

Capítulo 11

Metodología de evaluación JSI: Job Strain Index*

*Evaluation methodology JSI.
Job Strain Index*



* Resultado del proyecto de investigación “Prevención de riesgos laborales en ambientes de trabajo y sus complejidades en las ciencias del trabajo para trabajadores y futuros trabajadores” con código de proyecto IA2024_CVSSL_PEC_06-87418, adscrito al grupo de investigación Calidad de Vida, Salud y Seguridad Laboral del Politécnico Grancolombiano; y el proyecto “Laboratorio de Medición Biomecánica” con código de proyecto CVSSL-CDT -2022 -02, adscrito al grupo de investigación Calidad de Vida, Salud y Seguridad Laboral del Politécnico Grancolombiano.

Martha Janeth Cifuentes Izquierdo^{**}

Mónica María Quiroz Rubiano^{***}

María Alexandra Malagón Torres^{****}

Derly Zamora Romero^{*****}

^{**} Ingeniera Industrial; magíster en Prevención de Riesgos Laborales; docente y coordinadora del programa de Gestión de la Seguridad y la Salud Laboral; Politécnico Grancolombiano. Correo electrónico: mcifuentes@poligran.edu.co.

^{***} Fisioterapeuta; especialista en Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo; magíster en Prevención de Riesgos Laborales; magíster en Investigación Integrativa; estudiante de Doctorado en Pensamiento Complejo; docente programa de Gestión de la Seguridad y la Salud Laboral; Politécnico Grancolombiano. Correo electrónico: mquirozr@poligran.edu.co.

^{****} Fisioterapeuta; magíster en Prevención de Riesgos Laborales; docente del programa de Gestión de la Seguridad y la Salud Laboral; Politécnico Grancolombiano. Correo electrónico: mmalagon@poligran.edu.co.

^{*****} Administradora en Salud Ocupacional; magíster en Prevención de Riesgos Laborales; docente del programa de Gestión de la Seguridad y la Salud Laboral; Politécnico Grancolombiano. Correo electrónico: dzamora@poligran.edu.co.

Tal como se ha podido observar en el transcurso de este libro, existen diferentes factores de riesgo asociados a los trastornos músculo-esqueléticos (ТМЕ). Algunos de los factores implicados en este tipo de trastornos son: las fuerzas ejercidas, las posturas de algunos de los segmentos implicados, los movimientos repetitivos y los tiempos o espacios de recuperación que tienen los trabajadores entre cada una de las tareas. Teniendo en cuenta lo anterior, este capítulo se centrará en esas actividades diarias en el trabajo que se realizan de forma repetitiva como digitar, cortar, martillas, restregar, entre otros, que pueden desencadenar enfermedades como la tendinitis, el síndrome del túnel carpiano, el codo de tenista, etcétera. Pero, ¿qué se entiende por movimientos repetitivos? Según los investigadores del Centro de Ergonomía de la Universidad de Michigan (Keyserling et al., 1993), se consideran movimientos repetitivos a los trabajos o actividades que tengan ciclos de 30 segundos o menos; los trabajos en los que se realicen movimientos similares de extremidades superiores, por más de la mitad del ciclo.

Debido a que este factor de riesgo genera una serie de afectaciones en la salud de los trabajadores, se han generado una serie de metodologías que permitan realizar una identificación, evaluación del riesgo y que de esta se deriven una serie de planes de acción que permitan la disminución o la eliminación de estos riesgos. Una de las metodologías es la JSI (Job Strain Index), desarrollado por Moore J.S y Grand A. en 1995, en la cual se efectúa una evaluación del puesto de trabajo con el fin de identificar si debido a la tarea desarrollada se puede presentar algún tipo de desorden traumático acumulativo en la parte distal de las extremidades superiores, como consecuencia de los movimientos repetitivos.

Este método, como se verá a continuación, mide seis tipos de variables:

- ✓ La intensidad del esfuerzo.
- ✓ La duración del esfuerzo por ciclos de trabajo.
- ✓ El número de esfuerzos realizados en un minuto de trabajo.
- ✓ La desviación de la muñeca con respecto a la posición neutral.
- ✓ La velocidad con la que se realiza la tarea.
- ✓ La duración de la tarea en una jornada de trabajo.

A partir de estas variables y las puntuaciones empleadas, se pretende valorar el esfuerzo físico que se ejercen sobre los músculos y los tendones de la parte distal de las extremidades superiores. Ahora bien, esta metodología ha sido cuestionada debido a que existen cuatro de sus seis factores que se valoran de manera cuantitativa y los otros dos se valoran subjetivamente, basados en los conocimientos y apreciaciones del evaluador.

Desarrollo del método JSI

Antes de iniciar la explicación detallada de la aplicación correcta del método JSI (Índice de Tensión o Esfuerzo), es necesario que se tenga en cuenta que esta metodología solo se puede aplicar para aquellas tareas consideradas como simples, es decir, que se deben dividir las actividades en tareas y a cada una de estas se les podrá aplicar esta metodología, ya que no está diseñada para trabajos multitarea. Teniendo en cuenta lo anterior, el observador deberá:

- ✓ Determinar los ciclos de trabajo.
- ✓ Observar las actividades desarrolladas por el trabajador durante varios ciclos.
- ✓ Una vez culminado el tiempo de observación, se deben describir cada una de las tareas realizadas por este y los ciclos de trabajo.

- ✓ A continuación, se seleccionarán las tareas por evaluar y el tiempo de observación necesario, los cuales, generalmente, coinciden con el tiempo del ciclo.
- ✓ A partir de la tarea observada, se obtendrá el valor de las seis variables por medir, correspondientes a diferentes aspectos relacionados con la realización de la tarea: la intensidad del esfuerzo, la duración del esfuerzo por ciclos de trabajo, el número de esfuerzos realizados en un minuto de trabajo, la desviación de la muñeca con respecto a la posición neutral, la velocidad con la que se realiza la tarea y la duración de la tarea en una jornada de trabajo. Dentro de estas variables no solo se mide el esfuerzo físico que demanda cada una de las tareas, sino también los aspectos psicológicos que se derivan de realizar cada una de estas acciones.
- ✓ Una vez se tienen los valores de cada una de las variables, estas se deben multiplicar y su resultado es el valor del JSI.
- ✓ Una vez se conocen los resultados del JSI, se puede determinar si existe o no riesgo en la ejecución de la tarea.
- ✓ Si se evidencia que existe riesgo, es necesario revisar las puntuaciones de cada uno de los factores, para evidenciar dónde es necesario determinar o aplicar una corrección.
- ✓ Si dentro de las acciones o actividades planteadas se realizan cambios, es necesario realizar una reevaluación de la tarea a través del método JSI, con el fin de comprobar la efectividad de las acciones de mejora.

Ya usted conoce de forma general la aplicación del método JSI, pero es necesario que se conozca al detalle cómo se obtiene el valor de cada una de las seis variables y obtener los factores multiplicadores de cada una de ellas:

Intensidad del esfuerzo

Esta es una variable cualitativa, en la que se evalúa el esfuerzo que realiza el trabajador para realizar la tarea una vez. Según el esfuerzo realizado por el trabajador, teniendo en cuenta la percepción del observador o evaluador, se asignará el valor, teniendo en cuenta lo establecido en la tabla 1.

Tabla 1. Valor de la intensidad del esfuerzo

Intensidad del esfuerzo	%MS ²	EB ¹	Esfuerzo percibido	Valoración
Ligero	<10	<=2	Escasamente perceptible, esfuerzo relajado	1
Un poco duro	10 - <30	3	Esfuerzo perceptible	2
Duro	30 - <50	4-5	Esfuerzo obvio, sin cambio en la expresión facial	3
Muy duro	50 - <80	6-7	Esfuerzo importante, cambios en la expresión facial	4
Cercano al máximo	>=80	>7	Uso de los hombros o tronco para generar fuerzas	5

Fuente: Diego (2015).

Por lo tanto, si el observador o evaluador, escasamente, alcanza a percibir esfuerzo en el trabajador en el momento de realizar la tarea, es decir, evidencia una intensidad de esfuerzo ligera, le dará un valor de 1. Si el evaluador percibe un esfuerzo en el trabajador al realizar la tarea, es decir, genera un esfuerzo un poco duro, deberá asignarle un valor de 2. Cuando el evaluador evidencia un esfuerzo obvio, pero que no genera cambios en la expresión facial en el trabajador, este le deberá asignar un valor de 3. Ahora bien, si el evaluador, observa que al momento de realizar la tarea, el trabajador realiza un esfuerzo importante, en el que hace cambios en su expresión facial, deberá asignar un valor de 4. Si el evaluador evidencia que el trabajador al realizar la tarea se acerca al máximo, ya que hace uso de sus hombros o el tronco para realizar alguna fuerza dentro de la tarea evaluada, asignará un valor de 5.

Con el fin de ir desarrollando un ejemplo a medida que se va explicando la metodología, imagine que el evaluador ha tomado una cierta actividad y ha identificado que la intensidad del esfuerzo realizado por el trabajador es muy dura, debido a que durante la actividad ha realizado esfuerzos para él considerados como importantes y al trabajador se le ha visto hacer cambios en su expresión facial, lo cual le lleva a asignar un valor de 4.

Duración del esfuerzo

La segunda variable es la duración del esfuerzo, en la que se debe sumar la duración de todos los esfuerzos realizados por el trabajador durante el periodo de observación (recuerde que se observa un ciclo de trabajo). Una vez se tiene el valor, se debe calcular el porcentaje de duración del esfuerzo; para ello, se divide la duración total de todos los esfuerzos, entre el tiempo total que se ha observado al trabajador, multiplicando este resultado por 100, tal como se puede ver en la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Duración del ejercicio} = 100 * \text{Duración media del ejercicio por ciclo} / \text{tiempo medio del ciclo}$$

No olvide que siempre se deben tener en cuenta las unidades de tiempo por utilizar, si se define que será en minutos, todo debe ser en minutos, pero si, por el contrario, se decide que las unidades para tener en cuenta serán los segundos, todo deberá ser medido en segundos.

Una vez se obtiene el porcentaje de la duración del esfuerzo, se debe tener en cuenta la tabla 2, de tal manera que se pueda tener la valoración de la variable duración del esfuerzo, la cual puede estar entre 1 y 5, como se muestra a continuación.

Tabla 2. Valoración de la duración del esfuerzo

%Duración del esfuerzo	Valoración
<10	1
10 - <30	2
30 - <50	3
50 - <80	4
80 - 100	5

Fuente: Diego (2015).

Siguiendo con el ejemplo, es necesario tener en cuenta que el evaluador, por un tiempo total de 40 minutos, ha observado al trabajador. Durante este tiempo el observador ha identificado lo que se expone en la tabla 3.

Tabla 3. Número de esfuerzos

N.º esfuerzo	Tiempo de duración
1	3 minutos
2	5 minutos
3	2 minutos
4	3 minutos
5	2 minutos

Fuente: Diego (2015).

Duración total de todos los esfuerzos = 3+5+2+3+2= 15 minutos.

Al aplicar la fórmula se obtiene el siguiente porcentaje:

% Duración del ejercicio = $100 * \text{Duración media del ejercicio por ciclo} / \text{tiempo medio del ciclo}$

% Duración del ejercicio = $100 * (15 \text{ min.} / 40 \text{ min.}) = 100 * 0,375 = 37,5 \%$

% Duración del ejercicio = 37,5 %

Teniendo en cuenta la tabla 2, el valor del ejercicio planteado es igual a 3.

Esfuerzos por minuto

Para poder hallar el número de esfuerzos por minuto de trabajo, se debe contar el número de esfuerzos que realiza el trabajador durante el tiempo de observación y se dividirá ese valor por la duración del periodo de observación (recuerde tener en cuenta la unidad de tiempo).

$$\text{Frecuencia (esfuerzo/minuto)} = \frac{\text{No. De esfuerzos} * 100}{\text{tiempo de observación (minutos)}}$$

Una vez se calcula esta frecuencia de los esfuerzos, se obtiene la valoración teniendo la tabla 4.

Tabla 4. Valoración de esfuerzos por minuto

% Esfuerzos por minuto	Valoración
<4	1
4-8	2
9-14	3
15-19	4
>=20	5

Fuente: Diego (2015).

Para el caso de nuestro ejemplo, el valor entonces de EM es de:

$$\text{Frecuencia (esfuerzo/minuto)} = 5 = 0,125 / 40 \text{ min} = 12,5 \% = 3$$

Postura mano-muñeca

Esta variable es determinada en función de la posición anatómica de la mano, cuyo objetivo es evaluar la desviación de la muñeca con respecto a su posición neutra —en la cual no existe flexión, ni extensión o que se encuentra desviada lateralmente), tanto en flexión y extensión, como en desviación lateral, ver figuras 1 y 2.

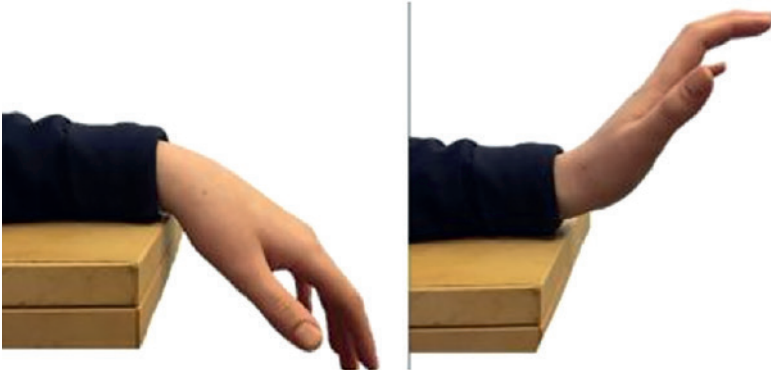


Figura 1. Flexión-extensión

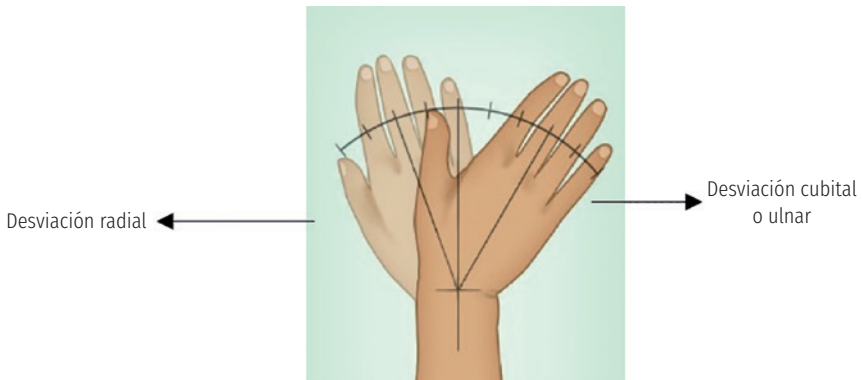


Figura 2. Desviación lateral

Esta es una de las variables que se puede medir de manera cualitativa o cuantitativa.

Cualitativa: se le asignará la valoración basándose en la observación y la apreciación subjetiva del evaluador en la que se emplea la tabla 5.

Tabla 5. Valoración cualitativa de la postura mano-muñeca

Postura muñeca	Extensión	Flexión	Desviación	Postura percibida	Valoración
Muy buena	0°-10°	0°-5°	0°-10°	Perfectamente neutral	1
Buena	11°-25°	6°-15°	11°-15°	Cercana a la neutral	2
Regular	26°-40°	16°-30°	16°-20°	No neutral	3
Mala	41°-55°	31°-50°	21°-25°	Desviación importante	4
Muy mala	>55°	>50°	>25°	Desviación externa	5

Fuente: Diego (2015).

Tal como se puede observar, la variación de la valoración va de 1 a 5, esto teniendo en cuenta si la postura es muy buena, es decir, es neutra, con un valor de 1 o si la postura es muy mala, donde la desviación es extrema y se le debe dar un valor de 5.

Cuantitativa: para el uso de esta valoración es necesario medir los ángulos de flexión-extensión y el ángulo de desviación lateral de la muñeca. Teniendo en cuenta el valor del ángulo de cada uno, se le asignará un valor, empleando la siguiente tabla 6.

Tabla 6. Valoración cuantitativa de la postura mano-muñeca

Postura muñeca	Extensión	Flexión	Desviación	Postura percibida	Valoración
Muy buena	0°-10°	0°-5°	0°-10°	Perfectamente neutral	1
Buena	11°-25°	6°-15°	11°-15°	Cercana a la neutral	2
Regular	26°-40°	16°-30°	16°-20°	No neutral	3
Mala	41°-55°	31°-50°	21°-25°	Desviación importante	4
Muy mala	>55°	>50°	>25°	Desviación externa	5

Fuente: Diego (2015).

Este tipo de valoraciones se pueden realizar directamente en el trabajador, utilizando transportadores de ángulos, electro-goniómetros o cualquier tipo de dispositivo que permita tomar datos angulares. Otra de las metodologías que se puede emplear son las

fotografías, las cuales serán tomadas al trabajador adoptando las posturas estudiadas y, luego, medir los ángulos sobre estas. Si se decide optar por tomar fotografías, es necesario que se asegure que los ángulos por medir aparecen en verdadera magnitud de las imágenes, es decir, que el plano en el que se encuentra el ángulo por medir es paralelo al plano de la cámara.

La asignación de la puntuación de la variable —como se puede observar en la tabla 6—, se otorga teniendo en cuenta el valor de los ángulos de la extensión, la flexión y la desviación de la muñeca. Pero es necesario tener en cuenta que la extensión y la flexión son incompatibles, es decir, si la muñeca se encuentra extendida, no puede estar flexionada y viceversa, por lo tanto, el ángulo que se toma es según la posición en la que se encuentre la mano (flexión o extensión). Ahora bien, la desviación si es compatible tanto con la flexión como la extensión, es decir, una mano puede estar flexionada y estar, a su vez, desviada. En caso de que se llegara a presentar que el trabajador al realizar una tarea tiene una flexión de 3° es decir, una postura de la muñeca muy buena, pero la medida de la desviación es de 21° , es decir, una postura mala, se deberá tomar la valoración más desfavorable en este caso la de la desviación, la cual, según la tabla 7, es de 4.

Tabla 7. Ejemplo de valoraciones cuantitativa mano-muñeca

Postura muñeca	Extensión	Flexión	Desviación	Postura percibida	Valoración
Muy buena	0° - 10°	0° - 5°	0° - 10°	Perfectamente neutral	1
Buena	11° - 25°	6° - 15°	11° - 15°	Cercana a la neutral	2
Regular	26° - 40°	16° - 30°	16° - 20°	No neutral	3
Mala	41° - 55°	31° - 50°	21° - 25°	Desviación importante	4
Muy mala	$>55^\circ$	$>50^\circ$	$>25^\circ$	Desviación externa	5

Fuente: Diego (2015).

Ahora bien, para nuestro ejemplo se utilizará la valoración cualitativa, en la cual el observador ha asignado un valor de 2, debido

a que la extensión que realiza durante la tarea es buena frente a la neutral.

Velocidad del trabajo

Esta es otra de las variables cualitativas de este método y se realiza en función del ritmo de trabajo percibido por el observador. Se asigna la valoración correspondiente, teniendo en cuenta la tabla 8:

Tabla 8. Tabla de valoración de la velocidad del trabajo

Ritmo de trabajo	Comparación con MTM-1 ¹	Velocidad percibida	Valoración
Muy lento	$\leq 80\%$	Ritmo extremadamente relajado	1
Lento	$80\% - < 90\%$	Ritmo lento	2
Regular	$90\% - < 100\%$	Velocidad de movimiento normal	3
Rápido	$100\% - < 115\%$	Ritmo impetuoso pero sostenible	4
Muy rápido	$\geq 115\%$	Ritmo impetuoso y prácticamente insostenible	5

Fuente: Diego (2015).

Imaginémonos que el observador del ejemplo ha identificado que el trabajador realiza la tarea de manera regular, es decir, que el trabajador realiza la actividad a velocidad de movimientos normales, por lo tanto, la valoración será de 3.

Duración de la tarea

La última de las variables por evaluar es la duración de la tarea, que es el tiempo de la jornada que se utiliza en la realización de la tarea; para su cálculo se determinará el tiempo diario medido en horas en que el trabajador dedica a la tarea específica analizada, independientemente de la duración de su jornada de trabajo. Esto se puede realizar si se mide directamente la duración de la tarea por día, mientras se observa al trabajador y se cuantifica el

tiempo que dedica a la tarea o se puede obtener de la información directamente ofrecida por el trabajador o trabajadores implicados directamente en la tarea. Una vez se tiene la información se puede obtener la valoración teniendo en cuenta la siguiente tabla 9.

Tabla 9. Valoración de la duración de la tarea

Duración de la tarea por día en horas	Valoración
<1	1
1-2	2
2-4	3
4-8	4
>=8	5

Fuente: Diego (2015).

Para el ejemplo, se ha definido que la tarea se desarrolla en 3 horas por día, lo cual genera una puntuación de 3. Ya que se tienen los valores de cada una de las variables, es necesario hallar los factores multiplicadores de cada uno a través de las tablas 10.1, 10.2, 10.3, 10.4, 10.5, 10.6.

Tabla 10. Valores de los factores multiplicadores de cada una de las variables

Tabla 10.1. Intensidad del esfuerzo

Valoración	IE
1	1
2	3
3	6
4	9
5	13

Fuente: Diego (2015).

Tabla 10.2. Porcentaje de duración del esfuerzo

Valoración	DE
1	0,5
2	1
3	1,5
4	2
5	3

Fuente: Diego (2015).

Tabla 10.3. Esfuerzos por minuto

Valoración	EM
1	0,5
2	1
3	1,5
4	2
5	3

Fuente: Diego (2015).

Tabla 10.4. Postura mano-muñeca

Valoración	HWP
1	1
2	1
3	1,5
4	2
5	3

Fuente: Diego (2015).

Tabla 10.5. Velocidad de trabajo

Valoración	SW
1	1
2	1
3	1
4	1,5
5	2

Fuente: Diego (2015).

Tabla 10.6. Duración por día

Valoración	DD
1	0,25
2	0,5
3	0,75
4	1
5	1,5

Fuente: Diego (2015).

Teniendo en cuenta el ejemplo que se ha desarrollado en este capítulo, quedaría así, ver tablas 11.1, 11.2, 11.3, 11.4, 11.5, 11.6:

Tabla 11.1. Intensidad del esfuerzo

Valoración	IE
1	1
2	3
3	6
4	9
5	13

Fuente: Diego (2015).

Tabla 11.2. Porcentaje de duración del esfuerzo

Valoración	DE
1	0,5
2	1
3	1,5
4	2
5	3

Fuente: Diego (2015).

Teniendo en cuenta que el valor asignado a la valoración del esfuerzo del ejemplo planteado era 4 al ir a la tabla, se puede evidenciar que su valor multiplicador es igual a 9, lo cual quiere decir que el $IE = 9$ (ver tabla 11.1). A continuación, se valora el porcentaje

de duración del esfuerzo, el cual se valoró en 3; se puede evidenciar que su factor multiplicador es igual a 1,5, lo cual indica que el $DE = 1,5$, ver tabla 11.2.

Tabla 11.3. Esfuerzos por minuto

Valoración	EM
1	0,5
2	1
3	1,5
4	2
5	3

Fuente: Diego (2015).

Tabla 11.4. Postura mano-muñeca

Valoración	HWP
1	1
2	1
3	1,5
4	2
5	3

Fuente: Diego (2015).

Siguiendo con los valores dados por el ejercicio, se tiene la valoración de esfuerzo por minuto la cual fue de 3, lo cual indica que, según la tabla, tiene un factor multiplicador de 1,5. $EM=1,5$, ver tabla 11.3.

A continuación, se halla el factor multiplicador de la postura mano-muñeca, el cual se calcula de manera cualitativa y da una valoración de 2, lo que su factor multiplicador es de 1 $HWP= 1$, ver tabla 11.4.

Tabla 11.5. Velocidad de trabajo

Valoración	SW
1	1
2	1
3	1
4	1,5
5	2

Fuente: Diego (2015).

Tabla 11.6. Duración por día

Valoración	DD
1	0,25
2	0,5
3	0,75
4	1
5	1,5

Fuente: Diego (2015).

Para la velocidad de trabajo, el ejemplo indica que su valoración fue de 3, por lo tanto, $SW = 1$, ver tabla 11.5. Por último, la duración por día cuya valoración fue de 3, que siguiendo la tabla el factor multiplicador es de $DD = 0,75$, ver tabla 11.6.

Una vez se tienen los valores de cada una de las variables y sus factores multiplicadores, se puede determinar el índice de tensión o esfuerzo JSI , como lo indica la siguiente ecuación:

$$JSI = IE \times DE \times EM \times HWP \times SW \times DD$$

Por lo tanto, si el valor de JSI es inferior o igual a 3, indica que la tarea es probablemente segura, pero si el valor de JSI supera o es igual a 7, indica que la tarea es probablemente peligrosa.

Para el ejemplo de este capítulo y despejando los valores de la ecuación, se tiene que:

$$JSI = 9 \cdot 1,5 \cdot 1,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,75 = 15,1875 = 15,2$$

El valor de JSI es superior a 7, por lo tanto, la tarea es probablemente peligrosa y es necesario tomar medidas, en cada uno de los valores que han superado los valores de 3 y tomar medidas de control.

Referencias

- Comisiones Obreras de Castilla y León. (2010). *Manual de trastornos músculo-esqueléticos*. Secretaría de Salud CC.OO. Castilla y León. <https://castillayleon.ccoo.es/945c897036b42bdf269409d45787c2aa000054.pdf>
- Mas, J. (2015). *Evaluación de la repetitividad de movimientos mediante el método JSI*. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia. <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/jsi/jsi-ayuda.php>
- Villar, M. (s.f.). Tareas repetitivas I: Identificación de los factores de riesgo para la extremidad superior. https://www.insst.es/documents/94886/509319/Tareas+repetitivas+1_identificacion.pdf/da28a00c-5697-48ec-837d-1664009150f3
- Solé, D. (1993). NTP 311: Microtraumatismos repetitivos: estudio y prevención. https://www.insst.es/documents/94886/326853/ntp_311.pdf/fd7ae637-ce5c-4f91-bcc9-e2f50f4f21ee?version=1.1&t=1614698459498

