerpo dividiéndolo en dos grandes grupos. El primero de ellos está formado por el brazo, el antebrazo y la muñeca, y el segundo grupo incluye el cuello, el tronco y las piernas.

Posteriormente y gracias a tres tablas que sirven para evaluar la exposición, se obtiene una puntuación final donde se especifican los niveles de riesgo a los que se encuentra sometido el trabajador.

- REBA (Rapid Entire Body Assessment): En el año 2000 la revista Applied Ergonomics publicó un estudio realizado por Sue Hignett y Lynn McAtamney (2000) que permitía estudiar de forma conjunta las posiciones adoptadas por los miembros superiores (brazo, antebrazo, muñeca), el tronco, el cuello y las piernas. Además, define la carga o fuerza manejada, el tipo de agarre o el tipo de actividad muscular desarrollada por el trabajador.

Existe una gran semejanza entre el método RULA y el método REBA pero éste último evalúa tanto posturas estáticas como dinámicas e incorpora como novedad la posibilidad de señalar la existencia de cambios bruscos de postura o posturas inestables. En el método se incluye un nuevo factor que valora si la postura de los miembros superiores del cuerpo es adoptada a favor o en contra de la gravedad.

- OWAS (Ovako Working Analysis System): Método finlandés propuesto por Osmo Karhu, Pekka Kansu y Liikka Kuorinka entre 1974 y 1978 quienes trabajaron en la empresa Ovako Oy junto al Instituto Finlandés de Salud Laboral para la Industria Siderúrgica creando "Correcting working postures in industry: A practical method for analysis." y publicado en la revista especializada "Applied Ergonomics" (Karhu et al. 1977).

Método basado en una clasificación simple y sistemática de las posturas que permite obtener 252 posiciones diferentes mediante la combinación de espalda (3 posiciones), brazos (3 posiciones), piernas (7 posiciones) y carga levantada (3 intervalos).

Para la obtención de datos primero se realizará una observación de la tarea para posteriormente, seleccionar y analizar aquellas posturas más perjudiciales y registrar su tiempo de exposición. Los resultados obtenidos nos indicaran el nivel de gravedad al que se encuentra sometido el trabajador a partir de cuatro niveles.

5. Carga física. Unificación de métodos

Es muy difícil encontrar un escala homogénea universal que determine el factor de riesgo global al cual están sometidos los trabajadores durante su jornada laboral debido a que en el puesto de trabajo no solo existe un único riesgo para el trabajador sino que además, para cada componente físico se le aplicará un método de evaluación diferente teniendo en cuenta que factor predomina y presenta mayor riesgo para el trabajador.

Dempsey, P. G. publicó junto con otros investigadores (Dempsey, P. G., et al. 2005) cuales han sido los métodos más utilizados por los ergonomistas a la hora de evaluar la carga física a la que se encuentran sometidos los trabajadores. El estudio muestra que el método NIOSH fue el más utilizado para la evaluación manual de cargas, el método RULA para la carga postural y el método JSI para los movimientos repetitivos.

Estudios más recientes (Chiasson et al., 2012) comparan ocho métodos distintos para determinar los factores de riesgo y como éstos métodos pueden llegar a diferir en el análisis de la misma estación de trabajo demostrando que no existen dos métodos con un acuerdo perfecto.

Analizando los resultados que presentan los diversos estudios, observamos que existen gran cantidad de métodos ergonómicos capaces de identificar y valorar los riesgos que aparecen en el desarrollo de una actividad pero como éstos, sólo están pensados para evaluar un único tipo de tareas específicas (evaluación manual de cargas, carga postural y movimientos repetitivos, entre otros).

En el nuestro caso de estudio, al encontrarnos con trabajadores que realizan diversas tareas con factores diversos como son el montaje de piezas de automoción donde se observa repetitividad en los ajustes de las estructuras y frecuentes giros de tronco, transporte de piezas (con un peso determinado) que deben ser desplazadas y empujadas manteniendo la espalda inclinada o con el cuerpo en posición de pie, deberán emplearse distintos métodos para la evaluación de la carga física asociada al puesto de trabajo.

Por consiguiente, uno de los grandes inconvenientes a los que nos encontramos es la falta de unificación de métodos para hallar un único valor de riesgo que sea capaz de evaluar tareas en las que se involucren movimientos repetitivos con cargas postural y exceso de fuerza. Por ello, elegiremos tres métodos ergonómicos (RULA, OCRA y NIOSH) para obtener cuatro niveles de riesgo y posteriormente, unificarlos alcanzando así, una única categoría de riesgo que nos permita dar un valor específico asociado a cada una de las tareas que podemos encontrar.

A continuación se expondrán y detallaran los métodos empleados así como la unificación para la obtención de una clasificación final. Dicha clasificación ha sido realizada de forma subjetiva.

A. OCRA (*Occupational Repetitive Actions*)¹

El método OCRA fue planteado por Colombini (1998) para la observación de los diversos movimientos repetitivos que acarrearán riesgos en las extremidades superiores a los trabajadores.

Posteriormente, en el año 2000, Colombini D., Occhipinti E., Grieco A., en el libro "*Risk Assessment and Management of Repetitive Movements and exertions of upper limbs*" desarrollaron una metodología más sencilla de manejar denominado Check List OCRA (Colombini et al., 2002).

El método OCRA permite evaluar el nivel de riesgo presente en una tarea o varias tareas, causado por la exposición del trabajador a la repetitividad de movimientos, considerando factores de riesgo como: (1) frecuencia de los movimientos, (2) fuerza requerida, (3) posturas forzadas, (4) duración de la tarea/s, (5) periodos de recuperación y pausas, y (6) otros factores adicionales (vibraciones, exactitud, guantes, compresión, ritmo impuesto por la máquina, etc.).

¹ La información que aparece desarrollada en éste apartado se ha extraído de forma íntegra del artículo presentado por Colombini denominado "*An observational method for classifying exposure to repetitive movements of the upper limbs*" (Colombini D. 1998) y del libro "*Evaluación y gestión del riesgo por movimientos repetitivos de las extremidades superiores*" realizado por Colombini, Occhipinti y Grieco (2004).

Para la evaluación del riesgo el método propone el “índice de exposición” (OCRA) que es la división del número total de acciones técnicas realizadas a lo largo del turno de trabajo por el número total de acciones técnicas recomendadas a lo largo del turno de trabajo.

$$OCRA = \frac{\text{Número total de acciones técnicas realizadas a lo largo del turno de trabajo}}{\text{Número total de acciones técnicas recomendadas a lo largo del turno de trabajo}} = \frac{A_t}{A_r} \quad (1)$$

Las acciones A_t y A_r se calcularán de formas distintas. Mientras que las A_t son un dato conocido contadas a partir de un análisis organizativo, para el cálculo de A_r se genera una fórmula general que está dada por:

$$A_r = \sum_{x=1}^n [CF \cdot (F_f \cdot F_p \cdot F_c) \cdot D] F_r \cdot F_d \quad (2)$$

Donde:

$1, n$	Tarea/s con movimientos repetitivos de las extremidades superiores presentes en el turno.
CF	Constante de frecuencia de acciones técnicas por minuto recomendada en condiciones óptimas.
$F_f; F_p; F_c$	Factores multiplicativos, con valores incluidos entre 0 y 1, escogidos en relación al comportamiento de los factores riesgo fuerza (F_f), riesgo postura (F_p) y riesgos complementarios (F_c) en cada tarea ejecutada.
D	Duración en minutos de cada tarea repetitiva.
F_r	Factor multiplicativo, con valores incluidos entre 0 y 1, escogido en relación al comportamiento, durante todo el turno de trabajo, del factor de riesgo “falta de tiempos de recuperación”.
F_d	Factor multiplicativo, con valores incluidos entre 0 y 1, escogido en función de la duración diaria de exposición a tareas con movimientos repetitivos de las extremidades superiores.

En la práctica, para determinar el número total de acciones recomendadas en el turno se procede de la manera siguiente:

- Se parte, para cada tarea repetitiva, de una frecuencia máxima recomendada de acciones por minuto ($CF = 30$ acciones/minuto) convirtiéndose en la constante de referencia para cada tarea repetitiva.

- Teniendo en cuenta los riesgos de fuerza, postura y aquéllos denominados complementarios, la frecuencia se ajustará en relación a la presencia de dichos riesgos. Por ello, se suministrarán unas tablas con las diferentes puntuaciones alcanzadas por el factor multiplicador en función de la entidad de los factores de riesgo.

$$CF \cdot (F_{fi} \cdot F_{Pi} \cdot F_{ci}) = a \quad (3)$$

- Cuando se analice la tarea, la frecuencia ponderada alcanzada será multiplicada por el número real de minutos de desarrollo efectivo de cada tarea (D_i y D_j).

$$a \cdot D_i; b \cdot D_j \quad (4)$$

- Se suman los valores obtenidos para las diferentes tareas (si la tarea repetitiva se considera única este paso no es necesario).

$$(a \cdot D_i) + (b \cdot D_j) = p \quad (5)$$

- Al valor obtenido en el punto anterior p se le aplicará el factor multiplicador que considera tanto la presencia y secuencia en todo el turno de trabajo de los periodos de recuperación. Se proporcionará una tabla que permitirá la conversión de los datos del análisis a los valores del factor multiplicador.

$$p \cdot Fr = A_r \quad (6)$$

- Se aplica el factor multiplicador Fd al valor A_r obtenido, considerando el tiempo total (en minutos) empleado en el turno para realizar tareas repetitivas de las extremidades superiores.

$$A_r \cdot Fd = (A_r)p \quad (7)$$

- El valor logrado $(A_r)p$ representará el número total de las acciones recomendadas en el turno de trabajo. Valor determinado mediante la implicación de diferentes factores de riesgo que influyen en el contexto examinado. El dato de cada A_r es el denominador de la fracción del índice sintético de exposición (OCRA) mientras que el numerador es el número total de acciones realmente llevadas a cabo dentro de las tareas repetitivas examinadas (Ae).

$$OCRA = \frac{Ae}{(A_r)p} \quad (8)$$

Cuando el índice de exposición adquiere valores inferiores o iguales a 1 la exposición debe ser considerada, por hipótesis, como no significativa o en todo caso, como aceptable. La exposición es significativa para valores superiores a 1; cuanto más elevado sea el índice, mayor será la exposición.

Como los valores de todas las variables integradas en el procedimiento de cálculo del índice aún forman parte del campo de las hipótesis que hay que validar, resulta útil desde un punto de vista práctico, adoptar un sistema prudencial de clasificación de los resultados del índice de exposición basado en la lógica denominada “del semáforo” (verde/amarillo/rojo).

Valores índice	Color	Actuación
1	Verde	Situación aceptable
1-2	Amarillo-Verde	Exposición no relevante para el trabajador sin aparición de TME significativos
2-3	Amarillo-Rojo	Exposición al riesgo no importante para el trabajador aunque puede ser significativa para los valores más elevados de éste índice.
≥ 4	Rojo	Deben tomarse medidas para evitar daños, formar a los trabajadores y mejorar las condiciones de trabajo. Cuanto mayor es el valor obtenido, más alto es el riesgo. Deben tomarse medidas para rediseñar las tareas y los puestos.

Tabla 1: Clasificación del riesgo denominado “el semáforo”.

VARIABLES DEL CÁLCULO DEL ÍNDICE SINTÉTICO DE EXPOSICIÓN.

- La constante de frecuencia de acción (CF)

Variable que ha dado lugar a numerosas hipótesis pero que actualmente se ha fijado en 30 acciones por minuto. Valor que podrá ser modificado cuando se tengan más datos y estudios sobre el valor límite de frecuencia de acciones.

- Factor Fuerza F_f

Factor que tiene en cuenta y relaciona el esfuerzo que es necesario para llevar a cabo un conjunto de acciones técnicas. Los datos que se asocian a la frecuencia de las acciones y la fuerza media se basan en el Comité Europeo de Normalización (CEN) que permite identificar los factores multiplicadores que hay que aplicar a las constantes; de ello, encontramos la siguiente tabla:

F_f	Esfuerzo medio recibido (según Borg)	>0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5
	Fuerza media en términos de % respecto M.C.V.	>5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
F_d		1	0,85	0,75	0,65	0,55	0,45	0,35	0,2	0,1	0,01

Tabla 2: Elementos para determinar el factor fuerza.

- Factor Postura F_p

La evaluación del riesgo que presenta este factor se engloba en la posición del hombro, codo, muñecas y manos. La existencia de gestos estereotipados, entorno al 50% del tiempo de ciclo, pueden ser causantes de posibles riesgos mientras que si se sobrepasa el 50% de la amplitud articular y ésta persiste, como mínimo 1/3 del tiempo de ciclo en movimientos o posturas, hablaremos de condiciones de riesgo.

La Tabla 3 señala aquellos elementos imprescindibles para pasar del valor descriptivo del esfuerzo postural al correspondiente valor del factor multiplicativo.

Valor índice de esfuerzo postural	0-3	4-7	8-11	12-15	16
Factor multiplicativo	1	0,70	0,60	0,50	0,30

Tabla 3: Elementos para determinar el factor multiplicativo postural.

Para el cálculo del índice, se deberá utilizar el segmento que resulte más perjudicial de entre los segmentos de la mano, la muñeca y el codo. El índice de esfuerzo del hombro deberá ser tratado por separado (y se deberá utilizar en acciones preventivas de rediseño) ya que sería oportuno definir, para el hombro, una constante general de frecuencia (de salida) distinta de la constante identificada para las otras áreas.

- Factor “Elementos Complementarios” F_c

Se propone una gama de valores, que hay que asignar a su factor multiplicativo correspondiente, respecto a los elementos complementarios. La base de esta propuesta es que la contribución de los factores complementarios eventuales no sea demasiado relevante de cara a disminuir el número de acciones técnicas posibles en la unidad de tiempo (reducción máxima = 20%).

La Tabla 4 indica los elementos necesarios para atribuir el “factor multiplicativo para los elementos complementarios” (F_c) a partir de los datos de clasificación descriptiva propuestos con anterioridad.

Valor del índice elementos complementarios	0	4	8	12
Factor multiplicativo	1	0,95	0,90	0,80

Tabla 4. Elementos para determinar el F_c .

- Factor “Período de recuperación” F_r

Se determinan el factor relativo a los períodos de recuperación de todo el turno de trabajo (y, en su seno, la secuencia de períodos de trabajo repetitivo, de períodos de recuperación y de eventuales períodos de trabajo no repetitivo que no pueden ser considerados como períodos de recuperación). La determinación de los valores del factor F_r se basa en una atenta lectura de la propuesta del CEN (1993).

En esta se establece que, para acciones similares entre sí (por ejemplo, presas de fuerza con la mano) y en caso de que sean irrelevantes otros factores (postura, fuerza, factores complementarios) la frecuencia máxima aceptable durante unos 30 minutos de trabajo continuo es igual a 20 acciones/minuto. En caso que estas acciones se realicen durante, prácticamente, todo un turno de trabajo, con las pausas habituales (una por la mañana y una por la tarde) la frecuencia aceptable de estas acciones será igual a 5 acciones/minuto.

En esta propuesta se realiza, en esencia, una reducción igual al 75% de la frecuencia de acciones permitidas, y se pasa de una situación que sólo involucra una hora, a una situación válida para todo el turno de trabajo. La razón de este fenómeno es obvia: para compensar la larga duración y la falta sustancial de períodos de recuperación se hace que la frecuencia de acción baje lo suficiente como para permitir recuperaciones adecuadas dentro del ciclo.

La decisión de utilizar un factor multiplicativo de las acciones permitidas igual a 0,20 (en las situaciones en que el trabajo repetitivo se desarrolle, prácticamente, durante todo el turno, sin períodos de recuperación sustanciales), ha guiado la elaboración de una parrilla de conversión de los resultados del análisis simplificado de la presencia/distribución de los períodos de recuperación según los factores multiplicativos correspondientes. Esta parrilla se presenta en la Tabla 5.

N. horas sin recuperación adecuada	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Factor multiplicativo	1	0,90	0,80	0,70	0,60	0,45	0,25	0,10	0

Tabla 5. Elementos para determinar el factor multiplicativo “períodos de recuperación”.

- Factor “duración” (F_d)

La duración total en el turno de trabajo de las tareas que comportan movimientos repetitivos y/o forzados de las extremidades superiores representa un elemento muy relevante al caracterizar la exposición total. El modelo de cálculo del índice se basa en situaciones que prevén la dedicación a tareas manuales repetitivas de buena parte (<4 horas) del turno de trabajo. Sin embargo, como existen contextos bastante alejados de esta situación “típica” (por ejemplo tareas muy habituales, trabajo a tiempo parcial, dedicación sólo durante parte del turno a tareas manuales repetitivas) ha resultado oportuno insertar un factor multiplicativo que tuviera en cuenta estas desviaciones respecto a las condiciones de exposición más habituales.

La Tabla 6 indica los parámetros para tratar el factor duración (el tiempo indicado en minutos es la suma del tiempo pasado en el turno para efectuar todas las tareas repetitivas para las extremidades superiores).

Minutos en el turno en tareas repetitivas	<120	120-239	240-480	>480
Factor multiplicativo	2	1,5	1	0,5

Tabla 6. Elementos para determinar el factor multiplicativo duración.

FICHAS PARA EL CÁLCULO DEL ÍNDICE

Considerando todos los elementos mencionados se ha elaborado una ficha que, al recoger y ordenar los datos del análisis descriptivo, permite calcular fácilmente el índice sintético de exposición aún donde existan varias tareas repetitivas. Cada ficha está preparada para tener en cuenta ambas extremidades (derecha e izquierda).

Las fichas de análisis contienen, una primera parte que resume los principales elementos que caracterizan las tareas repetitivas analizadas y una segunda parte que generan el cálculo final del índice.

VALORES OCRA, ÁREAS DE EXPOSICIÓN Y ACCIONES CONSECUTIVAS

Los estudios efectuados hasta ahora han confirmado sustancialmente la validez de las elecciones inicialmente realizadas para identificar, mediante valores OCRA clave, las distintas áreas de exposición (verde, amarilla, roja). Estos estudios han ayudado sin embargo a clasificar mejor los resultados sobre todo del área amarilla.

Dado el funcionamiento de las patologías TME en poblaciones laborales de referencia no expuestas a los riesgos específicos de trabajo es posible indicar, mediante la Tabla 7, los criterios de clasificación del índice OCRA, señalando las acciones preventivas que habría que adoptar.

Franja	Valores OCRA	Nivel de riesgo	Consecuencias
Verde	<1	Riesgo ausente	Ninguna
Amarillo/Verde	1,1-2	Riesgo irrelevante Previsión de TME relacionados con el trabajo	Ninguna
Amarillo/Rojo	2,1-3,9	Riesgo leve Se prevé un leve exceso (hasta 3 veces más) de TME	Vigilancia rojo sanitaria aconsejada Se impone la búsqueda de soluciones de mejora de las condiciones de exposición. (especialmente para los valores más elevados).
Rojo	>4	Riesgo presente mucho más elevado cuando más elevado es el índice.	Intervenciones de rediseño de las tareas y de los puestos de trabajo según prioridades Activación de la vigilancia sanitaria y de la formación e información de los expuestos.

Tabla 7. Criterios de clasificación del índice OCRA e indicación de las acciones preventivas relacionadas.

B. NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health)²

En 1981 el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (NIOSH) elaboró un estudio con la intencionalidad de crear una herramienta capaz de identificar las dolencias de lumbalgia que presentaban algunos trabajadores a lo largo de su jornada laboral. El inconveniente de dicha herramienta fue el número limitado de tareas que podían ser evaluadas, por ello, en 1991, se incorporan nuevos elementos para establecer una nueva versión del método inicial (NIOSH, 1994).

Los elementos que incorpora la revisión del método son: (1) duración de la tarea, (2) rango de frecuencia, (3) calidad de los agarres de la carga, (4) si ésta se encuentra situada en los laterales del trabajador y (5) un peso límite adecuado para cada tarea de 23 Kg.

Ambos estudios utilizaron los mismos valores límite con respecto a criterios biomecánicos, fisiológicos y psicofísicos para la elaboración de la ecuación NIOSH.

Criterio	Valores límites
Biomecánicos	3,4 kN
Fisiológicos	9,5 kcal/min
Psicofísicos	Constante de Carga (LC) (23 Kg). Admisible para el 75% de las mujeres y el 90% de los hombres

Para el procedimiento de obtención del valor de riesgo, la ecuación emplea 7 coeficientes que pueden variar entre 0 y 1 según las condiciones del levantamiento para encontrar el denominado “peso límite recomendado” (RWL).

$$RWL = LC \cdot HM \cdot VM \cdot DM \cdot AM \cdot FM \cdot CM \quad (9)$$

A medida que nos alejamos de las condiciones óptimas, el valor límite recomendado disminuye a consecuencia del carácter multiplicador de la ecuación. Debemos reparar en que la localización estándar del levantamiento esta referenciada en un espacio tridimensional donde la distancia vertical de agarre de la carga hasta el suelo es de 75 cm. y

² La información que aparece desarrollada en éste apartado se ha extraído de forma íntegra del libro presentado por NIOSH denominado “*Applications Manual for the Revised NIOSH Lifting Equation*” (NIOSH, 1994) y del documento “*Manipulación manual de cargas. Ecuación NIOSH*” del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo junto con el Ministerio de Empleo y Seguridad Social.

la distancia horizontal de agarre y el punto medio de los tobillos es de 25 cm. tal y como se muestra en la Figura 1.

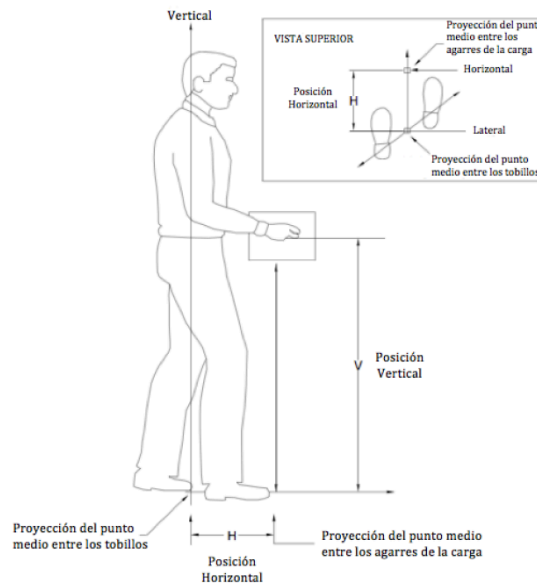


Figura 1: Localización estándar de levantamiento (EMC, 2014).

- Constante de carga LC

La constante de carga (*LC*) 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 agarre de la carga y levantando la carga menos de 25 cm.

El valor de la constante quedó fijado, siguiendo criterios biomecánicos y fisiológicos, en 23 Kg. Esto significa que el 75% de la población femenina y el 90% de la masculina podrían realizar un levantamiento de una carga igual a dicho valor en condiciones óptimas sin sufrir un daño previsible en la zona dorsolumbar de la espalda.

- Distancia horizontal de la carga (HM)

Coficiente que penaliza los levantamientos de carga que se producen alejados del cuerpo. Para ello utiliza la siguiente fórmula

$$HM = \frac{25}{H} \quad (10)$$

Donde H es la distancia proyectada en un plano horizontal, entre el punto medio de los agarres de la carga y el punto medio entre los tobillos (ver Figura 1).

$$\text{Si } H < 25 \text{ cm} \rightarrow HM = 1 \quad (11)$$

$$\text{Si } H > 63 \text{ cm} \rightarrow HM = 0 \quad (12)$$

Cuando H no pueda medirse, se puede obtener un valor aproximado mediante las siguientes ecuaciones:

$$\text{Para } V > 25 \text{ cm} \rightarrow H = 20 + \frac{W}{2} \quad (13)$$

$$\text{Para } V < 25 \text{ cm} \rightarrow H = 25 + \frac{W}{2} \quad (14)$$

Donde W es la anchura de la carga en el plano sagital y V es la altura de las manos respecto al suelo.

- Posición vertical de la carga (VM)

Es la distancia vertical entre el punto de agarre de la carga y el suelo en cm. Si hay control significativo se mide en el origen y el destino del levantamiento. En este caso el coeficiente penaliza los levantamientos de carga que se producen desde una posición baja o muy elevada. Se empleará la siguiente ecuación.

$$VM = 1 - 0.003 |V - 75| \quad (15)$$

El factor de altura (V) valdrá 1 cuando la carga esté situada a 75 cm del suelo y disminuirá a medida que nos alejemos de dicho valor, hasta un valor válido máximo de 175 cm. Se tendrá en cuenta que

$$\text{Si } V > 175 \text{ cm} \rightarrow VM = 0 \quad (16)$$

- Desplazamiento vertical (DM)

Penaliza los levantamientos en los que el recorrido vertical de la carga es grande. Para su cálculo se empleará la fórmula:

$$DM = 0.82 + \frac{4.5}{D} \quad (17)$$

Donde D es la diferencia de altura entre las posiciones verticales de la carga en el origen (V_1) y en el destino del levantamiento (V_2) medidas en cm.

$$D = |V_1 - V_2| \quad (18)$$

Se tendrá en cuenta que:

$$\text{Si } D < 25 \text{ cm} \rightarrow DM = 1 \quad (19)$$

$$D \text{ no podrá ser mayor de } 175 \text{ cm} \quad (20)$$

- Ángulo de simetría (AM)

Penaliza los levantamientos que requieran torsión del tronco. Si en el levantamiento la carga empieza o termina su movimiento fuera del plano sagital del trabajador se tratará de un levantamiento asimétrico. En general los levantamientos asimétricos deben ser evitados. Para calcular el factor de asimetría se empleará la siguiente fórmula:

$$AM = 1 - (0.0032 \cdot A) \quad (21)$$

donde A es ángulo de giro (en grados sexagesimales) y AM toma el valor 1 cuando no existe asimetría. El valor de AM decrece cuando el ángulo de asimetría aumenta (ver Figura 2 y Figura 3). Se considerará que :

$$\text{Si } A > 135^\circ \rightarrow AM = 0 \quad (22)$$

Si existe control significativo de la carga en el destino AM deberá calcularse con el valor de A en el origen y con el valor de A en el destino.

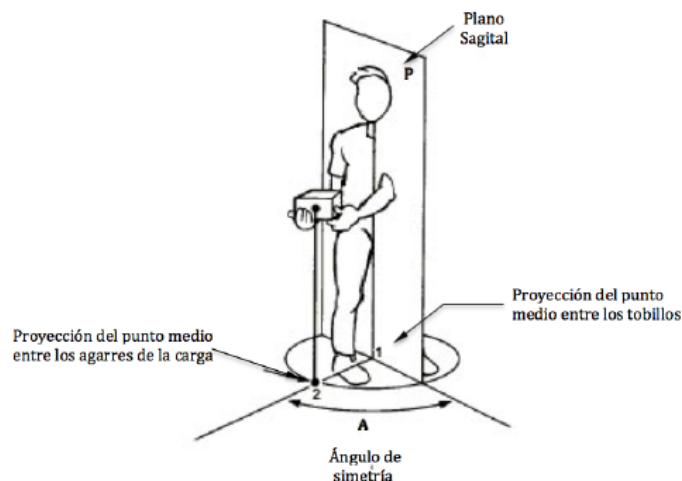


Figura 2: Ángulo de asimetría del levantamiento (A) (Waters et al., 1994).

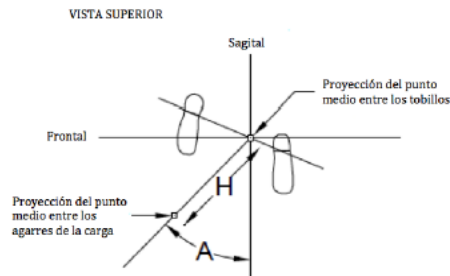


Figura 3: Vista superior del ángulo de asimetría A (EMC, 2014).

- Frecuencia de levantamiento (F)

El factor de frecuencia (FM) está definido por el número de levantamientos por minuto (F), duración del levantamiento y posición vertical de la carga (V) y se calcula mediante la Tabla 8 para un período de 15 minutos.

Frecuencia elev/min	Duración del trabajo					
	Corta		Moderada		Larga	
	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

Frecuencia elev/min	Duración del trabajo					
	Corta		Moderada		Larga	
	V<75	V>75	V<75	V>75	V<75	V>75
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

Tabla 8. Cálculo del Factor de Frecuencia*

*Los valores de V están en cm. para frecuencias inferiores a 5 minutos, utilizar F = 0.2 elevaciones por minuto.

Según la duración de los ciclos de levantamiento y el tiempo de recuperación existen tres categorías de tareas de manipulación de cargas:

Tiempo	Duración	Tiempo de recuperación
< = 1 hora	Corta	Al menos 1,2 veces el tiempo de trabajo
> 1-2 horas	Moderada	Al menos 0,3 veces el tiempo de trabajo
> 2-8 horas	Larga	No se cumplen las condiciones anteriores

- Factor de agarre (C)

La calidad del agarre de la mano con el objeto puede afectar a la fuerza máxima que un trabajador puede ejercer sobre el objeto y también a la localización vertical de las manos durante el levantamiento. Un buen agarre puede reducir el esfuerzo requerido en la manipulación, mientras que un agarre malo requerirá generalmente mayores esfuerzos y disminuirá el peso recomendado del levantamiento.

Dependiendo de la calidad del agarre, el método NIOSH establece tres categorías

Bueno	Recipientes con diseño óptimo y con asas o asideros perforados de diseño óptimo	Piezas sueltas o irregulares, que no suelen ir en cajas, con la condición de que sean fácilmente asibles
Regular	Cajas con diseño óptimo pero con asas o asideros perforados de diseño subóptimo	Cajas con diseño óptimo sin asas ni asideros perforados, piezas sueltas o irregulares en los que el agarre permita una flexión de la palma de la mano de 90° (aprox.)

Malo	Cajas con diseño subóptimo, piezas sueltas, objetos irregulares difíciles de asir, voluminosos o con bordes afilados	Recipientes deformables
------	--	-------------------------

El factor de agarre CM vienen condicionados por dos variables, el tipo de agarre de la carga y la distancia vertical y se define por la Tabla 9.

Tipo de agarre	Altura vertical	
	V<75	V≥75
Bueno	1,00	1,00
Regular	0,95	1,00
Malo	0,90	0,90

Tabla 9. Determinación del factor de agarre

PUNTUACIÓN FINAL

El Índice de Levantamiento (IL) proporciona una estimación relativa del nivel de riesgo asociado con una tarea concreta de levantamiento manual, y se calcula como el cociente entre el peso de la carga levantada y el Límite de Peso Recomendado (LPR) para esas condiciones concretas de levantamiento.

$$\text{Índice de levantamiento} = \frac{\text{carga levantada}}{\text{límite de peso recomendado}} \quad (23)$$

La función de riesgo no está definida, por lo que no es posible cuantificar de manera precisa el grado de riesgo asociado a los incrementos del IL; sin embargo, se pueden considerar tres zonas de riesgo según los valores del IL obtenidos para la tarea

IL	Nivel de riesgo	Apreciación
Aceptable	IL<1	La mayoría de trabajador es que realicen este tipo de tareas no deberían tener problemas.
Moderado-Importante	1<IL<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.
Inaceptable	IL>3	Este tipo de tarea es inaceptable desde el punto de vista ergonómico y debe ser modificada.

El Índice de Levantamiento se puede utilizar para identificar las tareas de levantamiento potencialmente peligrosas o para comparar la severidad relativa de dos trabajos para su rediseño y evaluación.

C. RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*)³

Lynn McAtamney y E. Nigel Corlett desarrollaron en 1993 un método para evaluar los trastornos músculo-esqueléticos que se generan en las extremidades superiores (McAtamney y Corlett, 1993). El método permite valorar el riesgo que adquiere el trabajador durante su jornada laboral mediante un diagrama de posturas corporales y tres tablas de puntuación. Los factores de riesgo que se investigan son: (1) número de movimientos, (2) trabajo estático muscular, (3) fuerza aplicada, (4) posturas determinadas por los equipos y el mobiliario y (5) tiempo de trabajo sin pausa.

El método divide el cuerpo en dos segmentos de análisis. El primero de ellos es denominado grupo A y esta formado por el brazo, el antebrazo y la muñeca, y el segundo, es el grupo B formado por el cuello, el tronco y las piernas.

GRUPO A

- Brazo: Mediremos el ángulo que forma el brazo con respecto al tronco para obtener una valoración a partir de las puntuaciones que se muestran a continuación.
 - Desde 20° de extensión hasta 20° de flexión: +1
 - Para una extensión mayor de 20° o flexión entre 20°-45°: +2
 - Para el rango 45°-90° de flexión: +3
 - Para 90° o más de flexión: +4

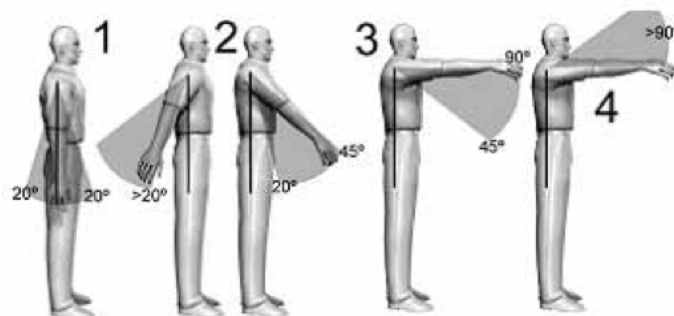


Figura 4. Posiciones del brazo (Ergonautas, 2015)

³ La información que aparece desarrollada en éste apartado se ha extraído de forma íntegra del artículo presentado por McAtamney y Corlett denominado “RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders” (McAtamney y Corlett, 1993) y del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo.

Dichas valoraciones podrán ser incrementadas o disminuidas si tenemos en cuenta que el hombro está levantado o abducido (+1) o bien si el trabajador se encuentra apoyado o el peso del brazo está sometido (-1).

- Antebrazo: Para el antebrazo las puntuaciones se determinaran a partir del ángulo de flexión.
 - Para 60°-100° de flexión: +1
 - Para menos de 60° de flexión o para más de 100°: +2

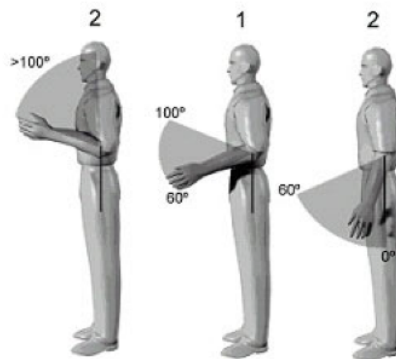


Figura 5. Posiciones del antebrazo (Ergonautas, 2015)

En este caso, si el antebrazo está trabajando cruzando la línea media del cuerpo o hacia fuera del lateral del tronco se incrementara con un valor +1.

- Muñeca: La puntuación de la muñeca se determinará mediante las diferentes posiciones que puede adquirir
 - Si está en posición neutra respecto a flexión: +1
 - Si está flexionada o extendida entre 0° y 15°: +2
 - Para flexión o extensión mayor de 15°: +3

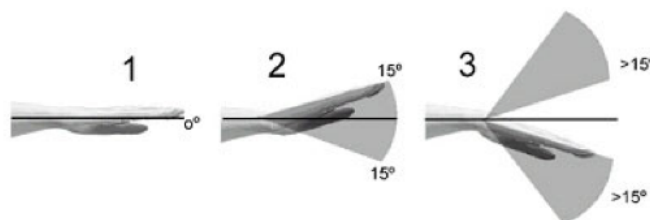


Figura 6. Posiciones de la muñeca (Ergonautas, 2015)

Valor que podrá ser incrementado con +1 si la muñeca está en desviación radial o cubital.

El giro de muñeca también será valorado pero no se incluirá en la puntuación anterior sino que se utilizará en el momento de obtener la valoración global del grupo A.

- Si existe pronación o supinación en rango medio: +1
 - Si existe pronación o supinación en rango extremo: +2
- Tabla Grupo A: Como resultado final obtendremos la puntuación global para el grupo A que denominaremos Tabla A.

Brazo	Antebrazo	Muñeca							
		1		2		3		4	
		Giro de Muñeca		Giro de Muñeca		Giro de Muñeca		Giro de Muñeca	
		1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3	2	3	3	3	3	3	4	4
2	1	2	3	3	3	3	4	4	4
	2	3	3	3	3	3	4	4	4
	3	3	4	4	4	4	4	5	5
3	1	3	3	4	4	4	4	5	5
	2	3	4	4	4	4	4	5	5
	3	4	4	4	4	4	5	5	5
4	1	4	4	4	4	4	5	5	5
	2	4	4	4	4	4	5	5	5
	3	4	4	4	5	5	5	6	6
5	1	5	5	5	5	5	6	6	7
	2	5	6	6	6	6	7	7	7
	3	6	6	6	7	7	7	7	8
6	1	7	7	7	7	7	8	8	9
	2	8	8	8	8	8	9	9	9
	3	9	9	9	9	9	9	9	9

Tabla 10: Tabla A.

GRUPO B

- Cuello: Se estudiará de forma inicial la flexión de este miembro y su puntuación mediante 4 posiciones
 - Si existe flexión entre 0° y 10° : +1
 - Si está flexionado entre 10° y 20° : +2
 - Para flexión mayor de 20° : +3
 - Si está extendido: +4

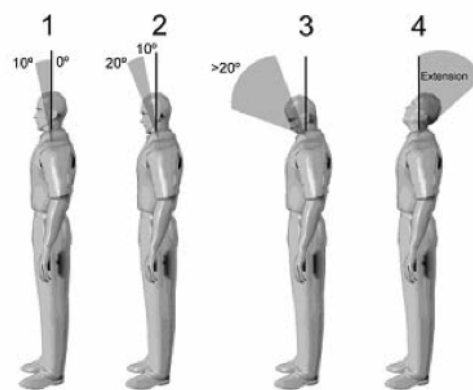


Figura 7. Posiciones del cuello (Ergonautas, 2015)

Se deberá tener en cuenta que su valor aumentará en +1 si el cuello está girado o si está inclinado lateralmente

- Tronco: Como primer punto a valorar será si encontramos al trabajador de pie o sentado en el momento de realizar la tarea. En el caso que el trabajador se encuentre de pie, se analizará el grado de flexión que adquiere el tronco
 - Sentado, bien apoyado y con un ángulo tronco-caderas $>90^\circ$: +1
 - Si está flexionado entre 0° y 20° : +2
 - Si está flexionado entre 20° y 60° : +3
 - Si está flexionado más de 60° : +4

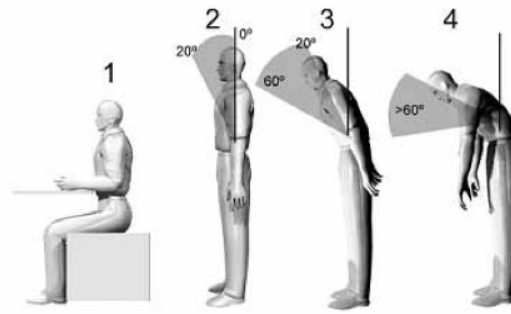


Figura 8. Posiciones del tronco (Ergonautas, 2015)

Su valor se verá incrementado en +1 si se aprecia torsión o inclinación lateral del tronco.

- Piernas: En el caso de las piernas se analizarán la distribución del peso entre las piernas, los apoyos existentes y la posición sentada o de pie.
 - Sentado, con pies y piernas bien apoyados: +1
 - De pie con el peso simétricamente distribuido y espacio para cambiar de posición: +1
 - Si los pies no están apoyados, o si el peso no está simétricamente distribuido: +2

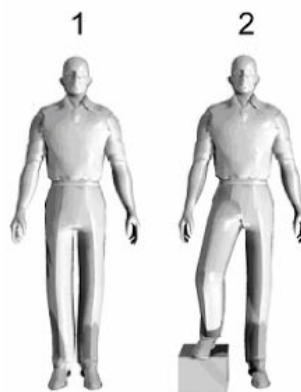


Figura 9. Posiciones de las piernas (Ergonautas, 2015)

- Tabla Grupo B: Como resultado final obtendremos la puntuación global para el grupo B que denominaremos Tabla B.

Cuello	Tronco											
	1		2		3		4		5		6	
	Piernas		Piernas		Piernas		Piernas		Piernas		Piernas	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	3	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7
2	2	3	2	3	4	5	5	5	6	7	7	7
3	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7
4	5	5	5	6	6	7	7	7	7	7	8	8
5	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8
6	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9

Tabla 11: Puntuación global para el grupo B.

PUNTUACIÓN FINAL

Ambas puntuaciones podrán ser modificadas en función del tipo de actividad muscular desarrollada y de la fuerza aplicada durante la tarea. Se incrementarán en valor +1 si la actividad es principalmente estática (la postura analizada se mantiene más de un minuto seguido) o bien si es repetitiva (se repite más de 4 veces cada minuto). No se incrementará su valor en el caso de que la tarea sea ocasional, poco frecuente y de corta duración, ya que será considerada actividad dinámica.

Además, para considerar las fuerzas ejercidas o la carga manejada, se añadirá a los valores anteriores la siguiente puntuación:

- Si la carga o fuerza es menor de 2 Kg. y se realiza intermitentemente: +0
- Si la carga o fuerza está entre 2 y 10 Kg. y se levanta intermitente: +1
- Si la carga o fuerza está entre 2 y 10 Kg. y es estática o repetitiva: +2
- Si la carga o fuerza es intermitente y superior a 10 Kg: +2
- Si la carga o fuerza es superior a los 10 Kg., y es estática o repetitiva: +3
- Si se producen golpes o fuerzas bruscas o repentinas: +3

Una vez tengamos las puntuaciones realizadas sobre las fuerzas ejercidas o la carga manejada, las sumaremos a las puntuaciones obtenidas para el grupo A y el grupo B obteniendo 2 puntuaciones denominadas C y D.

Una vez obtenidas las 2 puntuaciones se incorporarán en una puntuación final global para la tarea que oscilará entre 1 y 7, siendo mayor cuanto más elevado sea el riesgo de lesión (ver Tabla 12).

Puntuación C	Puntuación D						
	1	2	3	4	5	6	+7
1	1	2	3	3	4	5	5
2	2	2	3	4	4	5	5
3	3	3	3	4	4	5	6
4	3	3	3	4	5	6	6
5	4	4	4	5	6	7	7
6	4	4	5	6	6	7	7
7	5	5	6	6	7	7	7
8	5	5	6	7	7	7	7

Tabla 12: Puntuación final global.

A continuación se muestran los cuatro niveles de actuación que presenta el método RULA que permiten al evaluador determinar si el puesto de trabajo presenta un alto nivel de riesgo, siendo necesaria una rápida actuación, o por el contrario, dicha postura es aceptable (ver Tabla 13).

Número Acción	Puntuación	Actuación
1	1 ó 2	Indica que postura aceptable si no se repite o mantiene durante largos períodos.
2	3 ó 4	Indica la necesidad de una evaluación más detallada y la posibilidad de requerir cambios.
3	5 ó 6	Indica la necesidad de efectuar un estudio en profundidad y corregir la postura lo antes posible.
4	7 ó +	Indica la necesidad de corregir la postura de manera inmediata.

Tabla 13: Nivel de riesgo (McAtamney y Corlett, 1993).

6. Metodología

Hemos desarrollado una metodología concreta para valorar el riesgo global asociado a un puesto de trabajo. Dicha metodología, surge de la necesidad de disponer de una estimación global del riesgo al que una persona está expuesta durante toda su jornada laboral sea cual sea su actividad.

Cabe decir que partimos de diversas premisas que hay que tener en cuenta:

- La evaluación de los diferentes trastornos músculo-esqueléticos que puede padecer un trabajador deben ser evaluados por técnicos cualificados en PRL y en particular, por técnicos que dispongan de estudios superiores en ergonomía con experiencia en el sector.
- La clasificación creada no pretende ser un instrumento para la evaluación de trabajos concretos sino que puede ser aplicado a diversos tipos de actividades.
- No está destinado a ser un modelo único en el mercado como unificación de métodos ergonómicos sino una herramienta de ayuda par evaluar las condiciones generales de trabajo.
- Referente a su valoración debemos tener en cuenta diversos factores: (a) La estructura de los niveles de riesgo así como las acciones a tener en cuenta han sido obtenidas a partir de criterios objetivo para poder identificar y considerar los diversos riesgos; (b) las puntuaciones de los niveles de riesgo se extraer mediante la clasificación general de los métodos analizados y (c) el método creado permite de forma sencilla obtener un valor final del riesgo mediante un análisis previo de los diversos problemas músculo-esqueléticos que puede encontrar un trabajador en su puesto de trabajo.

Previo a la unificación de los métodos se han realizado modificaciones en sus puntuaciones iniciales.

En el caso del método RULA se siguió el mismo criterio a la hora de agrupar los niveles de acción (4 grupos) y se otorgaron diversos riesgos a cada uno de ellos (ver Tabla 14).

Método RULA		Nueva clasificación	
Nivel de acción	Puntuación	Nivel de acción	Riesgo
1	1 o 2	1	Aceptable
2	3 o 4	2	Leve-Moderado
3	5 o 6	3	Alto
4	7 o +	4	Inaceptable

Tabla 14. Unificación del método RULA.

Para el caso del método OCRA se consideró conveniente realizar una disgregación de los valores. Por consiguiente, para el valor <1 correspondiente a una franja verde se le otorga un riesgo aceptable; para el valor que oscila de 1,1-2 con una franja amarillo-verde se dividió en dos grupos dejando por un lado los valores de 1,1 a 1,5 (franja verde) con un riesgo aceptable, y por el otro lado, los valores entre 1,6 y 2,0 (franja amarilla) con un riesgo leve-moderado. Se realizó el mismo proceso para los valores que oscilan entre 2,1-3,9 para la franja amarillo-roja. Los valores de 2,1 a 2,5 (franja amarilla) dándole un riesgo leve-moderado y, los valores 2,6 a 3,9 (franja lila) con un riesgo alto. Para completar la tabla, el valor >4 con franja roja se dejó tal cual considerándolo un riesgo inaceptable (ver Tabla 15).

Método OCRA		Nueva clasificación		
Valores	Franja	Nivel de acción	Franja	Riesgo
<1	Verde	1	Verde	Aceptable
1,1-2	Amarillo-verde	1 (1,1-1,5)	Verde	Aceptable
		2 (1,6-2,0)	Amarillo	Leve-Moderado
2,1-3,9	Amarillo-roja	2 (2,1-2,5)	Amarillo	Leve-Moderado
		3 (2,6-3,9)	Lila	Alto
>4	Roja	4	Rojo	Inaceptable

Tabla 15. Unificación del método OCRA.

En el método NIOSH también se disgregaron los niveles riesgo. El nivel de riesgo $IL < 1$ se dejó como aceptable, el nivel de riesgo $1 < IL < 3$ dividió en dos, por una parte valor $1 \leq IL < 2$ considerándolo un riesgo leve-moderado y por otra, el valor $2 \leq IL < 3$ considerándolo un riesgo alto. Por último el nivel de riesgo $IL > 3$ como riesgo inaceptable (ver Tabla 16).

Método NIOSH		Nueva clasificación	
IL	Nivel de acción	Nivel de acción	Riesgo
Aceptable	$IL < 1$	1	Aceptable
Moderado-Importante	$1 < IL < 3$	2 ($1 \leq IL < 2$)	Leve-Moderado
		3 ($2 \leq IL < 3$)	Alto
Inaceptable	$IL > 3$	4	Inaceptable

Tabla 16. Unificación del método NIOSH.

A modo de resumen se presenta la Tabla 17 donde aparece la unificación de los niveles asociados a los índices de valoración y a los criterios que se deben tener en cuenta para su evaluación y posterior actuación.

Nivel de riesgo	Índice	Acción sugerida
1	Aceptable	No se requiere acción por no mostrar ninguna dolencia o riesgo al trabajador
2	Leve- Moderado	Es recomendable un análisis del puesto por ser necesario, en un futuro, acciones correctivas para su mejora.
3	Alto	Recomendable un análisis junto con una mejora del puesto de forma inmediata y supervisión médica. Controles periódicos.
4	Inaceptable	Modificación de inmediato del puesto por presentar dolencias graves al trabajador.

Tabla 17. Unificación final de métodos.

Bibliografía

CEN (2013). Estructura CEN/TC 122. URL: <http://www.cen.eu>.

Chiasson, M-E., Imbeau, D., Aubry, K. y Delisle, A. (2012). Comparing the results of eight methods used to evaluate risk factors associated with musculoskeletal disorders. *International Journal of Industrial Ergonomics* 42 (5), 478–488.

Ciriello, V.M. y Snook, S.H. (1978). The effects of size, distance, height, and frequency on manual handling performance. In: Human Factors and Ergonomics Society (Ed.), Proceedings of the Human Factors Society 22nd Annual Meeting, Santa Monica, CA., 318–322.

Ciriello, V.M. y Snook, S.H. (1983). A study of size distance height, and frequency effects on manual handling tasks. *Human Factors* 25(5), 473-483.

Colombini, D. (1998). An observational method for classifying exposure to repetitive movements of the upper limbs. *Ergonomics* 41 (9), 1261-1289.

Colombini D., Occhipinti E., Cairoli, S. y Baracco, A. (2000). Proposta e validazione preliminare di una check-list per la stima delle esposizione lavorativa a movimenti e sforzi ripetuti degli arti superiori. *La medicina del Lavoro*, 91 (5).

Colombini D., Occhipinti E., Grieco A. (2002). Risk Assessment and Management of Repetitive Movements and exertions of upper limbs Job Analysis, Ocra Risk Indices.

Prevention Strategies and Design Principles. ISBN: 978-0-08-044080-4. *Elsevier Ergonomics Book Series*

Colombini D., Occhipinti E y Grieco, A. (2004). Evaluación y gestión del riesgo por movimientos repetitivos de las extremidades superiores. Análisis organizativo, índices de exposición OCRA, pautas de intervención, principio de rediseño. Colección Cátedra Mutual CYCLOPS UPC. ISBN: 84-933328-1-X.

Dempsey, P. G., Mcgorry, R. W. y Maynard, W. S. (2005). A survey of tools and methods used by certified professional ergonomists. *Applied Ergonomics* 36 (4), 489–503.

EMC (2015). NIOSH Lifting Equation, Insurance Companies. URL: <http://www.emcins.com>.

Ergonautas (2015). Universitat Politècnica de Valencia (ergonautas.com). URL: <http://www.ergonautas.upv.es/>.

Eurofound (2010). Fundación Europea para la Mejora de las Condiciones de Vida y de Trabajo. URL: <http://www.eurofound.europa.eu>.

García-Molina, C., Chirivella, C., Page, A., Tortosa, L., Ferreras, A., Moraga, R. y Jorquera, J. (2000). Ergo/IBV – Evaluación de riesgos laborales asociados a la carga física. *Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV)*, Valencia.

Guelaud, F., Beauchesne, M-N., Gautrat, J. y Roustang, G. (1975). Pour une analyse des conditions du travail ouvrier dans l'entreprise. Librairie Armand Colin. Paris.

Hignett, S. y McAtamney, L. (2000). REBA: Rapid Entire Body Assessment. *Applied Ergonomics*, 31, 201-205.

INSHT (2003). Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la manipulación manual de carga. Real Decreto 487/1997, de 14 de abril. B.O.E. nº 97 de 23 de abril.

INSHT (2011a). F-PSICO. Factores psicosociales. Método de evaluación; versión 3.0. Madrid.

INSHT (2011b). VII Encuesta Nacional de condiciones de Trabajo. URL: <http://www.oect.es>.

INSHT (2015). Manipulación manual de cargas. Ecuación NIOSH. URL: <http://www.insht.es>.

INSHT (2015). Tareas repetitivas II: Evaluación del riesgo para la extremidad superior. <http://www.insht.es>

ISO 10075-1 (2001). UNE-EN ISO 10075-1: Principios ergonómicos relativos a la carga de trabajo mental, que en su Parte 1: Términos y definiciones generales. (ISO 10075:1991). AENOR.

ISO 10075-2 (2001). UNE-EN ISO 10075-2: Principios ergonómicos relativos a la carga de trabajo mental. Parte 2: Principios de diseño. (ISO 10075-2:1996). AENOR.

ISO 10075-3 (2005). UNE-EN ISO 10075-3. Principios ergonómicos relativos a la carga de trabajo mental. Parte 3: Principios y requisitos referentes a los métodos para la medida y evaluación de la carga de trabajo mental. (ISO10075-3:2004). AENOR.

Karhu, O., Kansi, P. y Kuorinka, L. (1977). Correcting working postures in industry: A practical method for analysis. *Applied Ergonomics* 8 (4), 199-201.

Kristensen, T. S., Hannerz, H., Høgh, A. y Borg, V. (2005). The Copenhagen Psychosocial Questionnaire—a tool for assessment and improvement of the psychosocial work environment. *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health* 31(6), 438-449.

McAtamney, L. y Corlett, E. N. (1993). RULA: A survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. *Applied Ergonomics* 24 (2), 91-99.

Ministerio de Empleo y Seguridad Social (2015). URL: <http://www.empleo.gob.es/es/estadisticas/>.

NIOSH (1981). A Work practices guide for manual lifting. US Department of Health and Human Services (NIOSH).

NIOSH (1994). Applications Manual for the Revised NIOSH Lifting Equation. US Department of Health and Human Services (NIOSH).

Moore, J.S. y Garg, A. (1995). The Strain Index: A proposed method to analyze jobs for risk of distal upper extremity disorders. *American Industrial Hygiene Association Journal* 56 (5), 443-458.

NTP 177 (1986). La carga física de trabajo: definición y evaluación. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España y INSHT.

NTP 311: Microtraumatismos repetitivos: estudio y prevención. Ministerio de trabajo y asuntos sociales de España y INSHT.

NTP 443: Factores psicosociales: metodología de evaluación Ministerio. Ministerio de trabajo y asuntos sociales de España y INSHT.

O'Donnell, R. D. y Eggemeier, F.T. (1986). Workload assessment methodology. En K.R. Boff, L. Kaufman y J. P. Thomas (Eds.). *Handbook of perception and human Performance*. Vol. II Cognitive processes and performance 42, 149. Nueva York: Wiley.

RD 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores. BOE nº 97 23/04/1997.

Sebastián, O. y Del Hoyo, M.A. (2002). La carga mental de trabajo. Madrid. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Jo, S., Myung, R. y Yoon, D. (2012). Quantitative prediction of mental workload with the ACT-R cognitive architecture. *International Journal of Industrial Ergonomics* 42(4), 359-370.

Silverstein, B. A., Fine, L. J. y Armstrong, T. J. (1986). Hand wrist cumulative trauma disorders in industry. *British Journal of Industrial Medicine* 43(11), 779-784.

Snook, S.H. (1987). Approaches to the control of back pain in industry: job design, job placement, and education/training. *Occupational Medicine* 3(1), 45-59.

Snook, S.H. y Ciriello, V.M. (1974). Maximum weights and workloads acceptable to female workers. *Journal of Occupational Medicine* 16, 527-534.

Snook, S.H. y Ciriello, V.M. (1991). The design of manual handling tasks: revised tables of maximum acceptable weights and forces. *Ergonomics* 34(9), 1197-1213.

Young, M. S. y Stanton, N. A. (2002). It's all relative: defining mental workload in the light of Annetts. *Ergonomics* 45(14), 1018-1020.