



POSTURAS DE TRABAJO: EVALUACIÓN DEL RIESGO

María Félix Villar Fernández

Centro Nacional de Nuevas Tecnologías.

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

ÍNDICE

1. Introducción
2. Concepto de carga física
 - 2.1. Tipos de contracción muscular y efectos en el organismo
 - 2.2. Evaluación del trabajo dinámico
 - 2.3. Evaluación del trabajo estático
3. Los trastornos musculoesqueléticos
 - 3.1. Dificultades para la evaluación del riesgo de TME.
 - 3.2. La relación entre los TME y los factores laborales
 - 3.3. TME del cuello y factores laborales asociados
 - 3.4. TME del hombro y factores laborales asociados
 - 3.5. TME del codo (epicondilitis) y factores laborales asociados
 - 3.6. TME de la mano/muñeca y factores laborales asociados
 - 3.6.1. El síndrome del túnel carpiano
 - 3.6.2. Tendinitis de la mano o muñeca
 - 3.6.3. Síndrome de la vibración mano/brazo
 - 3.7. TME en la zona lumbar y factores laborales asociados
 - 3.8. Los TME y los factores psicosociales
4. Métodos y técnicas empleados en el registro y evaluación de los factores asociados a los TME
 - 4.1. Valoración de la carga física mediante técnicas de observación

- 4.2. Métodos para el registro de las posturas de trabajo mediante la observación
- 5. El método OWAS
 - 5.1. Códigos para el registro de las posturas
 - 5.2. Evaluación de las posturas registradas
 - 5.3. Evaluación de la aceptabilidad de las posturas por el tiempo de exposición
 - 5.4. Consejos para la aplicación del método
- 6. El método REBA
 - 6.1. Contenidos y procedimiento para la aplicación del método
 - 6.2. Puntuación de las posturas de los Grupos A y B
 - 6.3. Cálculo de las puntuaciones A, B, C y REBA
 - 6.3.1. Niveles de riesgo y acciones a realizar
- 7. Criterios de referencia para las posturas de trabajo
 - 7.1. Valores de referencia para las posturas de trabajo contenidos en la norma técnica ISO 11226
 - 7.1.1. Determinación de las posturas de trabajo
 - 7.1.2. Evaluación de las posturas de trabajo
 - 7.1.3. Procedimiento para determinar las posturas de trabajo
 - 7.1.4. Posiciones extremas de las articulaciones
 - 7.1.5. Evaluación de los regímenes tiempo de mantenimiento – tiempo de evaluación

Bibliografía

1. INTRODUCCIÓN

Uno de los temas típicos de estudio en Ergonomía es la Carga de Trabajo, especialmente la derivada del trabajo físico, para cuya evaluación han sido propuestos diversos procedimientos y criterios, algunos de los cuales, los propuestos para la evaluación del trabajo dinámico, tienen ya muchos años de existencia y no por ello han dejado de tener validez.

Sin embargo, no todo tipo de trabajo físico resulta igualmente sencillo de evaluar. Nos estamos refiriendo al trabajo estático o al que se realiza empleando sólo una pequeña masa muscular, como la de las manos. Es precisamente este tipo de trabajo el que constituye una de las principales causas de los trastornos musculoesqueléticos en España.

2. CONCEPTO DE CARGA FÍSICA

El cuerpo humano es requerido continuamente a realizar un trabajo físico, tanto en el entorno laboral como en el extra laboral. Básicamente, tres son los tipos de demandas que nos podemos encontrar:

- Mover el cuerpo o alguna de sus partes (andar, correr, etc.)
- Transportar o mover otros objetos (acarrearlos, levantarlos, darles la vuelta, alcanzarlos...)
- Mantener la postura del cuerpo (tronco hacia delante, tronco girado, brazos elevados...)

Para responder a estas demandas, nuestro cuerpo pone en marcha complejos mecanismos que finalizan en la contracción muscular, la cual permite que realicemos la actividad o ejercicio demandados. Estos mecanismos tienen lugar en muy diversos órganos: sistema nervioso, pulmones, corazón, vasos sanguíneos y en los músculos.

A la respuesta que se produce en el organismo la denominamos **CARGA FÍSICA DE TRABAJO** y depende de la capacidad física de cada persona. Por ello, aunque las demandas sean idénticas, la carga física derivada puede ser distinta en cada uno de nosotros, aspecto que debe tenerse muy presente al planificar la evaluación de riesgos.

(En los textos en inglés nos encontramos los términos **physical stress**, para describir las demandas físicas del trabajo, y **strain** para la respuesta que se produce en el cuerpo humano, por lo que algunas autores emplean **estrés y tensión**, haciendo uso de la traducción literal al castellano de los términos ingleses).

2.1. Tipos de contracción muscular y efectos en el organismo

Determinadas demandas físicas, como andar o correr, obligan a que el músculo se contraiga (acorte) y estire (alargue) rítmicamente. A este tipo de contracción muscular se la denomina **isotónica**. El trabajo o ejercicio realizado recibe el nombre de **dinámico**.

Ejemplos:

Andar: *trabajo dinámico para los músculos de las extremidades inferiores*

Levantar un peso de una mesa: *trabajo dinámico para las extremidades superiores*

En otras ocasiones, el músculo debe contraerse y mantener la contracción durante un tiempo variable. Es lo que ocurre cuando mantenemos una fuerza (sosteniendo un peso, por ejemplo) o una postura determinada. A este tipo de contracción se la denomina **isométrica** y al trabajo o ejercicio derivado, **estático**.

Ejemplos:

Sostener un peso en brazos varios minutos: *trabajo estático para estos músculos*

Mantener el tronco en la misma postura varios minutos: *trabajo estático del tronco*

En principio, un trabajo dinámico puede ser realizado durante horas, siempre que se ejecute a un ritmo adecuado a la persona y al esfuerzo, y éste no sea de excesiva intensidad. Además, la contracción rítmica del músculo favorece el riego sanguíneo a la zona que trabaja.

Sin embargo, durante el trabajo estático, la contracción prolongada del músculo comprime los vasos sanguíneos provocando un menor aporte de sangre al músculo contraído (y a los huesos y articulaciones de la zona), de modo que **llega una menor cantidad de nutrientes y oxígeno**, necesarios para el trabajo muscular. Esto origina la aparición de la **fatiga muscular**, que limita el mantenimiento de la contracción. (Véase la Figura 1).

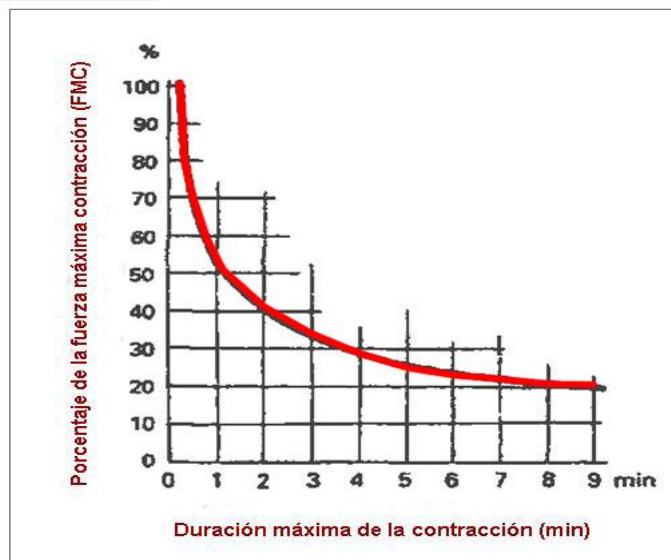


Figura 1. Trabajo estático. Tiempo límite de mantenimiento de la fuerza

Según el gráfico de la figura 1, una contracción menor del 15-20%¹ de la **fuerza máxima de contracción** (FMC) de un músculo puede ser mantenida indefinidamente sin que aparezca la fatiga muscular (en teoría). A medida que la contracción es más importante, se puede mantener menos tiempo. Por ejemplo, una contracción del 50%

¹ En la actualidad, hay autores que cuestionan estos valores inferiores planteando que ya a partir de 5-8% de la FMC comienza el proceso de fatiga muscular, otros dicen incluso que a partir de un 3%.

de la FMC podría ser mantenida en torno a unos 2 minutos, transcurridos los cuales el músculo se fatiga y no puede seguir contraído mucho más tiempo.

La fatiga muscular se manifiesta con signos tales como: **sensación de calor** en la zona del músculo o músculos, **temblores musculares**, **sensación de hormigueo** o, incluso, **dolor muscular**.

Es un proceso fisiológico que afecta a los músculos implicados en el esfuerzo, que se recupera con el **reposo** de los mismos. Si este reposo no se realiza o es insuficiente para la recuperación de la fatiga muscular, pueden llegar a desarrollarse trastornos musculoesqueléticos.

Otro efecto derivado del trabajo estático es el aumento de la frecuencia cardiaca, ya que el corazón debe bombear más deprisa para tratar de enviar más oxígeno y nutrientes al músculo contraído. Por ello, se ha planteado que el trabajo estático podría ser un factor de riesgo de enfermedades del corazón o cardiopatías.

2.2. Evaluación del trabajo dinámico

Es muy raro que una actividad laboral sea completamente dinámica o completamente estática; siempre nos encontraremos componentes de ambos tipos de trabajo muscular. Así pues, antes de plantearnos la evaluación de la carga física de una actividad, el primer paso será analizar las exigencias de la tarea para ver cuál de los dos tipos predomina.

Cuando la **actividad es muy dinámica**, los métodos más indicados son los que estiman la **energía consumida** o demandada durante la actividad a partir de la medición de parámetros fisiológicos como el consumo de Oxígeno durante la actividad, o la frecuencia cardiaca.

La determinación del consumo de oxígeno es el más exacto de los dos, pero también el más costoso pues requiere tomar muestras del aire espirado, mientras la persona

trabaja, y analizar la concentración de oxígeno². Por ello, se suele emplear más la frecuencia cardiaca (FC) para la estimación del coste de la actividad física realizada.

En la figura 2 podemos ver una simplificación del comportamiento de la FC en una actividad plenamente dinámica (andando, subiendo escaleras, etc.). Según la figura, la FC que tenemos en reposo comienza a aumentar cuando iniciamos el ejercicio o actividad hasta que se estabiliza tras unos cuantos segundos, manteniéndose en ese valor hasta que cesa la actividad. A partir de ese momento comienza a descender hasta que alcanza los valores que teníamos en reposo.

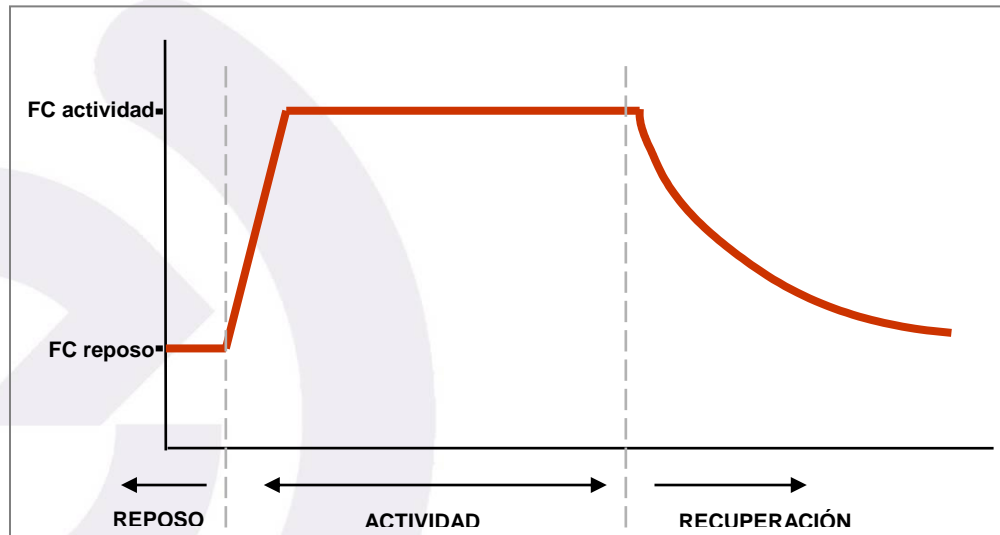


Figura 2. Comportamiento de la frecuencia cardiaca

Cuanto más intensa sea la actividad, más elevada será la FC del ejercicio y, también, más largo será el periodo de recuperación (es decir, más tardará en recuperar los valores de reposo).

Basándose en este principio, se han propuesto diversas clasificaciones de las actividades laborales en función de la FC media alcanzada durante la jornada de trabajo. Estas clasificaciones varían mucho de unos autores a otros por lo que sirven

² La norma española UNE-EN 28996 *Ergonomía. Determinación de la producción de calor metabólico* da indicaciones para la determinación del metabolismo energético mediante la medición del consumo de oxígeno, de la frecuencia cardiaca e, incluso, mediante la aplicación de tablas.

de orientación pero no deberíamos emplearlas como criterios de referencia. Una de las clasificaciones más sencillas es la siguiente:

CLASIFICACIÓN DEL TRABAJO	FC media de la actividad (latidos/minuto)
Penoso	> 110
Moderado	100 a 110
Ligero	< 100

Hay otros indicadores cardiacos que representan mejor la carga física de trabajo que la FC media: el **coste cardiaco absoluto (CCA)** y el **coste cardiaco relativo (CCR)**, que se definen de la siguiente manera:

$$\text{Coste Cardiaco Absoluto (CCA)} = FC_{\text{actividad}} - FC_{\text{reposo}}$$

$$\text{Coste Cardiaco Relativo (CCR)} = \frac{FC_{\text{actividad}} - FC_{\text{reposo}}}{FC_{\text{máx..t}} - FC_{\text{reposo}}} \times 100$$

Dónde: FC máx.t es la Frecuencia Cardiaca Máxima Teórica de la persona que realiza la actividad y se calcula restando de 220 la edad que tenga).

Muchos autores han propuesto clasificaciones del trabajo basadas en estos indicadores, como por ejemplo **Chamoux**, que propone los siguientes criterios:

CLASIFICACIÓN DEL TRABAJO	
(Criterio de Chamoux)	
SEGÚN EL CCA	SEGÚN EL CCR
0 - 9 ... muy ligero	0 - 9 muy ligero
10 - 19 ligero	10 - 19 ligero
20 - 29 ... muy moderado	20 - 29 ... moderado
30 - 39 moderado	30 - 39 pesado
40 - 49 ... algo pesado	40 - 49 muy pesado
50 - 59 ... pesado	
60 - 69 ... intenso	

Para aplicar alguno de los criterios anteriores, debemos antes comprobar que la actividad sea dinámica, que afecte a un gran número de músculos y que no haya estrés térmico, pues la **frecuencia cardíaca es mayor cuantos menos músculos participan en el trabajo³**, cuanto más estático sea éste y, especialmente, cuanto más caluroso sea el ambiente. (Figura 3)

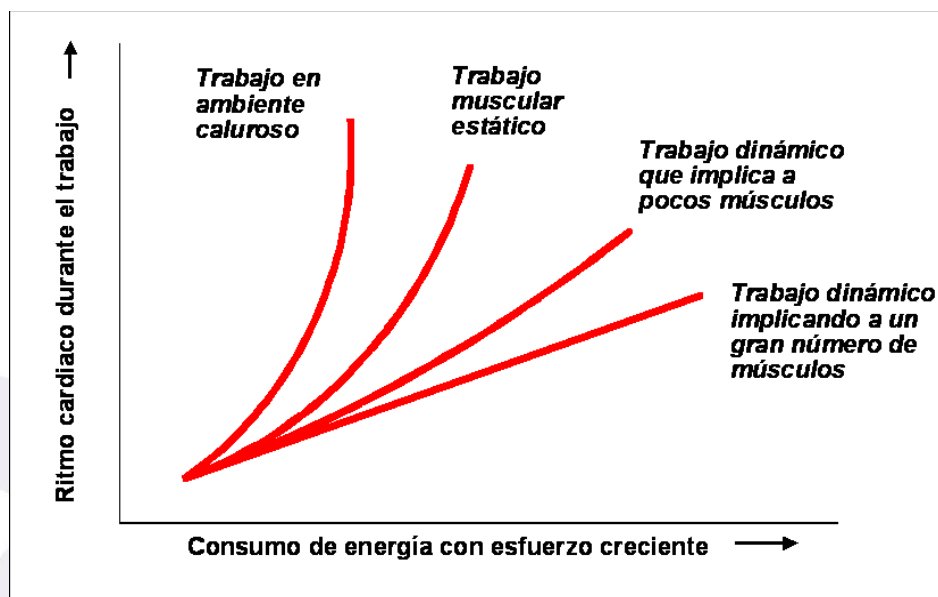


Figura 3: Comportamiento de la FC en distintas situaciones

2.3. Evaluación del trabajo estático

Cuando la **actividad es muy estática**, o afecta a poca masa muscular (por ejemplo, sólo a la extremidad superior), la evaluación de la carga física derivada es más complicada, ya que no se ha hallado un parámetro que la describa con tanta precisión como en el caso de la dinámica. Esto es especialmente difícil cuando se presentan combinaciones de trabajos estáticos, por ejemplo, el mantenimiento de posturas junto al mantenimiento de pesos, lo cual no es tan infrecuente. Por ello, no existe un único método válido para todo tipo de situaciones, sino que vamos a tener que emplear distintos métodos o técnicas que se complementen entre sí.

³ Así, ejemplo, es mayor la FC de una actividad realizada con los brazos que con las piernas.

Los métodos propuestos para la estimación de la carga de un trabajo estático incluyen **técnicas biomecánicas, mediciones de la actividad muscular** (mediante electromiografía), **mediciones de los ángulos articulares** y otros métodos interpretativos desarrollados a partir de resultados obtenidos en estudios epidemiológicos (como los métodos que estiman los efectos derivados de las posturas de trabajo, o de la manipulación manual de cargas).

A los métodos objetivos para la evaluación del trabajo estático habría que añadir aquellos **subjetivos**, basados en el **registro del grado de fatiga, molestia o dolor muscular sentido por el trabajador**. (Recordemos que uno de los indicadores del trabajo estático es la fatiga muscular que se manifiesta por medio de signos muy identificables por quienes la padecen). Estos, generalmente, consisten en un cuestionario en el que se va preguntando sobre el grado de dolor (molestia o fatiga) sentido en distintas zonas del cuerpo.

Estos métodos también han sido utilizados en la evaluación del riesgo de trastornos musculoesqueléticos que, como veremos, tienen como una de sus causas principales la carga estática.

3. LOS TRASTORNOS MUSCULOESQUELÉTICOS

Los trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo (*en adelante TME*) son motivo de preocupación en muchos países, pues afectan a un número importante y cada vez mayor de trabajadores, sin limitarse a un sector o a una actividad profesional concretos.

La preocupación es tal que la propia Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo ha dedicado ya dos campañas a esta problemática: la del año 2000, con el lema "*Da la espalda a los TME*", y la del 2007, "*Aligera la carga*", que se concretaron con la publicación y difusión de numerosa documentación y la dedicación de las semanas europeas de ambos años al tema.

Encontramos TME en la Industria y en los Servicios, en industrias de montaje y en oficinas, en empresas con plantillas predominantemente femeninas y en las que son mayoría los hombres, entre los trabajadores mayores y entre los muy jóvenes, en la población laboral más antigua y en la recién contratada.

Aunque pueden afectar a cualquier segmento del cuerpo, se dan principalmente en: **codo y hombro, mano y muñeca y en la espalda** (zonas cervical, dorsal y lumbar).

3.1. Dificultades para la evaluación del riesgo de TME

Muchos son los factores que intervienen en la generación de los trastornos musculoesqueléticos. Estos factores han sido estudiados desde diversos puntos de vista: fisiológicos, biomecánicos y epidemiológicos, sin que hasta la fecha haya un total acuerdo sobre los **factores de trabajo asociados** a estos trastornos, ni la relación entre ellos.

Westgaard y Winkel han reflejado esta situación, de manera bastante clara, mediante un modelo que trata de explicar la relación entre los factores de carga física y los TME, teniendo en cuenta las diversas líneas de investigación abiertas sobre este problema. (Ver figura 4).

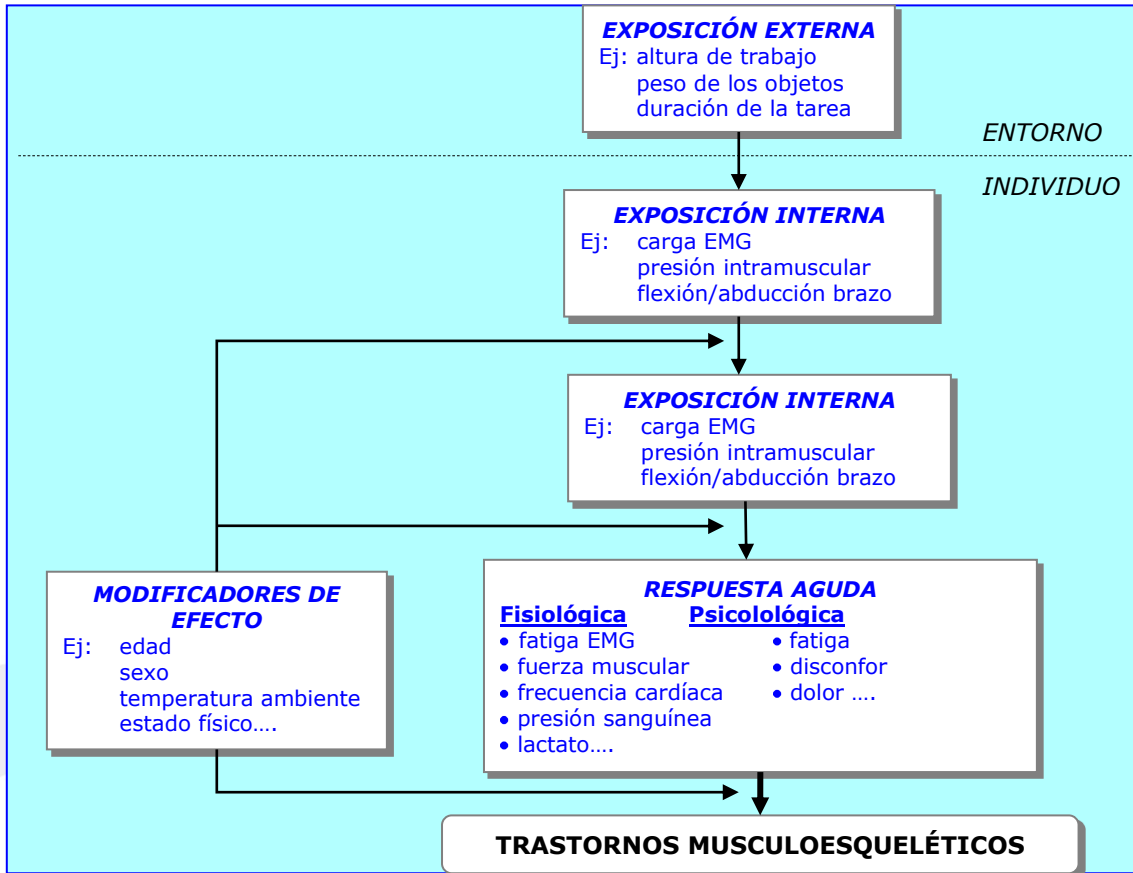


Figura 4: Modelo de Westgaard y Winkel que explica la relación entre los factores de carga física y los TME

De acuerdo con estos autores, existen factores de **exposición externa** ligados al entorno físico de trabajo (tales como, la altura del plano de trabajo, el peso de los objetos o la duración de la tarea) que se asocian con factores de **exposición interna**, como la carga electromiográfica, la presión intramuscular o la flexión/abducción del brazo.

Estos factores internos (en el individuo) darían lugar a una respuesta a corto plazo (aguda) que podría ser de diferente tipo: fisiológica (por ejemplo, una fatiga muscular medida por electromiografía o por la reducción de la resistencia, o la presencia de lactato en sangre, etc.) o bien psicológica (percepción de fatiga, disconfort o dolor). Esta respuesta aguda podría derivar con el tiempo, en diversos trastornos musculoesqueléticos.

Existen diversos estudios que han analizado la relación de los factores externos con los factores de exposición interna, o con la respuesta aguda, pero hay una ausencia, casi total, de estudios que hayan visto como se reflejan estas relaciones en la incidencia de TME.

Además, diversos factores modificadores del efecto, como la edad o el género, podrían ser, en muchos casos, factores de confusión por lo que deben ser controlados durante el estudio, control que pocas veces se realiza.

Otro aspecto importante, reflejo de la situación anteriormente descrita, es la **falta de un método adecuado** y de **criterios de evaluación** que permitan registrar y evaluar la totalidad de los factores asociados con los TME. Son innumerables los métodos propuestos para el registro y evaluación de ciertos factores concretos, como las posturas de trabajo, la manipulación manual de cargas, o de factores asociados al riesgo de TME de la extremidad superior, pero sólo son aplicables para el estudio de ciertas situaciones y no pueden ser generalizables a la evaluación de la carga física total asociada con los TME.

3.2. Relación entre los trastornos musculoesqueléticos y los factores laborales

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha dicho de los trastornos musculoesqueléticos, o más correctamente de las enfermedades ósteo-musculares, que son multifactoriales para indicar que hay un gran número de factores de riesgo que contribuyen a causarlas: factores del entorno físico, de la organización del trabajo, psicosociales, individuales y socioculturales. Esta naturaleza multifactorial es la razón más importante de la controversia existente en torno a la relación de estos trastornos con el trabajo, y a su importancia en el desarrollo de la enfermedad.

Los trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo (TME) han sido definidos de diferentes modos en distintos estudios: algunos investigadores los restringen sólo a su patología clínica, otros a la presencia de síntomas; otros a

procesos patológicos demostrables "objetivamente"; y otros a la incapacidad laboral que originan (tales como el tiempo de baja laboral).

Así, la citada OMS, los ha definido como:

Por TME se entienden los problemas de salud del aparato locomotor, es decir, de músculos, tendones, esqueleto óseo, cartílagos, ligamentos y nervios. Esto abarca todo tipo de dolencias, desde las molestias leves y pasajeras hasta las lesiones irreversibles y discapacitantes

(OMS, 2004)

Otra definición a tener presente es la de la Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo:

Los TME de origen laboral son alteraciones que sufren estructuras corporales como los músculos, articulaciones, tendones, ligamentos, nervios, huesos y el sistema circulatorio, causadas o agravadas fundamentalmente por el trabajo y los efectos del entorno en el que éste se desarrolla.

(OSHA-Europa, 2007)

Estos trastornos se pueden producir en cualquier segmento del cuerpo, aunque los más frecuentes son los producidos en la espalda, en el cuello, los hombros, codos, manos y muñecas.

En cuanto a los efectos sobre la salud, el más comúnmente descrito es el dolor, el cual puede ser precursor de daños más severos, o ser un síntoma de la enfermedad misma (como en el caso del dolor de espalda).

Existen diversos estudios epidemiológicos que han investigado la relación causal con diferentes factores de exposición, tanto físicos como la postura de trabajo, como organizativos o psicosociales. De ellos, merece una especial mención la revisión sistemática realizada por el NIOSH⁴, pues, aunque data de algunos años, ha sido referente para el desarrollo de muchas investigaciones posteriores.

⁴National Institute for Occupational Safety and Health

Para esta revisión analizaron las evidencias epidemiológicas aparecidas en la literatura hasta esa fecha sobre la asociación entre los TME del cuello, de la extremidad superior y de la zona lumbar con la exposición a factores físicos del trabajo. Se revisaron cerca de 600 artículos publicados en todo el mundo.

En la tabla 1 se clasifican los resultados de estos estudios de la siguiente forma:

- Fuerte asociación entre TME y factores laborales (+++):
Existe una relación causal muy probable entre la intensidad o la duración de la exposición a un factor (o factores) de riesgo específico y el TME. Se ha observado relación entre la exposición al factor de riesgo y el TME en, al menos, varios estudios en los que el azar, el sesgo y los factores de confusión han sido descartados con un razonable nivel de confianza.
- Evidencia de la relación con el trabajo (++):
Existe cierta evidencia epidemiológica de relación causal. Se ha observado una relación positiva entre la exposición al factor de riesgo y el TME en estudios en los que el azar, el sesgo, y los factores de confusión no son la explicación más probable.
- Evidencia insuficiente de la relación (+/-):
Los estudios existente no tienen suficiente calidad, consistencia, o poder estadístico para permitir una conclusión sobre la presencia o ausencia de una asociación causal. Algunos estudios sugieren una relación con ciertos factores de riesgo específicos pero el azar, el sesgo y los factores de confusión podrían explicar la asociación.
- Evidencia de un No-Efecto de los factores del trabajo (0):
Estudios adecuados han mostrado con fuerza y consistencia que el factor de riesgo específico no se relaciona con el TME.

Tabla 1. Evidencia de la relación causal entre factores del trabajo físico y TME

PARTE DEL CUERPO Factor de riesgo	Fuerte evidencia (+++)	Evidencia (++)	Evidencia Insuficiente (+/0)	Evidencia del No-Efecto (-)
Cuello y Cuello/hombro				
Repetición		✓		
Fuerza		✓		
Postura	✓			
Vibración			✓	
Hombro				
Postura		✓		
Fuerza			✓	
Repetición		✓		
Vibración			✓	
CODO				
Repetición			✓	
Fuerza		✓		
Postura			✓	
Combinación	✓			
MANO/MUÑECA				
Síndrome de túnel carpiano				
Repetición		✓		
Fuerza		✓		
Postura			✓	
Vibración		✓		
Combinación	✓			
Tendinitis				
Repetición		✓		
Fuerza		✓		
Postura		✓		
Combinación	✓			
Síndrome de la vibración mano/brazo				
Vibración	✓			
ESPALDA				
Manipulación de cargas	✓			
Postura forzada		✓		
Trabajo físico pesado		✓		
Vibración de cuerpo completo	✓			
Postura estática			✓	

En los apartados siguientes, comentamos los resultados que aparecen en esta tabla.

3.3. TME del cuello y factores laborales asociados

De los estudios epidemiológicos revisados por el NIOSH, cerca de 40 examinaban la relación existente entre los TME del cuello, y del cuello/hombro, con ciertos factores físicos del lugar de trabajo.

Como podemos ver en la tabla 2, se concluye que existe una **fuerte evidencia** de que los trabajos con niveles elevados de contracción estática, cargas estáticas prolongadas, o posturas de trabajo extremas, que impliquen a los músculos del cuello, o del cuello y los hombros, tienen un riesgo mayor de TME en esta zona.

Hay **evidencia** de una relación causal entre un trabajo altamente repetitivo o para la aplicación de fuerzas y los TME del cuello. La mayor parte de los estudios definían trabajos forzados para el cuello/hombro como "actividades de trabajo que implican movimientos de fuerza del brazo o de la mano, que generan cargas en el área cuello/hombro". (Ninguno de los estudios revisados examinaron la relación basándose en los movimientos enérgicos del cuello).

Los datos epidemiológicos son insuficientes para proporcionar una base que relacione la vibración y los TME del cuello.

3.4. TME del hombro y factores laborales asociados

De los cerca de 20 estudios revisados, algunos muestran **evidencia** positiva de asociación entre el trabajo muy repetitivo y los TME del hombro. Sin embargo, esta evidencia presenta limitaciones importantes, pues en estos estudios la repetitividad estaba combinada con una postura forzada o con cargas estáticas en el hombro.

Hay **evidencia** de una relación causal entre posturas adoptadas o mantenidas con una flexión⁵ o abducción⁶ del hombro de más de 60° y TME en esta zona, tanto para la

⁵ Brazo levantado por delante del cuerpo

tendinitis del hombro como para el dolor no específico. La evidencia resulta más fuerte cuando las posturas del hombro se combinan con ciertos factores físicos, como el sostener una herramienta por encima de la cabeza.

Los estudios epidemiológicos no han podido mostrar con suficiente evidencia una asociación positiva entre la fuerza o la vibración y los TME de los hombros.

3.5. TME del codo (epicondilitis) y factores laborales asociados

De los cerca de 20 estudios que examinaban los factores físicos del lugar de trabajo y su relación con la *epicondilitis*, se puede concluir que hay una **evidencia insuficiente** para asociar el trabajo repetitivo con los TME del codo. Tampoco se ha hallado suficiente evidencia sobre la relación de los factores posturales, considerados por separado, y la epicondilitis.

En cambio, sí hay **evidencia** de asociación entre un trabajo de fuerza y la epicondilitis.

Hay una **fuerte evidencia** de la relación entre la combinación de factores de riesgo (por ejemplo, fuerza y repetición, fuerza y postura) y la epicondilitis; esto es especialmente evidente cuando la exposición a esta combinación de factores es elevada (como han visto, por ejemplo, estudios en la construcción o en el empaquetado de carne).

Esta fuerte evidencia para la combinación de factores es consistente con los resultados hallados en estudios hechos a deportistas, por ejemplo, en tenistas⁷, y en estudios biomecánicos. Estos estudios también sugieren que la fuerza y la contracción repetida de los flexores y extensores del codo (la cual puede ser causada por la flexión y extensión de la muñeca) incrementan el riesgo de epicondilitis.

⁶ Brazo separado lateralmente del cuerpo

⁷ La epicondilitis también es conocida como la enfermedad del "codo de tenista"

Tanto los registros de enfermedades americanos como los internacionales han señalado que la mayor incidencia de epicondilitis ocurre en tareas manualmente intensas y con elevadas demandas de realización de gestos (por ejemplo, en mecánicos, carniceros, trabajadores de la construcción...).

3.6. TME de la mano/muñeca y factores laborales asociados

3.6.1. El síndrome del túnel carpiano (STC)

Los resultados de unos 30 estudios permiten decir que existe **evidencia** de una asociación positiva entre el STC y el trabajo repetitivo, sólo o en combinación con otros factores, y el trabajo de fuerza. También la hay para la vibración mano-brazo.

Sin embargo, hay **evidencia insuficiente** para las posturas de trabajo extremas. La variabilidad individual en los métodos de trabajo, en los trabajadores que realizan el mismo trabajo, y la influencia de las diferencias antropométricas sobre la postura, son algunas de las dificultades citadas para medir las características posturales en los estudios de campo. En cambio, los resultados de los estudios de laboratorio, sobre la postura extrema, confirman la asociación con el STC.

Hay una **fuerte evidencia** de asociación entre la exposición a una combinación de factores de riesgo y el STC (por ejemplo, fuerza y repetición, fuerza y postura). Hay una clara evidencia de que la exposición a una combinación de estos factores laborales (repetición, fuerza, postura, etc.) incrementa el riesgo del STC. Esto es coherente con los resultados de otros estudios biomecánicos, fisiológicos y psicosociales. Los registros epidemiológicos americanos y de otros países, también han indicado que las mayores tasas de STC se dan en trabajos con elevadas demandas de esfuerzos manuales intensos: por ejemplo, en empaquetadores de carne, en procesadores de mataderos de pollos y entre trabajadores de montaje de vehículos.

3.6.2. Tendinitis de la mano o muñeca

Hay **evidencia** de una asociación entre algunos factores por separado (repetición, fuerza y postura) y la tendinitis de la mano/muñeca. Existe una **fuerte evidencia** de que las tareas que requieren una combinación de factores (como elevadas repeticiones, o esfuerzos de la mano/muñeca) incrementan el riesgo de tendinitis en este segmento corporal.

3.6.3. Síndrome de la vibración mano/brazo

En general, los estudios muestran una **fuerte evidencia** de asociación entre un elevado nivel de exposición a la vibración mano/brazo y los síntomas vasculares del síndrome de vibración mano/brazo. Estos estudios se han realizado entre trabajadores con elevadas exposiciones, como trabajadores forestales, picadores de rocas, escultores, trabajadores en astilleros, o plateros.

También existe **evidencia** de que, a medida que aumenta la intensidad y duración de la exposición a herramientas que vibran, aumenta el riesgo a desarrollar el síndrome de vibración mano/brazo.

3.7. TME en la zona lumbar y factores laborales asociados

Unos 40 artículos analizaban la relación entre el TME en la zona inferior de la espalda (o zona lumbar) y cinco factores del lugar de trabajo: el trabajo físico pesado, el levantamiento de cargas y otros esfuerzos, el giro y la inclinación (posturas forzadas), la vibración de cuerpo completo, y las posturas de trabajo estáticas.

Se puede decir que hay **evidencia** entre el trastorno de espalda y el trabajo físico pesado⁸, si bien, el riesgo estimado es más moderado que para el levantamiento de cargas y los esfuerzos, las posturas forzadas, y la vibración de cuerpo completo. La relación dosis-respuesta es ambigua para dicho factor de riesgo.

Hay una **fuerte evidencia** de que los TME de la parte inferior de la espalda se asocian con el levantamiento de cargas y la realización de movimientos de fuerza. Las asociaciones observadas son coherentes con estudios biomecánicos y de laboratorio sobre los efectos del levantamiento de cargas sobre los tejidos de la espalda.

Existe **evidencia** de la asociación entre estos TME y las posturas forzadas. Algunos de los estudios sugieren que tanto el levantamiento de cargas como las posturas forzadas son factores que contribuyen de manera importante al riesgo de estos TME.

Existe también una **fuerte evidencia** de que la exposición a la vibración de cuerpo completo se asocia con el trastorno de la zona inferior de la espalda. Las evidencias epidemiológicas y experimentales sugieren que la vibración de cuerpo completo puede actuar en combinación con otros factores del trabajo, tales como la posición "sentado" prolongada, el levantamiento de cargas, y las posturas forzadas, causando un incremento del riesgo. Es posible que los efectos de la vibración puedan depender de la fuente de la exposición (por ejemplo, el tipo de vehículo).

En cuanto a las posiciones de trabajo estáticas (trabajos de pie, sentado o sedentarios) y el trastorno de la zona inferior de la espalda, los estudios proporcionan una evidencia insuficiente de que exista asociación.

3.8. Los trastornos musculoesqueléticos y los factores psicosociales

Cada vez hay mayor evidencia de que los factores psicosociales relacionados con el puesto ocupado y el entorno de trabajo juegan un papel en el desarrollo de los TME de

⁸ El trabajo físico pesado se define bien, como un trabajo que implica elevadas demandas de energía, o bien como un trabajo que requiere cierta cantidad de fuerza física.

las extremidades superiores y de la espalda. Aunque los resultados de los estudios no son totalmente concluyentes, sugieren que la percepción de la intensidad de la carga de trabajo, el trabajo monótono, un limitado control sobre el trabajo, poca claridad de las funciones (ambigüedad del rol), y un bajo apoyo social están asociados con varios de los TME derivados del trabajo.

Puesto que algunos de estos factores no están, aparentemente, relacionados con las demandas físicas, y cierto número de estudios han hallado asociaciones estadísticamente significativas, incluso tras ajustar por las demandas físicas, los efectos de estos factores sobre los TME pueden ser, en parte o totalmente, independientes de los factores físicos. También es evidente que estas asociaciones no se limitan a un tipo particular de trabajos (como el trabajo con PVD) o a un entorno de trabajo (por ejemplo, oficinas) sino que, por el contrario, parecen hallarse en una variedad de situaciones laborales. Esto parece sugerir que los factores psicosociales pueden representar factores de riesgo generalizados de los TME. Estos factores, aunque son estadísticamente significativos en algunos estudios, generalmente tienen una fuerza estadística modesta.

Dos son las dificultades para determinar la importancia relativa de los factores psicosociales frente a los físicos:

- 1º)** Los factores psicosociales son medidos generalmente en los individuos, y a menudo con métodos con una precisión o exactitud limitadas, mientras que, los factores físicos son medidos normalmente en grupos de personas (por ejemplo, en grupos de puestos o tareas).
- 2º)** Las "medidas objetivas" de los aspectos psicosociales del trabajo son difíciles de desarrollar y se utilizan rara vez, mientras que los métodos para medir el entorno físico son más fáciles de obtener. Hasta que podamos medir la mayoría de las variables individuales y del lugar de trabajo con técnicas más comparables, será casi imposible determinar con precisión su importancia relativa.

4. MÉTODOS Y TÉCNICAS EMPLEADOS EN EL REGISTRO Y EVALUACIÓN DE LOS FACTORES ASOCIADOS A LOS TME

Los métodos existentes para la medición de los factores de la carga física de trabajo pueden categorizarse en un espectro que va desde mediciones directas, a observaciones, entrevistas, diarios, y cuestionarios. La elección de un método específico depende de los recursos disponibles y de la exactitud requerida de los datos.

Las mediciones directas incluyen registros electromiográficos, y el registro de la postura y el movimiento mediante goniómetros, inclinómetros, acelerómetros y dispositivos optoelectrónicos. Estos métodos son cuantitativos y altamente exactos, pero costosos debido a la necesidad de equipos sofisticados y al tiempo consumido en su calibración, registro y análisis. Debido a estas limitaciones, sólo pueden valorarse cierto número de sujetos y de segmentos del cuerpo. Además, los dispositivos de registro acoplados al trabajador pueden molestarle y, por tanto, influir en los métodos de trabajo. Los registradores optoelectrónicos, sólo pueden usarse para los movimientos del tronco y de las extremidades, y además, en un trabajador inmóvil; por otra parte el equipo de registro requiere una iluminación uniforme y un espacio relativamente grande.

En el otro extremo del espectro tenemos los cuestionarios, los cuales han sido frecuentemente usados en la valoración de la exposición debido a su bajo coste. El uso de cuestionarios, diarios (que cumplimenta el propio sujeto) y técnicas de entrevista ofrece la posibilidad de estudiar la exposición acumulada a lo largo del tiempo, la cual es un parámetro importante, no incluida normalmente en las mediciones directas. Sin embargo, la relativamente baja exactitud y validez de los cuestionarios elaborados hasta ahora, hacen su uso debatible, especialmente para estudios retrospectivos. Así se considera que, normalmente, sólo pueden obtenerse valoraciones dicotómicas de la exposición.

Recientemente, se ha demostrado que los diarios y entrevistas poseen una validez considerablemente mayor a la de los cuestionarios. No obstante, la experiencia es, hasta ahora, limitada y no debe pasarse por alto la naturaleza subjetiva de la

información. Por tanto, los métodos de observación pueden ser un compromiso entre el alto coste de las mediciones directas y la baja validez y subjetividad de cuestionarios, diarios y entrevistas.

4.1. Valoración de la carga física mediante técnicas de observación

Los métodos basados en la observación del técnico, aunque mucho menos precisos que los basados en mediciones biomecánicas o fisiológicas, se han hecho muy populares en los últimos años, ya que no precisan de la inversión en equipos y permiten, generalmente, un análisis más rápido de la situación.

La mayoría de los métodos de observación propuestos aparecieron después de 1979 y se desarrollaron rápidamente. Estos métodos han sido desarrollados para 3 tipos de aplicaciones:

1. Métodos generales para valorar la exposición, aplicables a un gran rango de trabajos, como el OWAS (del que hablaremos más adelante), los cuales han sido bastante bien documentados, y se dispone de datos de referencia.
2. Métodos desarrollados para un grupo más reducido de ocupaciones, por ejemplo, industrias manufactureras, enfermería y trabajos en la construcción. Algunos de estos métodos tienen características similares a los métodos generales, y probablemente pueden ser aplicables a un ancho rango de ocupaciones, como el "REBA" (el cual también veremos en esta unidad), que se encuentra documentado en bastante profundidad.
3. Por último, hay métodos desarrollados para una ocupación específica (como por ejemplo, intérpretes del lenguaje de señas, trabajadores de supermercados) o para una región específica del cuerpo, generalmente, mano u hombro. Estos métodos han sido normalmente documentados sólo en relación con el estudio epidemiológico para el que fueron desarrollados.

La mayoría de estos métodos se centran en las posturas, ya que es uno de los factores de riesgo más comúnmente identificado. Las posturas de la espalda y los brazos son

registradas por la mayoría de ellos, debido a la frecuente ocurrencia de trastornos musculoesqueléticos en estas zonas corporales.

Algunos de ellos, como el OWAS o el REBA, incorporan la manipulación manual de cargas, registrada sólo por observación, o con la medición suplementaria de los pesos manipulados o de las fuerzas ejercidas, generalmente categorizados de 2 a 4 clases.

Vamos a ver a continuación, algunos de los más conocidos o utilizados en España.

4.2. Métodos para el registro de las posturas de trabajo mediante la observación

La mayoría de los métodos propuestos se basan en el registro de la posición adoptada, en el momento de la observación, por los distintos segmentos articulares. Ello exige analizar previamente las tareas y operaciones realizadas por la persona objeto del estudio, a fin de determinar el número total de observaciones a hacer y el momento del registro, de forma que se recojan de la manera más exacta posible las diversas posturas adoptadas por el trabajador. *Cuanto más variada sea la actividad, más complicado será el análisis, exigiendo un mayor número de observaciones.*

5. EL MÉTODO OWAS

El método finlandés OWAS (Ovako Work Posture Analyzing System) fue desarrollado entre 1974 y 1978 por la empresa Ovako Oy junto al Instituto Finlandés de Salud Laboral para la Industria Siderúrgica, y aplicado posteriormente a otras industrias y a Construcción.

Inicialmente, el método se basaba en la observación y registro de las posturas adoptadas por los segmentos corporales: tronco, extremidades superiores e inferiores.

En 1991 se publicó una versión informatizada del método que incluye el esfuerzo realizado o la carga manipulada⁹.

5.1. Códigos para el registro de las posturas

Para facilitar el registro, se asigna un dígito a cada una de las posturas observadas y al esfuerzo realizado. Cada postura del cuerpo está, por tanto, identificada por un código compuesto de 6 dígitos, tres correspondientes a las posturas de tronco, brazos y piernas, otro para la carga o fuerza realizada y otros dos complementarios que corresponden al asignado a la fase de trabajo en la que se ha hecho la observación.

Las posturas observadas son registradas mediante el sistema de códigos de la figura 5.

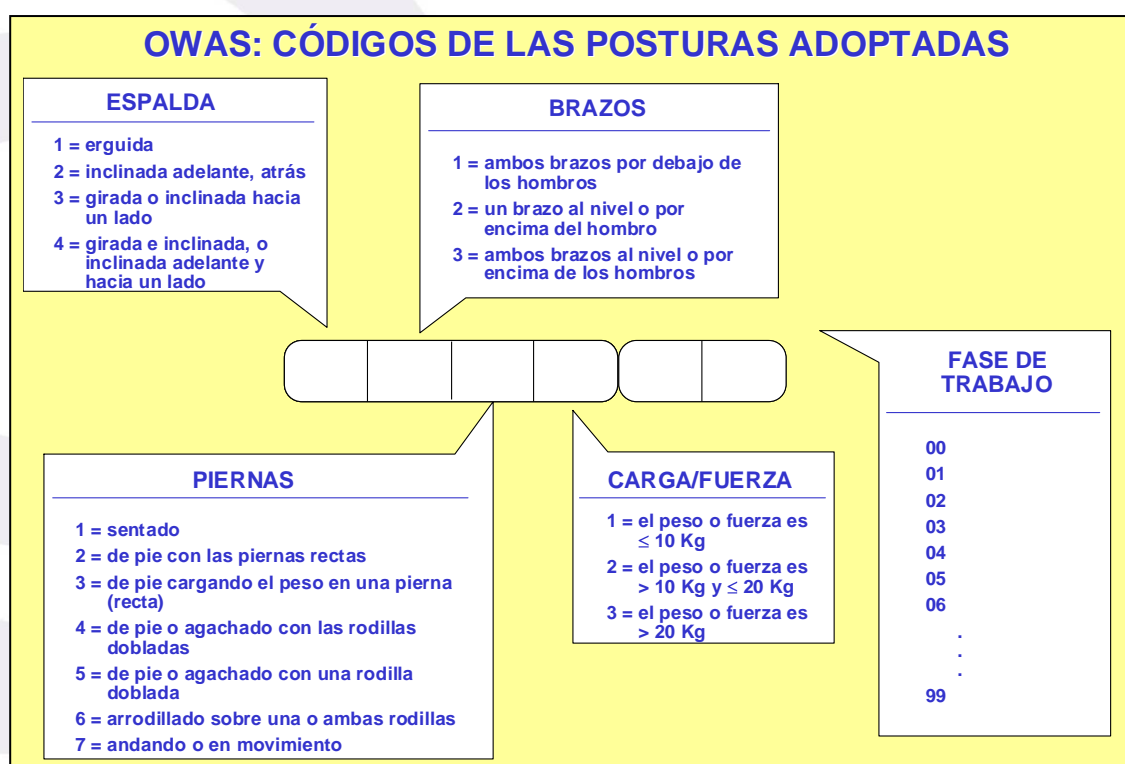


Figura 5: Códigos para el registro de las posturas y de la carga o fuerza realizada

⁹ Este método ha sido incluido en muchas aplicaciones informáticas desarrolladas posteriormente, como el ERGO-IBV.

En la 1ª casilla se anota la postura del tronco, en la 2ª la de los brazos, en la 3ª la de las extremidades inferiores, en la 4ª la carga o fuerza usada, y en la 5ª y 6ª la fase del ciclo de trabajo o tarea.

Para el registro debemos:

- 1º. Dirigir la mirada al trabajo para recoger la postura, fuerza y fase de trabajo,
- 2º. Desviar a continuación la mirada y registrar lo observado.

Evidentemente, antes de proceder al registro de las posturas debemos haber hecho un análisis del trabajo a fin de conocer sus fases, tareas y operaciones realizadas, y la duración de cada una de ellas. Así, podremos determinar, en función de lo repetitiva que sea la tarea, el número de observaciones que vamos a realizar y cada cuánto tiempo lo haremos.

5.2. Evaluación de las posturas registradas

La evaluación se realiza mediante la hoja representada en la figura 6. Esta hoja permite la evaluación de la carga de trabajo probable, correspondiente a la combinación de la postura de la espalda, brazos y piernas.

El procedimiento para hallar el valor de la evaluación sería:

- 1º) Situar el valor registrado para la espalda (1ª casilla de la figura 5) en la columna correspondiente.
- 2º) Para este valor, buscar en la segunda columna el correspondiente a la postura de los brazos.
- 3º) Sobre la primera fila de la tabla buscar el código relativo a la postura de las piernas.
- 4º) Para este último valor, situar el código del uso de fuerza sobre la fila correspondiente.
- 5º) El valor final de la evaluación estará en la casilla situada en el cruce la fila

obtenida en el paso 2º, con la columna obtenida en el paso 4º.

		CATEGORÍAS DE ACCIÓN SEGÚN LAS POSTURAS ADOPTADAS																					
ESPALDA	BRAZOS	1			2			3			4			5			6			7			PIERNAS
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	USO DE FUERZA
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	3	1	1	1	1	1	2	
2	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3	
	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	2	3	4	
	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	1	1	1	1	1	1	
	2	2	2	3	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	1	
	3	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1	
4	1	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	
	2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	
	3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	

Figura 6: Hoja para la evaluación de la categoría de acción a partir de las posturas y carga registradas

El valor final obtenido nos da la categoría de acción para cada una de las posturas registradas. Estas categorías son:

- ✚ **CATEGORÍA DE ACCIÓN 1:**
No se requieren medidas correctoras
- ✚ **CATEGORÍA DE ACCIÓN 2:**
Se requieren medidas correctoras en un futuro cercano
- ✚ **CATEGORÍA DE ACCIÓN 3:**
Se requieren medidas correctoras tan pronto como sea posible
- ✚ **CATEGORÍA DE ACCIÓN 4:**
Se requieren medidas correctoras inmediatas

Una vez hallamos concluido la evaluación de todas las posturas, podremos agruparlas en estas cuatro categorías, y elaborar así el plan de intervención en función de las

prioridades obtenidas, corrigiendo las posturas más forzadas, o actuando sobre aquellas otras situaciones que se repitan mucho a lo largo de la jornada.

5.3. Evaluación de la aceptabilidad de las posturas por el tiempo de exposición

El método OWAS también proporciona otra tabla para poder evaluar la aceptabilidad de la postura en función del tiempo de exposición.

Cuando la actividad es frecuente, aunque la carga sea ligera, el procedimiento de muestreo permite estimar la proporción de tiempo durante el que la espalda o las extremidades están en las diversas posturas observadas. Es posible evaluar la adecuación de estas posturas utilizando la figura 7, donde se dan las categorías de acción para las diversas posturas con relación al tiempo estimado de mantenimiento durante la jornada de trabajo.

ESPALDA	1 erguida	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	2 inclinada adelante	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	
	3 girada	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3	
	4 girada e inclinada	1	2	2	2	3	3	3	3	4	4	4
BRAZOS	1 ambos por debajo hombros	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	2 uno por encima hombro	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	
	3 ambos por encima hombros	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3	
PIERNAS	1 sentado	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	
	2 de pie con ambas piernas estiradas	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	
	3 de pie con una pierna estirada	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	
	4 ambas rodillas dobladas	1	2	2	2	3	3	3	3	4	4	4
	5 una rodilla doblada	1	2	2	2	3	3	3	3	4	4	4
	6 arrodillado	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3	
	7 andando	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	
% DEL TIEMPO DE TRABAJO		0	20	40	60	80	100					

Figura 7: OWAS - Valoración de la postura por el tiempo de exposición

5.4. Consejos para la aplicación del método

La observación de las posturas podría realizarse a partir de grabaciones en vídeo, pero siempre es recomendable que el vídeo esté apoyado por la observación directa, o mejor, que sea el vídeo el que complemente a ésta.

Se debe ser muy cauto a la hora de seleccionar los periodos de observación, asegurándonos que no sean una parte del propio ciclo de trabajo, especialmente cuando se trata de un trabajo muy repetitivo. Por ejemplo, si elegimos periodos de observación que coincidan con la primera mitad del ciclo de trabajo, estaremos recogiendo las posturas de esa fase, que pueden que sean distintas a las de la segunda parte del ciclo.

No obstante, en trabajos no cíclicos puede ser aconsejable elegir intervalos de muestreo iguales, de 30 o 60 segundos. Es aconsejable que los observadores se entrenen antes de aplicar el método, para asegurar la consistencia de las observaciones y que las **discrepancias sean inferiores al 10%**.

Los procedimientos tipo OWAS tienen varias limitaciones. La evaluación de las posturas se hace utilizando intervalos muy anchos de categorías; lo mismo ocurre con la estimación de las fuerzas.

Su gran utilidad está en la facilidad con que se pueden identificar las principales posturas inadecuadas. Es fácil de aprender y de usar; puede aplicarse en multitud de puestos de trabajo diferentes; además, alerta a las personas sobre aquellas situaciones más peligrosas.

Sin embargo, no debe ser empleado cuando las posturas forzadas impliquen a segmentos no considerados por el método, como es el caso de la cabeza. El método OWAS ha sido validado situaciones o tareas de riesgo para la zona lumbar derivado de las posturas de trabajo.

6. EL MÉTODO REBA

El método REBA (Rapid Entire Body Assessment) ha sido desarrollado por los ingleses Sue Hignett y Lynn McAtmney y publicado en el año 2000.

Su objetivo era confeccionar un instrumento sensible que recogiera todo tipo de posturas de trabajo, incluso aquellas más inhabituales como las que se pueden observar en ciertas actividades sanitarias (como por ejemplo, en el movimiento de enfermos) e industriales.

Otros objetivos definidos para su desarrollo fueron:

- Confeccionar un sistema de análisis de la postura que fuera sensible a los riesgos musculoesqueléticos en variedad de tareas.
- Dividir el cuerpo en segmentos que fueran codificados individualmente, referidos a los planos del movimiento.
- Proporcionar un sistema de codificación para la actividad muscular originada por posturas estáticas, dinámicas, cambiantes rápidamente o inestables.
- Reflejar que el acoplamiento es importante en la manipulación de cargas, pero que puede que no siempre sea vía las manos.
- Dar un nivel de acción con indicación de la prioridad o urgencia.
- Requerir un equipamiento mínimo – lápiz y papel.

6.1. Contenidos y procedimiento para la aplicación del método

Para la evaluación del riesgo por las posturas de trabajo, el método incluye los siguientes aspectos:

- Las posturas del tronco, cuello y piernas (Grupo A).
- Las posturas de los brazos (izquierdo y derecho), de los dos antebrazos y de las muñecas (Grupo B).

- La carga o fuerza realizada, cuya puntuación se suma a la resultante del Grupo A.
- El acoplamiento de las manos u otras partes del cuerpo con la carga, que se suma a la puntuación resultante del Grupo B.
- La actividad muscular de las distintas partes del cuerpo (estática, repetitiva o con cambios rápidos en las posturas), que se suma a la puntuación C obtenida.

En la figura 8 se recoge la hoja final resultante de la evaluación.

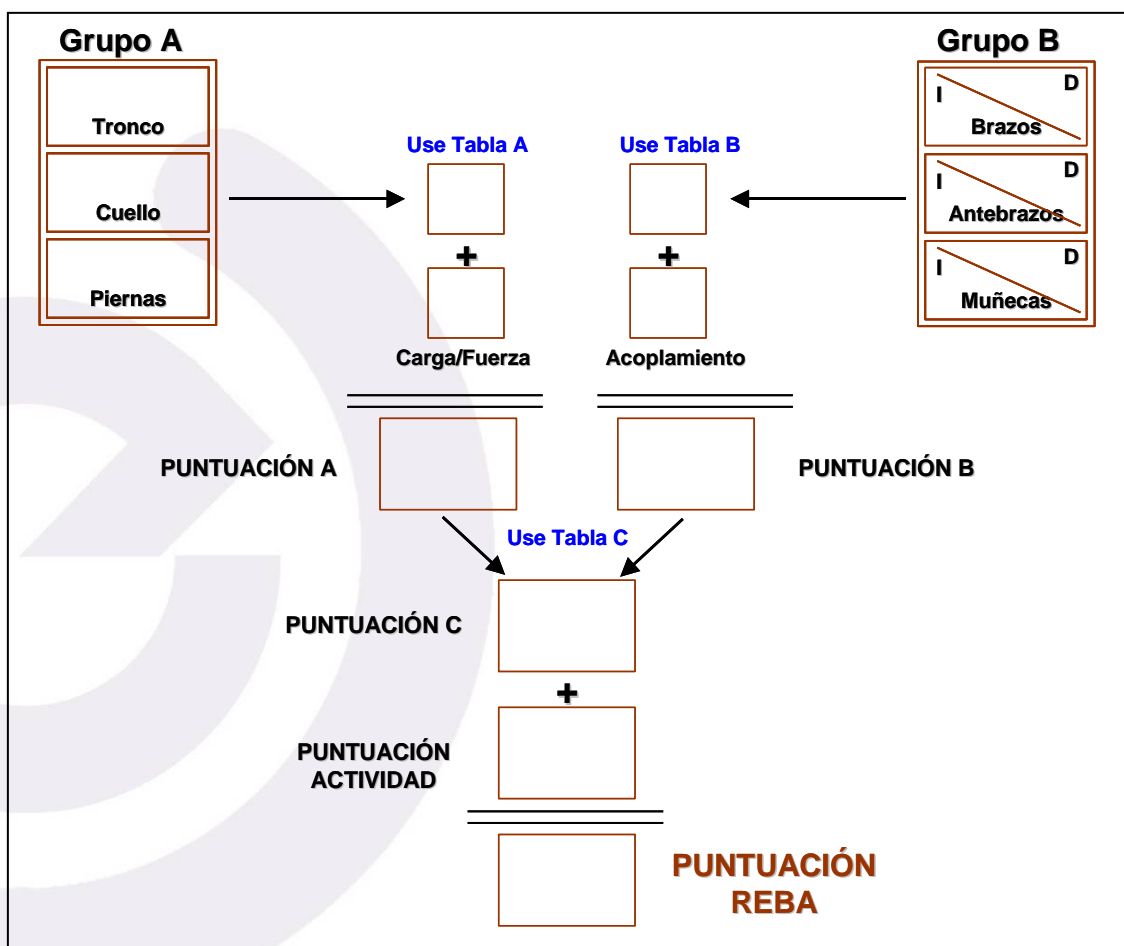


Figura 8: Hoja de puntuación REBA

En cuanto al procedimiento a emplear para la evaluación, es necesario comenzar con un análisis detallado de la tarea, como siempre que se realiza una evaluación ergonómica de estos aspectos.

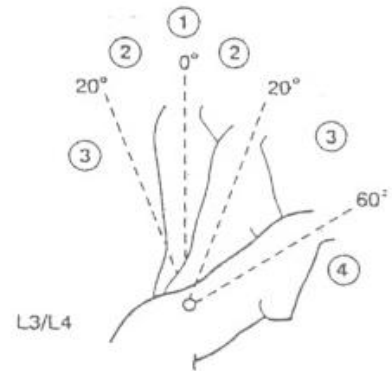
Una vez conocida la tarea, es necesario determinar los momentos a observar. El método puede ser empleado, tanto sobre imágenes grabadas de la actividad, como sobre el terreno. Si se emplea sobre imágenes grabadas, habrá de procurarse grabar desde más de un ángulo para evitar zonas ocultas y para poder visualizar los ángulos adoptados con el menor error posible.

6.2. Puntuación de las posturas de los grupos A y B

En primer lugar, observamos las posturas adoptadas por el Grupo A: tronco, cuello y piernas y las anotamos en las casillas correspondientes de la hoja de puntuación (figura 8). Para calcular las puntuaciones parciales de cada segmento corporal se emplean las recogidas en la figura 9.

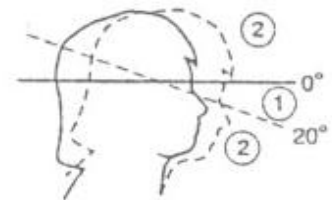
TRONCO

MOVIMIENTO	PUNTUACIÓN	Cambio en la puntuación:
Erguido	1	+ 1 si está girado o inclinado hacia un lado
0° - 20° flexión 0° - 20° extensión	2	
20° - 60° flexión > 20° extensión	3	
> 60° flexión	4	



CUELLO

MOVIMIENTO	PUNTUACIÓN	Cambio en la puntuación:
0° - 20° flexión	1	+ 1 si está girada o inclinada hacia un lado
> 20° flexión, o en extensión	2	



PIERNAS

POSICIÓN	PUNTUACIÓN	Cambio en la puntuación:
Apoyo bilateral del peso, andando o sentado	1	+ 1 si la rodilla/s está entre 30°- 60° de flexión + 2 si la rodilla/s están flexionadas >60° (excepto para sentado)
Apoyo unilateral del peso Una pierna alzada o una postura inestable	2	

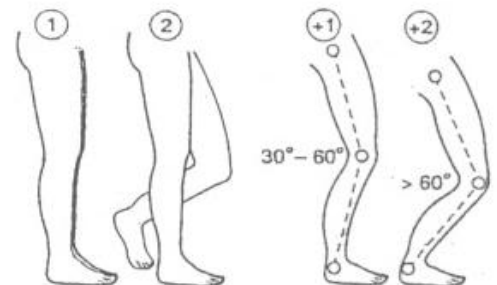


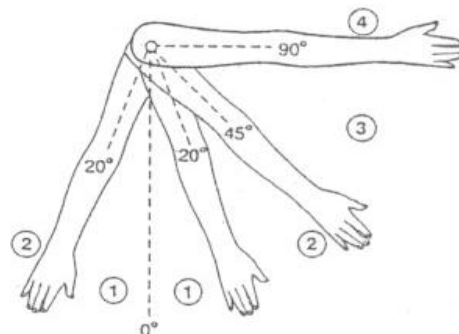
Figura 9: Puntuaciones parciales del Grupo A: tronco, cuello y piernas

A continuación, se observan las posturas adoptadas en el mismo instante por las extremidades superiores o Grupo B, (brazos, antebrazos y muñecas), y se calcula la puntuación parcial, anotándose el resultado en la Hoja de puntuación REBA (fig. 8). Es

posible anotar sólo las posturas de la extremidad comprometida en la acción (izquierda o derecha). En la figura 10 se recogen las puntuaciones parciales para el grupo B.

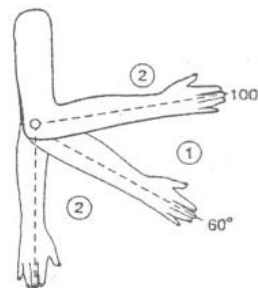
BRAZOS

POSICIÓN	PUNTUACIÓN	Cambio en la puntuación:
20° extensión a 20° flexión	1	+ 1 si el brazo está:
>20° extensión 20° - 45° flexión	2	+ 1 si el hombro está levantado
45° - 90° flexión	3	- 1 si el brazo está apoyado, o su peso sostenido, o ayudado por la gravedad
> 90° flexión	4	



ANTEBRAZOS

MOVIMIENTO	PUNTUACIÓN
60° - 100 ° flexión	1
< 60° flexión, o > 100° extensión	2



MUÑECAS

MOVIMIENTO	PUNTUACIÓN	Cambio en la puntuación:
0° - 15° flexión/ extensión	1	+ 1 si la muñeca está desviada o girada
> 15° flexión/ extensión	2	

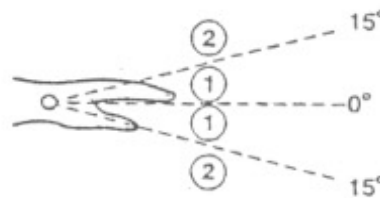


Figura 10: Tablas para las puntuaciones del Grupo B: brazos, antebrazos y muñecas

La puntuaciones registradas para los distintos segmentos corporales de los Grupos A y B son pasadas a las correspondientes tablas para el cálculo de la puntuación final de cada grupo (Ver tablas 2 y 3). Las puntuaciones resultantes son anotadas en la Hoja de Puntuación (figura 8).

Tabla 2: Cálculo de la puntuación final de las posturas del Grupo A

Tronco	Cuello												Piernas
	1				2				3				
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6	
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	

Sobre la tabla, se sitúa primero la puntuación obtenida para el tronco (1ª columna); eso nos da la fila en la que estará la puntuación resultante. A continuación situamos la del cuello (1ª fila), y para esa puntuación la de las piernas; el valor final de la tabla A estará en el cruce de esta columna con la fila correspondiente al valor de la postura del tronco.

Tabla 3: Cálculo de la puntuación final de las posturas del Grupo B

Brazos	Antebrazos						Muñecas
	1			2			
	1	2	3	1	2	3	
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	

De igual modo al empleado en la tabla 2, situamos primero la postura de los brazos para obtener la fila en la que estará el valor resultante, luego situamos los antebrazos y para ese valor el de las muñecas para obtener la columna, cruzamos con la fila obtenida con los brazos y obtenemos el valor correspondiente al grupo B.

6.3. Cálculo de las puntuaciones A, B, C y REBA

A la puntuación obtenida mediante la tabla 2 para el conjunto de las posturas del Grupo A se le suma el valor correspondiente a la Carga o fuerza realizada. Este valor se recoge en la tabla 4. Así obtenemos la Puntuación A que se anotará en la Hoja de Puntuación REBA.

Tabla 4: Puntuación de la Carga o Fuerza realizada

0	1	2	+ 1
< 5 Kg	5 – 10 Kg	> 10 Kg	Sacudidas o aumento rápido de la fuerza

Por otro lado, se calcula la puntuación correspondiente al acoplamiento de la mano, o de la zona corporal que interaccione con la carga (Ver tabla 5), y se suma a la puntuación parcial obtenida para el Grupo B, mediante la tabla 3. Así obtenemos la puntuación B.

Tabla 5: Puntuación del Acoplamiento de la mano o del cuerpo con la carga

0 Bueno	1 Regular	2 Malo	3 Inaceptable
Agarre bien adaptado y en un rango medio, agarre de fuerza	Agarre aceptable pero no ideal o el acoplamiento es aceptable vía otra parte del cuerpo	Agarre no aceptable aunque posible	Forzado, agarre peligroso, sin asas El acoplamiento es inaceptable usando otras partes del cuerpo

Las puntuaciones A y B obtenidas se llevan a la tabla 6 para hallar el valor de la puntuación C.

Tabla 6: Cálculo de la puntuación C

		Puntuación B											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
P U N T U A C I Ó N 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

Por último, a la puntuación C obtenida mediante la tabla 6 se le suma, si ha lugar, la puntuación correspondiente a la actividad muscular (ver tabla 7), para obtener la puntuación REBA, o puntuación definitiva.

Tabla 7: Puntuación correspondiente a la actividad

+ 1	1 ó más partes del cuerpo tienen estatismo; Ej. Mantenimiento más de 1 min
+ 1	Acciones de pequeño rango repetidas; ej. Repetidas más de 4 veces/ min (no incluir el andar)
+ 1	Acción que causa cambios rápidos de gran rango en las posturas o en una base inestable

6.4. Niveles de riesgo y acciones a realizar

De la puntuación final REBA se obtienen los niveles de riesgo correspondientes al momento evaluado. El método clasifica el riesgo en 5 categorías: insignificante, bajo, medio, alto y muy alto.

Estos niveles de riesgo conllevan 5 niveles de acción: desde un nivel 0 (puntuación REBA igual a 1) que significa que no es necesaria realizar ninguna acción, a un nivel 4 (puntuación de 11 a 15) que significa que hay que realizar acciones inmediatas.

En la tabla 8 se recogen estos diferentes niveles de acción de acuerdo a la puntuación obtenida.

Tabla 8: Niveles de acción

Nivel de Acción	Puntuación REBA	Nivel de riesgo	Acción (Incluyendo evaluación adicional)
0	1	Insignificante	Ninguna
1	2 - 3	Bajo	Puede ser necesaria
2	4 - 7	Medio	Necesaria
3	8 - 10	Alto	Necesaria pronto
4	11 - 15	Muy alto	Necesaria ahora

Puesto que no habremos evaluado un único instante de la actividad sino varios, podremos determinar cuáles son los momentos de mayor riesgo y priorizar las intervenciones.

7. CRITERIOS DE REFERENCIA PARA LAS POSTURAS DE TRABAJO

Muchos de los estudios, realizados hasta la fecha sobre la asociación de determinadas posturas y los TME, han finalizado en la propuesta de valores de referencia para la posición de los segmentos articulares.

Aunque no hay unanimidad entre los autores sobre estos valores, ya que, a veces se han basado en criterios distintos, han sido objeto de normalización por los comités de ISO y de CEN, como ya vimos en la unidad 5.6 de la parte común de este curso.

Estas normas son la ISO 11226: 2000 "Ergonomics – Evaluation of static working postures" y la UNE-EN 1005-4: 2005 "Seguridad de las máquinas. Comportamiento físico del ser humano. Evaluación de las posturas y movimientos de trabajo en relación

con las máquinas". Ambas difieren poco entre sí; las dos diferencias más importantes son:

- 1º) El campo de aplicación: el de ISO es para todo tipo de puestos, mientras que la UNE-EN es de aplicación a trabajos con máquinas
- 2º) Mientras ISO sólo evalúa la posición de los segmentos corporales y el tiempo de mantenimiento de la postura, UNE-EN tiene en cuenta también el número de veces en que se adopta, es decir, la repetición de la postura.

De estas dos normas, vamos a hablar de la primera, pues su campo de aplicación es más amplio que el de la norma europea.

7.1. Valores de referencia para las posturas de trabajo contenidos en la norma técnica ISO 11226: 2000

La norma ISO 11226: 2000 "Ergonomics - Evaluation of static working postures" tiene como objetivo evaluar las posturas de trabajo estáticas. Por ello, recomienda que las tareas y operaciones proporcionen suficiente **variación** tanto física como mental. Esto significa que todo trabajo tenga una suficiente variedad de tareas (por ejemplo, un número adecuado de tareas organizadas, una combinación apropiada de tareas de ciclos largos, medios y cortos, y una distribución equilibrada de tareas sencillas y complejas), suficiente autonomía, y posibilidades para la comunicación, la información y el aprendizaje.

Debe haber suficiente variación entre las posiciones sentada, de pie y andando. Deben evitarse las posturas forzadas, tales como arrodillado o en cuclillas.

La norma propone un procedimiento para determinar si una postura es aceptable o no. Este procedimiento analiza por separado varios segmentos corporales y articulaciones en uno o dos pasos. En el primero, se consideran sólo los ángulos articulares, para los que se recomiendan valores basados principalmente en el riesgo de sobrecarga de las estructuras pasivas del cuerpo, como ligamentos, cartílagos y discos intervertebrales.

El resultado de la evaluación puede ser **“aceptable”**, **“ir al paso 2”**, o **“no recomendado”**.

Si el resultado es **“aceptable”**, significa que la postura lo es sólo si también hay VARIACIÓN de la postura. Si éste no fuera el caso, deberán tomarse medidas para que la postura de trabajo esté lo más cerca posible de la neutral, es decir, tronco erguido, brazos colgando libremente y mirando al frente sin forzar la posición de la cabeza.

Si el resultado de la evaluación es **“ir al paso 2”** deberá tenerse en cuenta el tiempo de mantenimiento de la postura. (Las recomendaciones incluidas en la norma están basadas en datos sobre el tiempo de aparición de la fatiga muscular).

Las posiciones extremas de las articulaciones deberán evaluarse como **“no recomendado”**. (En la norma se recogen las halladas más habitualmente en la práctica).

7.1.1. Determinación de las posturas de trabajo

Existen varios modos para determinar las posturas de trabajo: por observación, mediante fotografías o vídeos, con sistemas de medida tridimensionales optoelectrónicos o ultrasonidos, o con dispositivos de medida acoplados al cuerpo, como inclinómetros y goniómetros. El método más apropiado dependerá, entre otras cosas, de la precisión requerida por la evaluación. En la mayoría de los casos, bastará la observación directa (sin dispositivos o sistemas de medida). Sin embargo, para una evaluación más precisa será necesario usar dispositivos o sistemas de medición.

El Anexo A de la norma recoge un procedimiento para determinar los diferentes parámetros posturales utilizando sistemas de medida bidimensionales y tridimensionales.

7.1.2. Evaluación de las posturas de trabajo

A) Postura del tronco:

Paso 1: La postura del tronco se evalúa considerando los siguientes aspectos (Ver la tabla 9):

TABLA 9: CRITERIOS DE VALORACIÓN PARA LA POSTURA DEL TRONCO			
Característica postural	ACEPTABLE	IR AL PASO 2	NO RECOMENDADO
1) Postura del tronco simétrica (a) No Sí	 X		 X
2) Inclinación del tronco α (b) > 60° 20°-60° sin apoyo total del tronco 20°-60° con apoyo total del tronco 0° - 20° < 0° sin apoyo total del tronco < 0° con apoyo total del tronco	 X X X	 X 	 X
3) Para posición sentada: Postura de la zona lumbar convexa (c) No Sí	 X		 X

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

(b) El ángulo α viene determinado por la postura del tronco durante la realización de la tarea (trazo continuo) con respecto a la postura de referencia línea punteada). En el caso de la figura α tiene signo positivo (Ver figura 11).

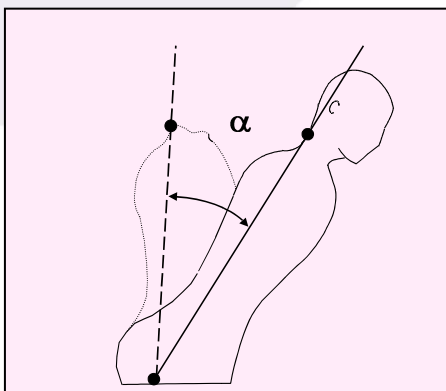


Figura 11: Definición del ángulo α de inclinación del tronco

(c) *Curvatura convexa de la zona lumbar de la columna vertebral. Esta postura se da a menudo cuando: 1º) la zona lumbar no se apoya en un respaldo, y 2º) cuando se adopta un ángulo de cadera pequeño.*



Figura 12: Modificación de la curvatura lumbar

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 de mantenimiento máximo aceptable	X	

El tiempo máximo aceptable de mantenimiento de la inclinación dependerá del ángulo adoptado y del tiempo en que se mantenga. En el gráfico de la figura 13 se representan estos tiempos límites.

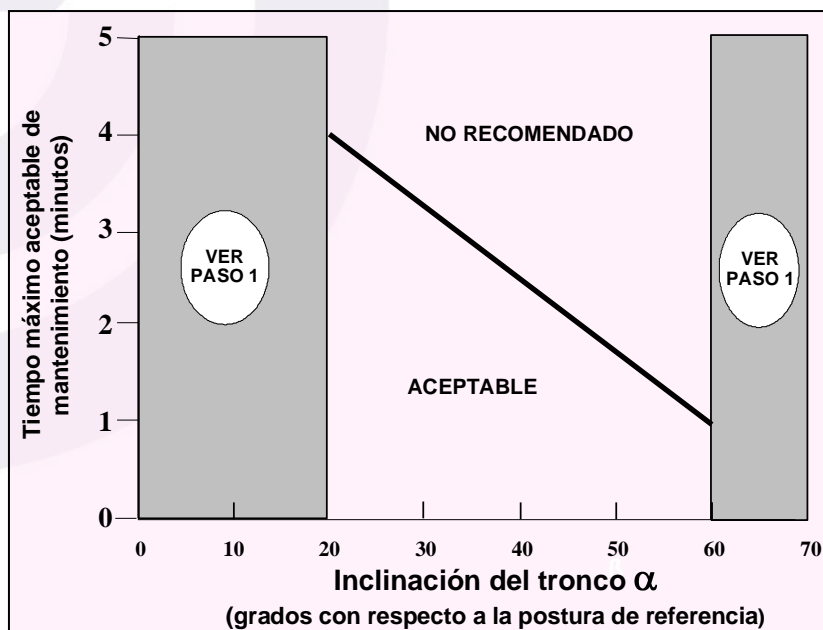


Figura 13: Valoración del tiempo de mantenimiento de la postura del tronco

B) POSTURA DE LA CABEZA

Paso 1:

La postura de la cabeza debe evaluarse considerando tanto la inclinación de la cabeza (ítem 2 de la tabla 10), como la postura de la cabeza con respecto a la postura del tronco (ítems 1 y 3).

TABLA 10: CRITERIOS DE VALORACIÓN PARA LA POSTURA DE LA CABEZA			
Característica postural	ACEPTABLE	IR AL PASO 2	NO RECOMENDADO
1) Postura del cuello simétrica ^(a) No Sí	 X		 X
2) Inclinación de la cabeza β ^(b) > 85° 25°-85° sin apoyo total del tronco ^(c) : ir al ítem 3 25°-85° con apoyo total del tronco 0° - 25° < 0° sin apoyo total de la cabeza < 0° con apoyo total de la cabeza	 X X	 X	 X
3) Flexión/extensión del cuello ($\beta - \alpha$) ^(b) > 25° 0° - 25° < 0°	 X		 X

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

(b) El ángulo β viene determinado por la postura de la cabeza durante la realización de la tarea (trazo continuo) con respecto a la postura de referencia (línea punteada). En el caso de la figura siguiente, β tiene signo positivo.

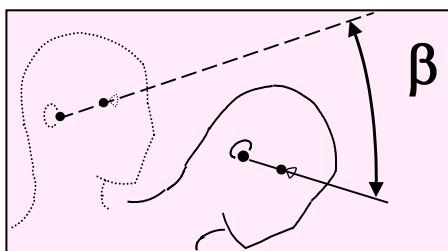


Figura 14: Definición del ángulo β de inclinación de la cabeza

Hablamos de **flexión del cuello** cuando la diferencia " $\beta - \alpha$ " es positiva, y de **extensión del cuello** cuando es negativa (α es el ángulo de inclinación del tronco).

- (c) Para una determinada inclinación de cabeza y de tronco, el tiempo en que éste se mantiene inclinado es crítico, porque el tiempo máximo de mantenimiento aceptable para el tronco es menor que el tiempo máximo aceptable para la cabeza. En el caso de apoyo total del tronco, el tiempo de mantenimiento de la inclinación de la cabeza es crítico y deberá ser evaluado.

Paso 2:

Se debe evaluar el tiempo de mantenimiento de la inclinación de la cabeza. Para ello se tendrán en cuenta los límites aceptables propuestos en el gráfico de la figura 15:

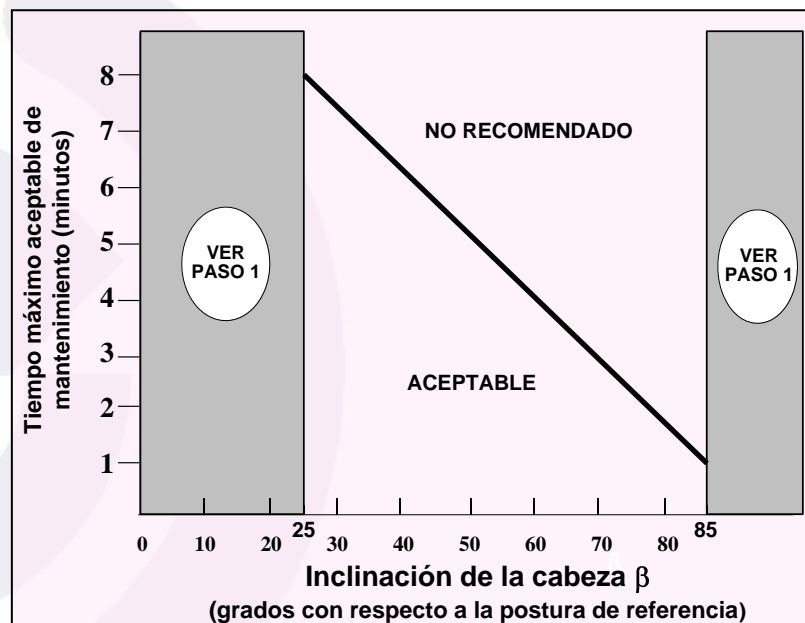


Figura 15: Valoración del tiempo de mantenimiento de la postura de la cabeza

C) POSTURA DE LA EXTREMIDAD SUPERIOR

▶ POSTURA DEL HOMBRO Y DEL BRAZO

Paso 1:

Debe evaluarse la postura del hombro y del brazo aplicando la tabla 11:

TABLA 11: CRITERIOS DE VALORACIÓN PARA LA POSTURA DEL HOMBRO Y DEL BRAZO			
Característica postural	ACEPTABLE	IR AL PASO 2	NO RECOMENDADO
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 16 se representa la **retroflexión** (codo por detrás del tronco, cuando miramos el cuerpo de perfil), la **aducción** (codo no visible cuando miramos desde detrás del tronco) y la **rotación externa extrema** del brazo (la rotación del hombro realizada hacia fuera alrededor del eje longitudinal del brazo).

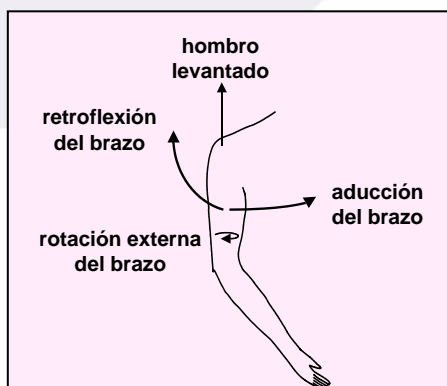


Figura 16: Algunas posturas no recomendables para el brazo

(b) El ángulo γ viene determinado por la postura durante la ejecución de la tarea (en trazo oscuro) con respecto a la postura de referencia (línea discontinua).

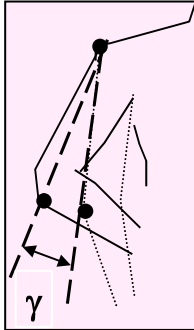


Figura 17: Definición del ángulo γ para la evaluación de la postura del brazo

Paso 2:

Se evalúa el tiempo de mantenimiento de la elevación del brazo teniendo en cuenta el gráfico representado en la figura 18:

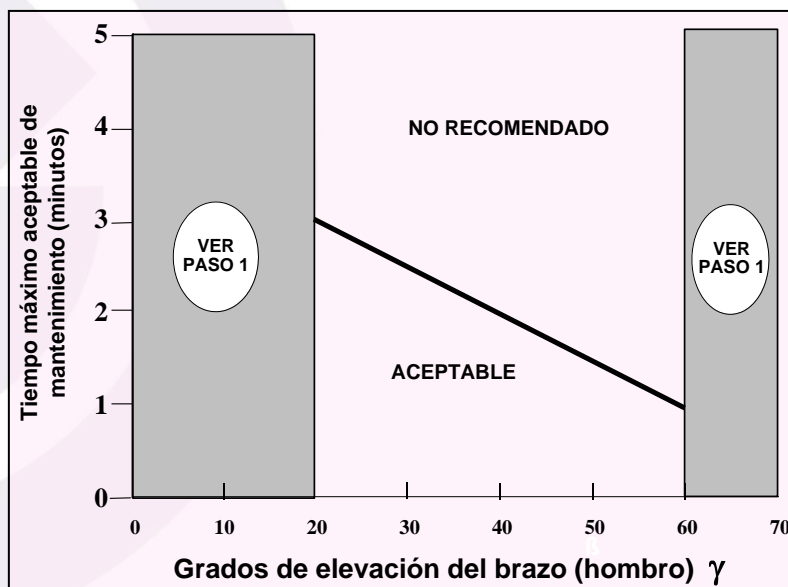


Figura 18: Valoración del tiempo de mantenimiento de la postura del hombro

► Postura del antebrazo y de la mano

Paso 1:

Se evaluarán las posturas de antebrazo y mano teniendo presente los puntos 1, 2 y 3 contemplados en la tabla 12:

TABLA 12: CRITERIOS DE VALORACIÓN PARA LA POSTURA DEL ANTEBRAZO Y DE LA MANO		
Característica postural	ACEPTABLE	NO RECOMENDADO
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 19		
^(b) Abducción radial/cubital y/o flexión/extensión de la muñeca		

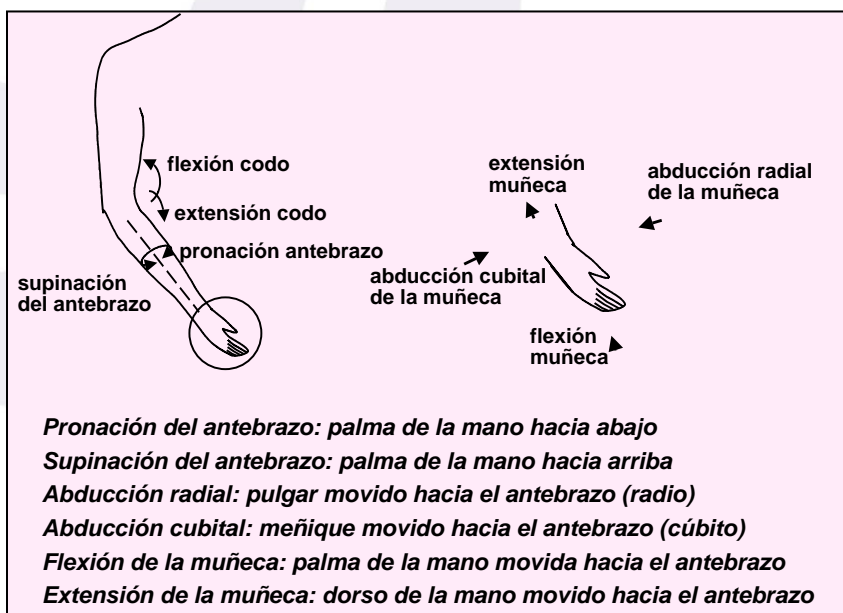


Figura 19: Definición de algunas posturas del antebrazo y de la mano

D) Postura de la extremidad inferior

Paso 1: La postura de la extremidad inferior se evalúa de acuerdo a la tabla 13. El ítem 3 de la tabla se refiere sólo a la posición de pie, excepto cuando se utiliza un "apoyo de pie" (esto es, un dispositivo que permite descansar parte del peso del cuerpo en un pequeño asiento, mientras se permanece de pie). El ítem 4 de la tabla se refiere sólo a la posición "sentado".

Se deberá prestar una atención especial en proporcionar: 1º) una distribución equilibrada del peso del cuerpo sobre ambos pies cuando se está de pie o se usa un "apoyo de pie"; 2º) un apoyo adecuado del cuerpo mediante un asiento estable, un reposapiés, o un "apoyo de pie", sea cualquiera el que se aplique; y 3º) una posición favorable del tobillo y de la rodilla cuando se acciona un pedal estando sentado.

TABLA 13: CRITERIOS DE VALORACIÓN PARA LA POSTURA DE LA EXTREMIDAD INFERIOR		
Característica postural	ACEPTABLE	NO RECOMENDADO
1) Flexión extrema de la rodilla ^(a) No Sí	X	X
2) Dorsiflexión/flexión plantar extrema del tobillo ^(a) No Sí	X	X
3) Estando de pie (excepto cuando se use un apoyo de pie): Rodilla flexionada ^(b) No Sí	X	X
4) Estando sentado: Ángulo de la rodilla ^(c) > 135° 90° - 135 ° < 90°	X	X^(d) X
^(a) Ver figura 20 ^(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		

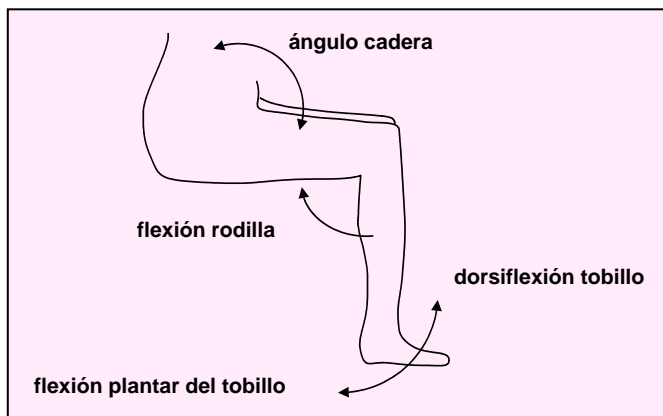


Figura 20: Algunas posturas de la extremidad inferior

7.1.3. Procedimiento para determinar las posturas de trabajo

La norma ISO 11226: 2000, en su anexo A, incluye un procedimiento para medir la inclinación del tronco y de la cabeza, la flexión/extensión del cuello y la elevación del brazo, basado en el uso del vídeo o de la fotografía (medidas bidimensionales) y/o, mediante sistemas de medición optoelectrónicos tridimensionales o por ultrasonidos. También contempla el uso de un goniómetro para determinar posiciones extremas de algunas articulaciones.

Para aplicar este procedimiento deben marcarse dos puntos en cada uno de los segmentos corporales afectados; para lo cual se requiere que: 1º) los puntos estén relacionados con el segmento corporal, 2º) que sean detectables por el sistema de medida, y 3º) que no estén muy próximos uno del otro (con el objeto de reducir el error de la medición). Lo principal es que se empleen los mismos puntos en la medición de la postura de referencia y en la de trabajo. La norma propone el empleo de unos determinados puntos, pero podrían emplearse otros, siempre que se cumplan los requisitos anteriores.

► Procedimiento para medir la inclinación del tronco, de la cabeza y la flexión/ extensión del cuello

Los segmentos tronco y cabeza se definen por una línea recta que pasa por dos puntos situados en el segmento, visto desde un lado del cuerpo.

El procedimiento comienza por marcar dos puntos de medida en el tronco, por ejemplo, en el eje superior del trocánter mayor (señalado en la figura 17 como T_1), y en el proceso espinoso de la vértebra 7ª cervical (señalado como T_2), junto con dos puntos en la cabeza, por ejemplo, junto al lóbulo de la oreja (H_1) y al raballo del ojo (H_2).

A continuación, se mide el ángulo formado por la vertical y la línea a lo largo del segmento corporal ($T_1 - T_2$ para el tronco, $H_1 - H_2$ para la cabeza) en la postura de referencia¹⁰. (Ver figura 21).

El siguiente paso es medir el ángulo formado por la vertical y la línea que pasa por el mismo segmento ($T_1 - T_2$ para el tronco, $H_1 - H_2$ para la cabeza) en la postura adoptada durante la ejecución de la tarea.

Por último, la inclinación del segmento corporal (denominada α para el tronco y β para la cabeza) es calculada como la diferencia entre el ángulo en la postura de referencia y el ángulo en la postura de trabajo.

La flexión/extensión del cuello (es decir, la posición de la cabeza con respecto al tronco) es la diferencia entre la inclinación de la cabeza y la inclinación del tronco (señalada como $\alpha - \beta$).

¹⁰ La postura de referencia se define como una postura de pie o sentada, con el tronco erguido, no girado, los brazos colgando libremente, mirando al frente sobre la horizontal. Para determinar esta horizontal: 1º) se mide la altura de los ojos, 2º) se coloca una marca sobre la pared a la altura medida y se le pide al sujeto que mire la marca.

En la figura 21 se ilustra un ejemplo en el que aparece la postura de referencia (en trazo claro de puntos), la postura adoptada durante la ejecución de la tarea (en trazo continuo más oscuro).

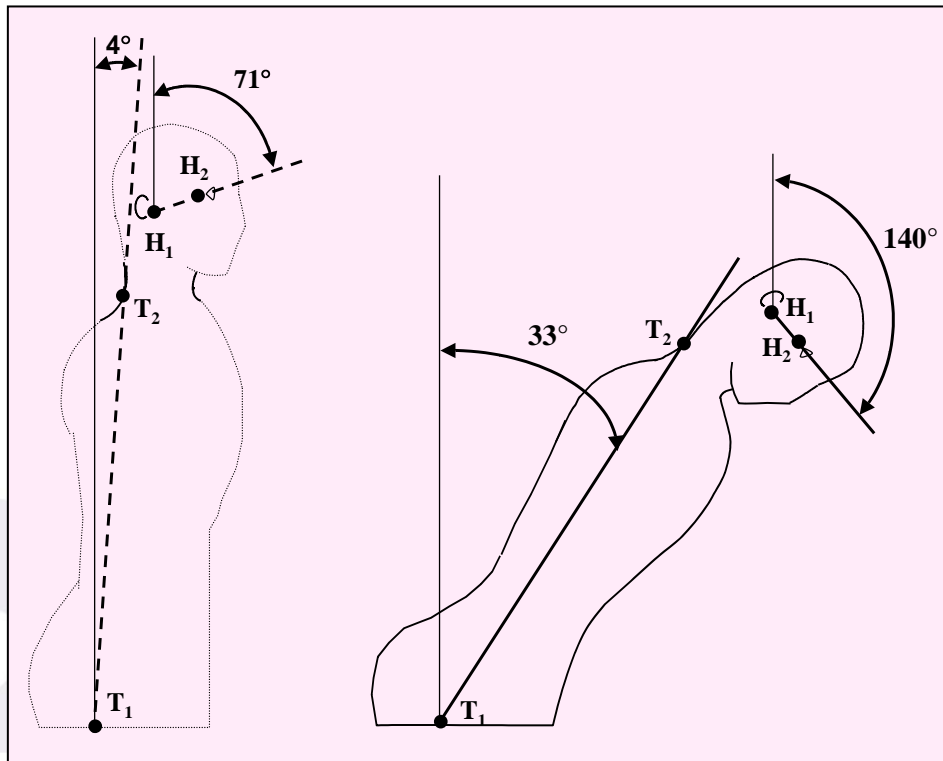


Figura 21: Medición de los ángulos de inclinación de la cabeza y del tronco en la postura de referencia y en la de trabajo

El ángulo entre la vertical y la línea del segmento del tronco $T_1 - T_2$ (línea discontinua) en la postura de referencia es 4° , mientras que el ángulo entre la vertical y la línea $T_1 - T_2$ (línea continua) en la postura de trabajo es 33° . Por tanto, la inclinación del tronco α es igual a:

$$\alpha = 33^\circ - 4^\circ = 29^\circ$$

El ángulo entre la vertical y la línea del segmento de la cabeza $H_1 - H_2$ (línea discontinua) en la postura de referencia es 71° , mientras que el ángulo entre la vertical y la línea $H_1 - H_2$ (línea continua) en la postura de trabajo es 140° . Por tanto, la inclinación de la cabeza es igual a:

$$\beta = 140^\circ - 71^\circ = 69^\circ$$

La flexión del cuello, es decir, la inclinación de la cabeza menos la inclinación del tronco ($\beta - \alpha$) es igual a:

$$\beta - \alpha = 69^\circ - 29^\circ = 40^\circ$$

► Procedimiento para medir la elevación del brazo

El procedimiento comienza por marcar dos puntos en el brazo, por ejemplo en la articulación acromio-clavicular (señalada en la figura como A_1) y la húmero-radial (A_2). El segmento "brazo" es definido como una línea recta que pasa por ambos puntos.

Los pasos siguientes se refieren a ángulos reales, es decir, que no dependen desde donde miremos al realizar la medición. El primer paso consiste en medir el ángulo entre la vertical y la línea que pasa a lo largo del brazo ($A_1 - A_2$) en la postura de referencia (Ver figura 22). El segundo paso es medir el ángulo entre la vertical y la línea del brazo en la postura adoptada durante la tarea. Por último, se calcula la elevación del brazo como la diferencia entre el ángulo en la postura de referencia y el ángulo en la postura de trabajo (al que hemos denominado γ anteriormente).

Veamos un ejemplo.

La figura 22 muestra la postura de referencia (línea de puntos más clara), así como la postura durante la ejecución de la tarea (línea continua más oscura). También aparece dibujada la línea vertical que emplearemos para las mediciones.

En la postura de referencia, el ángulo entre la vertical y la línea discontinua ($A_1 - A_2$) es 12° , mientras que el ángulo en la postura de trabajo, entre la vertical y la línea continua, es 21° . Por tanto, el ángulo de elevación del brazo (γ) es igual a:

$$\gamma = 21^\circ - 12^\circ = 9^\circ$$

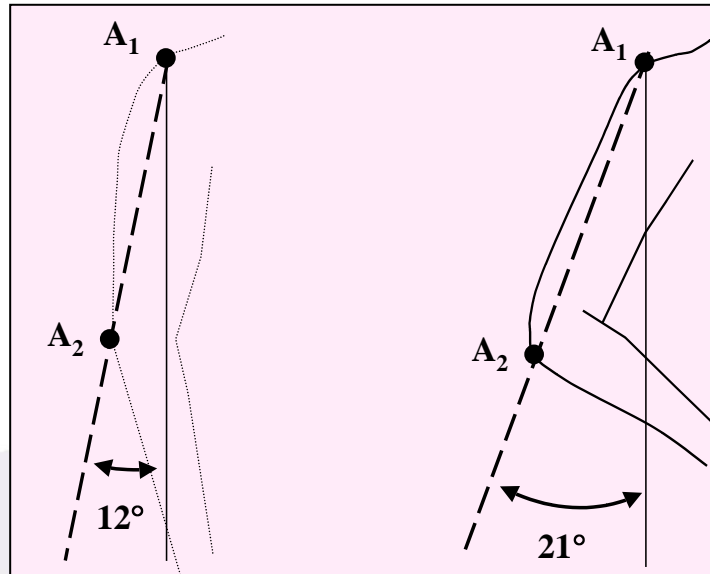


Figura 22: Medición de los ángulos de elevación (abducción en la figura) del hombro en la postura de referencia y en la de trabajo

7.1.4. Posiciones extremas de las articulaciones

En bastantes articulaciones se puede observar si se adoptan posiciones extremas durante la ejecución de la tarea. También, se le puede preguntar al trabajador implicado si siente resistencia en la articulación durante una cierta operación, o si podría desplazar aún más la articulación hasta sentir esa resistencia, ya que los trabajadores pueden apreciar muy bien si una tarea u operación fuerza la articulación a una postura extrema o no.

Para una medida más precisa de los ángulos articulares se emplean **goniómetros** (instrumentos de medición de ángulos). Tales instrumentos permiten medir tanto la posición real de la articulación mientras se realiza la tarea, como cuantificar las posiciones articulares extremas del trabajador implicado.

Existe una considerable variabilidad en los rangos de valores de los movimientos articulares recogidos en las publicaciones científicas. Basándose en esta literatura, la

norma proporciona algunas indicaciones de los límites del rango de movimientos para aquellas posiciones extremas de las articulaciones mencionadas en la norma. En la tabla 14 se recogen estos valores límites.

TABLA 14: VALORES LÍMITES DEL MOVIMIENTO ARTICULAR	
PARÁMETRO POSTURAL	RANGO DEL MOVIMIENTO
Rotación externa del brazo	90°
Flexión del codo	150°
Extensión del codo	10°
Pronación del antebrazo	90°
Supinación del antebrazo	60°
Abducción radial de la muñeca	20°
Abducción cubital de la muñeca	30°
Flexión de la muñeca	90°
Extensión de la muñeca	90°
Flexión de la rodilla	40°
Dorsiflexión del tobillo	20°
Flexión plantar del tobillo	50°

7.1.5. Evaluación de los regímenes tiempo de mantenimiento – tiempo de recuperación

Existen muchas maneras de evaluar los regímenes tiempo de mantenimiento – tiempo de recuperación, por ejemplo, basadas en datos de resistencia muscular, en la fisiología del disco intervertebral, o en la fisiología muscular. Si bien la norma recomienda consultar a un experto para evaluar estos regímenes, incluye cuál es la información previa que sería necesario proporcionar al experto consultado para evaluar los regímenes mantenimiento- descanso basados en datos de resistencia.

BIBLIOGRAFÍA

- ▶ AGENCIA EUROPEA PARA LA SEGURIDAD Y LA SALUD EN EL TRABAJO: *Hojas informativas electrónicas: FACTS*. Disponible en Web: <http://osha.europa.eu/es/publications/factsheets>. [Consulta: 27 de enero de 2011].
 - Número 71: Introducción a los trastornos musculoesqueléticos de origen laboral
 - Número 72: Trastornos musculoesqueléticos de origen laboral en el cuello y en las extremidades superiores
 - Número 73: Riesgos asociados a la manipulación manual de cargas en el lugar de trabajo
 - Número 75: Trastornos musculoesqueléticos de origen laboral: de vuelta al trabajo
- ▶ BERNARD, B. et al. (1997). *Musculoskeletal Disorders and Workplace Factors: A Critical Review of Epidemiologic Evidence for Work-Related Musculoskeletal Disorders of the Neck, Upper Extremity, and Low Back*. DHHS (NIOSH) Publication No. 97-141. Disponible en Web: <http://www.cdc.gov/niosh/docs/97-141/pdfs/97-141.pdf>
- ▶ CORLETT N., WILSON J., MANENICA I. (1986). *The Ergonomics of Working Postures-Models, Methods and Cases*. London. Taylor & Francis.
- ▶ CHAFFIN D.B. and ANDERSSON G.B.J. (1991) *Occupational Biomechanics*. 2ª ed. New York. John Wiley & Sons.
- ▶ DELLEMAN N.J., HALES GRAVE C.M., CHAFFIN D.B. (2004). *Working Postures and Movements. Tools for Evaluation and Engineering*. Boca Ratón. CRC Press.
- ▶ HEALTH & SAFETY EXECUTIVE (1990). *Work Related Upper Limb Disorders. A Guide to Prevention*. London. Health & Safety Executive.
- ▶ INSTITUTO DE BIOMECÁNICA DE VALENCIA. *Ergo/IBV. Posturas [OWAS]*. Valencia. IBV. Disponible en Web: http://laboral.ibv.org/index.php/es/aplicacion/show_product/20/59
- INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO/INSTITUTO DE BIOMECÁNICA DE VALENCIA (2003). *Manual para la evaluación y prevención de riesgos ergonómicos y psicosociales en la PYME. Método para la evaluación del riesgo por la postura o la repetitividad*. Madrid. INSHT. Disponible en Web: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/Guias/Guias_Ev_Riesgos/Manual_Eval_Riesgos_Pyme/ergpsipym_a08.pdf
- ▶ KAPANDJI, I.A. (2006-2010) *Fisiología articular. 6ª edición*. Madrid. Panamericana.

- ▶ PUTZ-ANDERSON, V. (1992). *Cumulative Trauma Disorders. A manual for musculoskeletal diseases of the upper limbs*. Bristol. Taylor & Francis.
- ▶ NOGAREDA, S. and ÁLVAREZ, V. (2003) *NTP 622: Carga postural: técnica goniométrica*. Disponible en Web:
http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp_622.pdf
- ▶ NOGAREDA, S. and DALMAU, I. (1997) *NTP 452: Evaluación de las condiciones de trabajo: carga postural*. Disponible en Web:
http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/401a500/ntp_452.pdf
- ▶ NOGAREDA, S. and LUNA P. (1993) *NTP 323: Determinación del metabolismo energético*. Disponible en Web:
http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_323.pdf
- ▶ SOLÉ, D. (1991). *NTP 295: Valoración de la carga física mediante la monitorización de la frecuencia cardíaca*. Disponible en Web:
http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_295.pdf
- ▶ VILLAR, M.F. (2001) *Curso de Técnico Superior en Prevención de Riesgos Laborales. Parte Común. U.D. 5.6: Riesgos derivados de la carga física de trabajo*. Madrid. INSHT.