

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias e Ingenierías

**Ergonomía detrás de los textiles: Estudio de los factores de
riesgo en tejedores**
Proyecto de investigación

Sandy Paola Lema Córdova
Ingeniería Industrial

Trabajo de titulación presentado como requisito
para la obtención del título de
Ingeniero Industrial

Quito, 13 de mayo de 2016

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ
COLEGIO DE CIENCIAS E INGENIERÍAS

**HOJA DE CALIFICACIÓN
DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

**Ergonomia detrás de los textiles: Estudio de los factores de riesgo en
tejedores**

Sandy Paola Lema Córdova

Calificación:

Nombre del profesor, Título académico

Cristina Camacho, MSc.

Firma del profesor

Quito, 13 de mayo de 2016

Derechos de Autor

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma del estudiante: _____

Nombres y apellidos: Sandy Paola Lema Córdova

Código: 00104645

Cédula de Identidad: 1003511910

Lugar y fecha: Quito, mayo de 2016

Ergonomía detrás de los textiles: Estudio de los factores de riesgo en tejedores

Sandy Lema^{1*}, Ximena Córdova², Danny Navarrete³

^{1,2,3} Universidad San Francisco de Quito, Colegio de Ciencias e Ingeniería - El Politécnico. Calle Diego de Robles y Vía Interoceánica, Campus Cumbayá, Edif. Newton. Casilla Postal 17-1200-841, Quito, Ecuador.

* Autor para correspondencia, correo electrónico: sandy.lema@estud.usfq.edu.ec

Resumen

La industria textil es uno de los sectores más expuestos a los factores de riesgo que provocan trastornos músculo-esqueléticos, especialmente en los tejedores de telares electrónicos. A pesar de la gran incidencia de este tipo de trastornos, las investigaciones realizadas en esta área de la industria son muy limitadas. Por esta razón, el propósito de este estudio es determinar el nivel de riesgo de contraer trastornos músculo-esqueléticos en tejedores de la comunidad de Peguche, ciudad de Otavalo, con el fin de recomendar acciones que puedan minimizar el nivel de riesgo encontrado. Para ello se analizó la actividad de anudar en 57 tejedores. A los cuales se evaluó la postura de cada tejedor a través del uso de dos métodos ergonómicos: REBA y OCRA checklist para cada lado del cuerpo (izquierdo y derecho). El método OCRA checklist dió como resultado niveles de riesgo diferentes para cada lado del cuerpo. Mientras que para el método REBA, los niveles de riesgo son iguales para cada lado del cuerpo. Además, se usó la regresión logística binaria para expresar la probabilidad de que el operario pueda adquirir un trastorno músculo-esquelético. Se determinó que los factores individuales significativos que afectan al riesgo son: la edad y el tiempo de actividad. Finalmente, se propuso controles con el objetivo de prevenir la incidencia de trastornos músculo-esqueléticos en los tejedores.

Palabras claves. Telar, anudado, urdimbre, trastornos músculo-esqueléticos.

Introducción

Los trastornos músculo-esqueléticos relacionados con el trabajo representan un importante problema ocupacional, causando reducción de la productividad, baja calidad de vida y además incremento en los gastos salariales y gastos médicos [1]. Dichos trastornos se producen cuando fuerzas excesivas ocurren en el sistema músculo-esquelético del ser humano, en general se producen en los músculos, ligamentos, tendones o nervios [2]. En el mundo, cerca de 160 millones de personas padecen de enfermedades relacionadas con el trabajo [3]. Siendo la industria textil uno de los sectores más expuestos a los factores de riesgo que provocan trastornos músculo-esqueléticos [4]. Los mismos que son causados por interacciones de diversos factores de riesgo,

que pueden clasificarse en tres grupos principales: individuales, psicosociales, y físicos [1]. Estos factores de riesgo se manifiestan de diferentes maneras en los tejedores dependiendo del tipo de telar que operen, sean estos manuales o electrónicos [5].

En cuanto a los tejedores de telares manuales, de quienes se ha encontrado más estudios, se ha determinado que los principales factores individuales que afectan en el desarrollo de trastornos músculo-esqueléticos relacionados con el trabajo son: los años de experiencia [2], edad [2,6], estado civil [2,6] y horas de trabajo [2,6]. En cuanto a los factores psicosociales, el principal factor que afecta tanto a hombres como a mujeres es la sobrecarga mental, mientras que los factores que afectan

únicamente en los hombres son: baja satisfacción en el trabajo, ansiedad cognitiva, mala retroalimentación del trabajo, y falta de claridad de las tareas [6]. Esto se demostró en un estudio realizado en la India con 103 hombres y 188 mujeres mediante un check-list ergonómico [6]. Donde, la sobrecarga mental se presentaba en el 67% de los hombres y el 46% en el caso de las mujeres [6]. Mientras que los factores que afectan únicamente a los hombres se manifiestan de la siguiente manera: 48% de los hombres tenían poca satisfacción con el trabajo [6], 21% reportó sufrir de ansiedad cognitiva [6], 96% reportó recibir una mala retroalimentación del trabajo realizado [3], la falta de claridad de las tareas fue otro factor significativo en los hombres donde presentaban este malestar en un 78% [6]. Así también otro estudio realizado con 126 hombres y 249 mujeres, donde a través de grupos focales, entrevistas a profundidad y observaciones por el investigador, se encontró que los principales factores psicosociales son: trabajo monótono, excesiva cantidad de trabajo, largos periodos de intensa concentración, falta de tiempo para terminar el trabajo, conflictos de auto demanda, tiempo requerido para realizar la tarea y mala remuneración [7]. Por último, los principales factores físicos significativos encontrados en los tejedores de telares manuales fueron: posturas forzadas, movimientos repetitivos y sobreesfuerzo [8]. En un estudio con 1020 tejedores se encontró que el porcentaje de participantes que adoptan posturas forzadas en diferentes partes del cuerpo incluyendo la parte superior del brazo, antebrazo, cuello, tronco y pierna es del 88.6, 57.6, 82.8, 85.9 y 69.5%, respectivamente [8]. Así también, otro estudio realizado en West Bengal con 50 tejedores, se encontró que más de un tercio de los operadores tienen molestias en las extremidades superiores, y la incidencia asciende a más de 70% en la mano y la muñeca, causado por la exposición a obras altamente repetitivas y posturas de la muñeca no lineales [2]. Por otro lado, otro estudio realizado en el Noreste de la India con 50 operadores, se encontró que el 46% de los participantes sufrían de dolores severos en las manos, 60% en los codos, 76% en la espalda y 88% en el cuello [9].

En cuanto a los tejedores de telares electrónicos la literatura no brinda mayor

información, sin embargo existen datos generales que revelan que los trastornos músculo-esqueléticos son los problemas que más sufren los tejedores de telares electrónicos. En un estudio realizado con 325 tejedores de Urban Meerut, se determinó que el 62,8% sufrían de trastornos músculo-esqueléticos a causa del trabajo, seguido por problemas oculares (30,5%), y problemas auditivos (10,4%) [10]. Donde los principales factores individuales que afectan en el desarrollo de estos trastornos son: la edad [6], estado civil [6], y horas de trabajo [6]. En cuanto a los factores psicosociales, en un estudio realizado con 225 tejedores, de los cuales 150 eran hombres y 75 eran mujeres, se encontró que el único factor significativo fue la ansiedad cognitiva con un 57% [6], en este punto se puede observar que con lo mencionado anteriormente, los tejedores de telares electrónicos sufren de menos quejas relacionadas a factores psicosociales. Mientras que en los factores físicos, los hombres son más propensos a desarrollar dolores en las rodillas y las manos debido a movimientos repetitivos [6].

Con el pasar del tiempo, la industria textil ha ido desarrollando maquinaria de última tecnología, dejando atrás los telares manuales y sustituyéndolos por telares electrónicos [5]. A esta ola de cambios tecnológicos se han unido ciertos pueblos o comunidades de la ciudad de Otavalo, quienes en un inicio trabajaban con telares manuales, conservando las prácticas artesanales del pueblo Andino [11]. Ahora, en su mayoría, lo sustituyen por telares electrónicos debido a su eficiencia, variedad de productos y velocidad de producción [5]. A todo esto se puede decir que a pesar que la automatización ha reducido considerablemente el nivel de exigencia en los trabajos físicos y por ende requiere de menor intensidad en la carga de trabajo, la incidencia de trastornos relacionados con el trabajo se mantiene y peor aun sigue creciendo [12]. Es decir que en general, el avance tecnológico en cuanto a maquinaria no parece ir acompañado con la disminución en la incidencia de trastornos relacionados con el trabajo [12].

El presente estudio se realizará con los tejedores de telares electrónicos de la comunidad de Peguche de la ciudad de Otavalo. El proceso de tejeduría en este tipo de

telares requiere de dos principales tareas: el urdido (de donde se obtiene la urdimbre) y el tejido (de donde se obtiene el textil) [6]. Para una mayor comprensión, el tejido es el entrelazamiento de dos conjuntos de hilos en ángulos rectos entre sí: la urdimbre y la trama [13]. La urdimbre se extiende longitudinalmente manteniéndose tensa y en paralelo una a la otra en el telar, mientras que la trama atraviesa horizontalmente entrelazándose con la urdimbre [13]. El equipo que facilita este entrelazado es el telar [13]. Cada vez que toda la urdimbre finalmente se convierte en textil, se debe colocar otra urdimbre, esta actividad es denominada anudar. Anudar permite la unión entre cada una de las hebras de hilo de una urdimbre finalizada del telar, con su correspondiente hilo de urdimbre nueva. Es decir, el anudado se realiza, cuando un urdido se ha concluido (tejido) y se desea continuar produciendo el mismo artículo. Esto se realiza con el fin de que cada hebra de hilo atraviese las mismas laminillas y mallas destinadas para el tipo de textil que se está realizando [14].

Las actividades que generan mayores riesgos de contraer trastornos músculo-esqueléticos son las tareas monótonas y estáticas [12]. Por esta razón, el presente estudio se realizará en la actividad de anudar. Donde se requiere que los tejedores anuden manualmente aproximadamente 2500 hebras de hilo de la urdimbre, uno por uno [5]. Esta actividad es característica de los artesanos de la zona de estudio, ya que a diferencia de las textileras industrializadas, esta actividad es netamente manual y requiere que los tejedores estén expuestos a posturas de trabajo de pie durante toda la jornada de trabajo [6].

Materiales y métodos

La actividad de anudar requiere que el tejedor se mantenga de pie mientras que con las manos anuda cada hilo de urdimbre. Para evaluar la postura global (posición típica: Fig 1) del tejedor durante esta actividad se empleará el método REBA (Rapid Entire Body Assessment). Mientras que para la evaluación de los movimientos repetitivos con las manos (posición típica: Fig 2) se empleará el método OCRA checklist ("Occupational Repetitive Action").

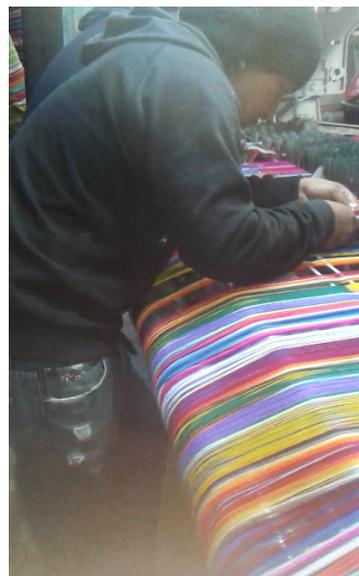


Figura 1: Posición típica del tejedor al anudar



Figura 2: Posición típica de las manos al anudar.

REBA:

De acuerdo a McAtamney y Hignett, el método REBA evalúa las posiciones que adoptan ciertos segmentos del cuerpo, cuanto mayor es la desviación de la postura neutral, mayor será la puntuación. Dichos segmentos están divididos en dos grupos [15]:

Grupo A: tronco, cuello, piernas.

Grupo B: brazo antebrazo, muñecas.

Una vez obtenida la puntuación final, se usa el siguiente rango de puntuaciones para determinar el nivel de riesgo [15]:

Tabla1: Rango de puntuaciones del método REBA

Puntuación	Nivel de riesgo	Acción
1	Nivel de riesgo inapreciable	no se requiere de ninguna acción.
2-3	Nivel de riesgo bajo	puede ser necesaria una acción.
4-7	Nivel de riesgo medio	es necesaria la actuación.
8-10	Nivel de riesgo alto	es necesario la actuación cuanto antes.
11-15	Nivel de riesgo muy alto	es necesario la actuación inmediata.

Fuente: Elaboración propia

OCRA Checklist:

Según el autor Colombini, el método OCRA checklist ("Occupational Repetitive Action") es un método de evaluación de la exposición a movimientos y esfuerzos repetitivos de los miembros superiores. OCRA check-list tiene cinco partes, cada una dedicada al análisis de un factor de riesgo diferente, los mismos que son [16]:

Factor de recuperación: evalúa los periodos de recuperación durante la actividad. Donde únicamente lapsos de tiempo de al menos 8 a 10 minutos se considera como periodos de recuperación [16].

Frecuencia de movimientos: analiza el número de acciones técnicas en un ciclo. La acción técnica puede ser dinámico (que se caracteriza por el movimiento) o estática (caracterizada por mantener una sola postura, por ejemplo, cuando un trabajador debe sostener un objeto en la mano) [16].

Fuerza: considera únicamente la fuerza de los miembros superiores que se encuentran presentes durante todo el movimiento repetitivo. Para determinar la intensidad de la fuerza usa la escala de Borg [16].

Posturas incómodas: evalúa el nivel de riesgo de acuerdo a la postura que adopten: los hombros, los codos, las muñeca y las manos; y el tiempo que se mantienen en esta postura.

Adicionalmente se le agrega la puntuación del agarre y de los movimientos estereotipados [16].

Factores de riesgo adicionales: evalúa ciertas circunstancias que aumentan el nivel de riesgo debido a su presencia. El primer bloque se refiere a los factores adicionales físico-mecánica (como por ejemplo: la vibración transmitida al sistema mano-brazo, el trabajo de precisión, el uso de guantes inadecuados, etc.). Mientras que el segundo bloque se refiere a los factores adicionales socio-organizativas (ritmo de trabajo exigido por el puesto) [16].

Todos estos factores son multiplicados por el multiplicador de duración. El mismo que aumenta a medida que el tiempo de exposición es mayor, este factor representa la influencia de la duración del movimiento repetitivo [16].

Una vez obtenida la puntuación final, se usa el siguiente rango de puntuaciones para determinar el nivel de riesgo [16]:

Tabla 2: Rango de puntuaciones del método OCRA check-list

Puntuación	Nivel de riesgo	Acción
0 a 7.5	Nivel verde o nivel de riesgo aceptable	No es necesario
7.6 a 11	Nivel amarillo o nivel de riesgo muy ligero.	Un nuevo análisis o mejorar el puesto
11.1 a 14	Nivel rojo claro o nivel de riesgo ligero.	Mejorar el puesto de trabajo, supervisión médica y entrenamiento
14.1-22.5	Nivel rojo oscuro o nivel de riesgo medio.	Mejorar el puesto de trabajo, supervisión médica y entrenamiento
Mayor 22.6	Nivel púrpura o nivel de riesgo alto.	Mejorar el puesto de trabajo, supervisión médica y entrenamiento

Fuente: Elaboración propia

El procedimiento paso a paso de la metodología OCRA checklist se lo puede

encontrar en el libro *The revised OCRA Checklist method* [16].

Para realizar el presente estudio se seguirán los 4 pasos del método científico sugerido por Santrock, J. (2005). Los mismos que son conceptualizar el problema, recolección de datos, análisis de datos y obtener las conclusiones y recomendaciones [17]. A continuación se describe cada uno de ellos:

- Conceptualizar el problema: en esta etapa, mediante la visita a talleres textiles de la comunidad de Peguche de la ciudad de Otavalo se logró observar la existencia del potencial riesgo de desarrollar trastornos músculo-esqueléticos en los tejedores debido a la presencia de dos principales factores de riesgo que son: movimientos repetitivos y carga estática mientras anudan cada hebra de hilo.

- Recolección de datos: los talleres textiles en general se encuentran dentro de las viviendas de los propietarios, quienes son los que emplean a tejedores de la zona. Cada taller textil cuenta con alrededor de 3 a 6 tejedores.

Para seleccionar a los participantes del estudio se usará muestro por conveniencia, debido a que permite que la participación sea totalmente voluntaria [18]. Esto se debe a que no todos los propietarios de los talleres están dispuestos a participar. Por lo tanto, para el estudio se considerará únicamente a los talleres textiles que otorguen la debida autorización

Una vez identificados a los participantes se realizará una encuesta (Apéndice A) a cada uno de ellos, con el fin de obtener los datos personales e información de los mismos. Posteriormente se tomarán videos de la parte lateral derecha y lateral izquierda, los mismos que servirán tanto para el análisis REBA como para el análisis OCRA checklist. Debido a que permitirá visualizar la postura de todo el cuerpo, incluido los miembros superiores.

- Análisis de datos: para el análisis REBA, se analizará cada uno de los videos en el software KINOVEA, mediante el cual se puede obtener los ángulos que adoptan las diferentes partes del cuerpo durante la

actividad de anudar, para posteriormente obtener la puntuación del nivel riesgo usando la hoja de puntuaciones (Apéndice B). Del mismo modo, para el análisis OCRA checklist se usará el (Apéndice C) y la información que proporcionan los videos luego de sus análisis en el software KINOVEA.

Adicionalmente, con los resultados obtenidos del método REBA y OCRA checklist, se realizará una comparación de medianas, que permite establecer si existe diferencia estadística en el nivel de riesgo entre el lado derecho e izquierdo de cada metodología.

Así también, mediante la información obtenida en la encuesta se realizará una regresión logística binaria que permite expresar la probabilidad de que ocurra un hecho como función de ciertas variables potencialmente influyentes [19]. En este caso particular, la variable dependiente corresponde a: el operario es más propenso a adquirir un trastorno músculo- esquelético o no, según las variables predictores que son los factores: edad, años de experiencia, tiempo de actividad (minutos).

- Conclusiones y recomendaciones: luego de identificar el nivel de riesgo a los que están expuestos los tejedores se realizarán conclusiones y recomendaciones adecuadas al puesto de trabajo.

Participantes:

Para el estudio se usará el cálculo de tamaño de muestra para proporciones finitas, que según Martínez, se caracteriza porque no se enfoca en un parámetro específico de la población (sea esta la media o la varianza) [20].

$$n = \frac{N(Z_{\alpha/2}^2)(p)(1-p)}{(N-1)(e)^2 + (Z_{\alpha/2}^2)(P)(1-P)} \quad (1)$$

Donde,

N es la población objetivo, que de acuerdo al reporte del GAD de Otavalo realizado en el 2015, se reportó que los tejedores de la zona de Peguche son 139 personas que se dedican a esta actividad [21].

$Z_{\alpha/2}^2$ representa el nivel de confianza, que está relacionado directamente con el tamaño de muestra, debido a que a mayor nivel de

confianza más grande será el tamaño de muestra [22], y por ende incrementa los costos de investigación [23]. Sin embargo el beneficio en la precisión no es significativo [23]. El nivel de confianza que se usó para el estudio fue del 95%, es decir que el nivel alpha es 5% (0,05), debido a que es el porcentaje de confianza más usado en la literatura [22].

El valor p que se usará para el estudio es de 0,5, ya que es el que proporciona un mayor tamaño de muestra al menor costo posible y representa el peor escenario [20].

En cuanto al error, el error máximo admisible toma valores entre 0 y 0,1 [22]. A menor error mayor tamaño de muestra. En virtud del nexo entre tamaño del error y tamaño de la muestra la decisión respecto al error máximo admisible será condicionada por la cantidad de recursos disponibles [22]. En este caso se asumirá el 0,1 ya que la decisión de que los participantes acepten ser parte del estudio, depende principalmente de los dueños de los talleres textiles, por lo que se limita el número de participantes disponibles.

Por lo tanto se encuentra que el tamaño de muestra n es:

$$n = \frac{139(1,96)^2(0,5)(1 - 0,5)}{(139 - 1)(0,1)^2 + (1,96^2)(0,5)(1 - 0,5)} = 57$$

Resultados

La muestra obtenida está formada en su totalidad por hombres identificados como indígenas otavaleños, las mujeres no se dedican a esta área de trabajo. (H. Maldonado com. pers. 2016) La edad promedio de los participantes es de 36 años. En su mayoría, inician a laborar en este trabajo desde muy corta edad y una vez que inician, permanecen por varios años, siendo 17 el número de años de experiencia promedio de los participantes.

El 100% de los participantes han sufrido de dolor en alguna parte del cuerpo al momento de realizar la actividad de anudar. Las principales zonas donde se presentan molestias en los participantes son: piernas (82,4%), manos (78,9%) y espalda (66,6%) y en porcentajes menores en hombros y brazos. A continuación en la Fig. 3 se muestra la frecuencia de malestar que se presenta en las diferentes zonas del cuerpo:

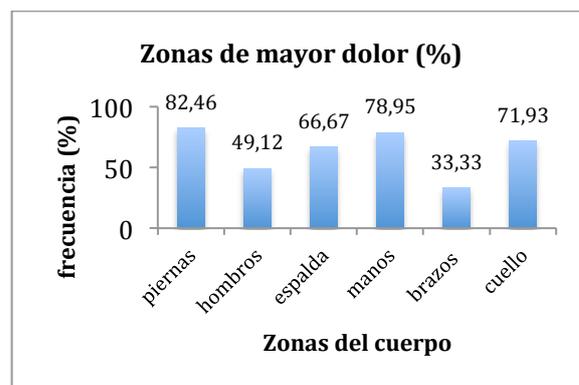


Figura 3: Zonas del cuerpo de mayor molestia al realizar la actividad de anudar.

Fuente: Elaboración propia

Recordar que, cuando se usa el método REBA solo un lado del cuerpo es evaluado, ya sea este el izquierdo o el derecho [24]. Por lo tanto de acuerdo a la actividad que se analice se debe determinar si es necesario la evaluación de un lado o los dos lados del cuerpo [24]. En este caso, la postura de los miembros inferiores que adoptan los tejedores es la misma a lo largo de toda la actividad, pero al anudar se requiere que cada extremidad superior realice una función diferente. Mientras que el lado izquierdo se encarga de sostener todas las hebras de hilo con tres dedos y al mismo tiempo con los otros dos dedos sostener la hebra de hilo a ser anudada. El lado derecho se encarga de realizar el movimiento de anudar. Para ello, la mano derecha realiza tres movimientos: el primero para la selección de la hebra de la urdimbre finalizada (movimiento de extensión), el segundo para la selección de la urdimbre nueva (movimiento de flexión) y la última para anudar las hebras seleccionadas, estos movimientos se repiten a lo largo de toda la actividad. Los movimientos de flexiones y extensiones requieren de cambios de posición mínimos, que no alteran la puntuación en el método REBA, ya que los ángulos que se forman están en un intervalo que corresponde a un mismo puntaje para las tres posiciones mencionadas en el caso de la mano derecha, por lo que para el estudio se considerará únicamente la posición al momento de realizar el nudo. Es decir, que la mano derecha está haciendo movimientos repetitivos constantes mientras que la izquierda se mantiene en una posición casi estática durante todo el proceso. Por lo tanto para este

estudio se realizará el análisis de los dos lados del cuerpo, tanto el izquierdo como el derecho.

Un total de 57 análisis REBA fueron realizados, al igual que 57 análisis Ocrá Checklist, con los mismos participantes.

En el análisis REBA, para ambos lados del cuerpo los resultados del grupo A que evalúa: el cuello, piernas y tronco, fue el mismo. Esto se debe a que al realizar la actividad las únicas partes del cuerpo que cambian de posición son aquellas que forman parte del grupo B: el brazo, el antebrazo y las muñecas, mientras que el resto del cuerpo se mantiene en la misma posición. En la Fig 4 se presenta los resultados obtenidos para cada grupo. Se puede observar que en el grupo A, el 38,6% de los participantes tienen una puntuación de 7, el 24,6% tienen una puntuación de 6, el 17,5% tiene una puntuación de 5, el 5,3% tiene una puntuación de 4, el 8,8% tienen una puntuación de 3 y tan solo el 1,8% tiene puntuación 8.

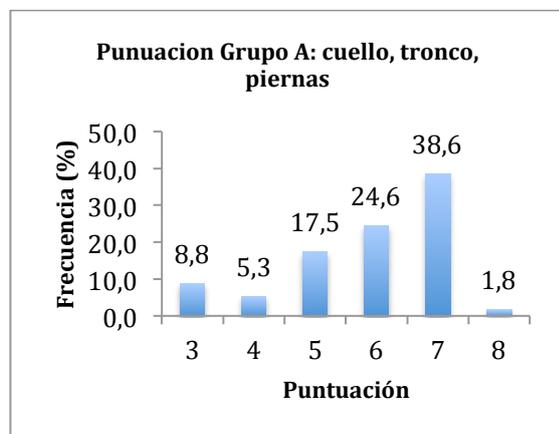


Figura 4: Puntuación grupo A método REBA.
Fuente: Elaboración propia

Mientras que para el grupo B del lado derecho, el mayor puntaje obtenido es 7 en el 43,9% de los participantes, seguido por el puntaje de 5 (40,4%), puntaje 4 (8,8%) y 6 (1,8%). Como se puede observar en la Fig. 5.

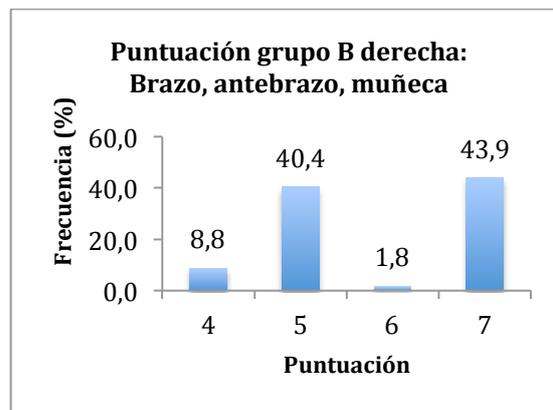


Figura 5: Puntuación grupo B lado derecho.
Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, en el grupo B del lado izquierdo, la puntuación 5 se presenta en el 70,2%, puntuación 7 en el 15,8%, puntuación 4 en el 12,3% y puntuación 6 en el 1,8%. Como se puede observar en la Fig. 6.

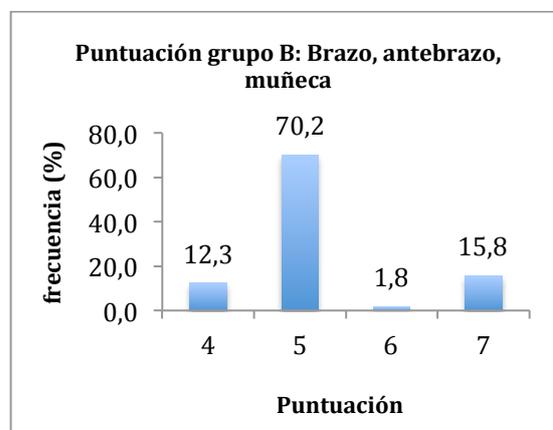


Figura 6: Puntuación grupo B lado izquierdo.
Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente cabe mencionar que en la puntuación del grupo A también está incluido la puntuación del factor fuerza que tuvo una puntuación de 0 debido a que la carga es menor a 5 kg, que es el peso mínimo necesario para sumar puntos a causa de este factor. Por otro lado, en el grupo B está incluido el factor agarre donde se sumó +2 puntos, ya que el agarre durante la actividad no es aceptable. Por último en el factor actividad también se añadió +2 puntos, debido a que se presentan movimientos repetitivos más de 4 veces por minuto, al mismo tiempo que una o más partes del cuerpo permanecen estáticas más de 1 minuto.

Finalmente el resultado global del método REBA para el lado derecho se presenta a continuación en la tabla 3:

Tabla 3: Frecuencia de puntuaciones finales del método REBA para el lado derecho

Puntuación final	Frecuencia (%):	Nivel de riesgo:	Frecuencia acumulada por nivel de riesgo (%)
6	8,8	Nivel medio	10,6
7	1,8	Nivel medio	
8	10,5	Nivel alto	
9	3,5	Nivel alto	40,3
10	26,3	Nivel alto	
11	47,4	Nivel muy alto	49,2
12	1,8	Nivel muy alto	

Fuente: Elaboración propia

Una vez identificados las puntuaciones finales obtenidas por cada participante, se compara con los rangos de puntuaciones de la tabla 1. De donde se obtiene que para el lado derecho, el 10,6% de los participantes están en el rango de puntuación 4-7, lo que se presenta un nivel de riesgo medio y es necesaria la actuación. El 40,3% esta en el rango de puntuación 8-10, lo que representa un nivel de riesgo alto y es necesario la actuación cuanto antes. Mientras que el 49,2% presenta un nivel de riesgo entre 11-15, lo que significa que existe un nivel de riesgo muy alto y es necesario la actuación inmediata.

Por otro lado, los resultados para el lado izquierdo se muestra en la tabla 4:

Tabla 4: Frecuencia de puntuaciones finales del método REBA para el lado izquierdo

Puntuación final	Frecuencia (%):	Nivel de riesgo:	Frecuencia acumulada por nivel de riesgo (%)
5	1,8	Nivel medio	14,1
6	7	Nivel medio	
7	5,3	Nivel medio	
8	10,5	Nivel alto	40,3
9	7	Nivel alto	
10	22,8	Nivel alto	
11	43,9	Nivel muy alto	45,7
12	1,8	Nivel muy alto	

Fuente: Elaboración propia

Donde se observa que el 14,1% de los participantes presenta un nivel de riesgo entre 4-7, lo que se presenta un nivel de riesgo medio y es necesaria la actuación. El 40,3% esta en el rango de puntuación 8-10, lo que representa un nivel de riesgo alto y es necesario la actuación cuanto antes. Mientras que el 45,6% presenta un nivel de riesgo entre 11-15, lo que significa que existe un nivel de riesgo muy alto y es necesario la actuación inmediata.

En el análisis Ocr Checklist que fue aplicado para evaluar la exposición a movimientos y esfuerzos repetitivos de los miembros superiores. Debido a que cada mano realiza una función diferente se realizó un análisis para cada lado, tanto el izquierdo como el derecho.

El resultado obtenido en el factor frecuencia para la mano derecha fue de 1, debido a que el número máximo de movimientos por minuto que realizan al momento de hacer la actividad de anudar es de 31, esto corresponde a 1 de la tabla de acciones técnicas dinámicas sin interrupciones (Apéndice C1). Mientras que para la mano izquierda, se obtiene la puntuación de 4,5 de la tabla de acciones

técnicas estáticas (Apéndice C1), ya que esta mano permanece casi inmóvil a lo largo de toda la actividad, sosteniendo las hebras de urdimbre y la hebra a ser anudada.

En cuanto al factor fuerza, se determinó que la intensidad del esfuerzo se encuentra en un nivel moderado en la escala de Borg (Apéndice C2), del cual se obtuvo una puntuación de 8, debido a que se ejerce este factor casi el 100% del tiempo. En este punto, el factor fuerza hace referencia a ciertas acciones que no necesariamente ejercen fuerzas a causa del manejo de objetos pesados, pero son considerados como fuentes de esfuerzo [16]. En este caso al presionar las hebras de hilo se ejerce una fuerza estática, donde se desarrolla tensión para tratar de vencer la resistencia, sin producir movimiento externo [25].

El factor postura también fue evaluado para los dos lados del cuerpo: izquierdo y derecho. Este factor evalúa: el hombro, el codo, la muñeca y agarre, al mayor puntaje se le suma el puntaje estereotipo. El puntaje que se obtuvo para la mano derecha es 11 y para la mano izquierda también fue 11 puntos (Apéndice C3).

Para los factores adicionales se obtuvo un puntaje de 3 puntos, debido a que el ruido de las máquinas que se encuentran alrededor y la pelusa se mantienen presentes al realizar la actividad. Mientras que para el ritmo de trabajo se determinó una puntuación de 1 ya que no está determinado por la máquina sino por el operador (Apéndice C4).

Por último, en el factor recuperación se obtuvo el puntaje máximo que es 10 puntos, esto se debe a que no existen pausas reales durante toda la actividad.

Para determinar el factor multiplicador se consideró el tiempo en minutos que le toma al tejedor realizar la actividad de anudar. A cada operario le toma un tiempo diferente, de acuerdo a la cantidad de hebras de hilo que debe anudar, que a su vez depende del ancho del producto que se desea obtener. El tiempo mínimo que se encontró en los participantes fue de 120 minutos (2 horas) y la máxima fue de 270 minutos (4,5 horas). El factor multiplicador varía de acuerdo al tiempo que toma hacer la actividad (Apéndice C5). Siendo 0,5 para aquellos que se toman en realizar la

actividad menos de 120 minutos, 0,65 para aquellos que tardan entre 121 a 180 minutos, 0,75 para aquellos que tardan entre 181 a 240 minutos y 0,85 para aquellos que tardan entre 241 a 300 minutos[16]., seguido por el 33,3% de los participantes a quienes les toma entre 121 a 180 minutos.

Finalmente el resultado global del método OCRA checklist para el lado derecho se presenta en la tabla 5. Donde se obtiene que para el lado derecho, el 38,6% se encuentra en el nivel rojo oscuro o nivel de riesgo medio. Mientras que el 61,4% se encuentra en el nivel violeta o nivel de riesgo alto. En ambos casos, se recomienda que se realice un estudio del puesto de trabajo, supervisión médica y entrenamiento.

Tabla 5: frecuencia de puntuaciones final del método OCRA Checklist para el lado derecho

Puntuación final	Frecuencia (%):	Nivel de riesgo:	Frecuencia acumulada por nivel de riesgo (%)
17	5,3	Rojo oscuro o nivel medio	38,6
22,1	33,3	Rojo oscuro o nivel medio	
25,5	28,6	Púrpura o alto	61,4
28,9	22,8	Púrpura o alto	

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, los resultados para el lado izquierdo que se muestra en la tabla 6. Donde se observa que para el lado izquierdo solo el 5,3% se encuentra en el nivel rojo oscuro o nivel de riesgo medio. Mientras que el 94,7% se encuentra en el nivel púrpura o nivel de riesgo alto, en ambos casos se recomienda un estudio del área de trabajo, supervisión médica y entrenamiento.

Tabla 6: Frecuencia de puntuaciones final del método Ocrá Check-list para el lado izquierdo

Puntuación final	Frecuencia (%):	Nivel de riesgo:	Frecuencia acumulada por nivel de riesgo (%)
18,75	5,3	Rojo oscuro o nivel medio	5,3
24,3	33,3	Púrpura o alto	94,7
28,12	38,6	Púrpura o alto	
31,8	22,8	Púrpura o alto	

Fuente: Elaboración propia

Con el fin de determinar si existe diferencia en la acción y cuidado que se debe tomar para cada lado evaluado, en base a las puntuaciones obtenidas en cada metodología, se realizará una comparación de medianas. Lo que permite determinar si existe diferencia estadística en el nivel de riesgo de acuerdo a la parte del cuerpo evaluada, es decir el lado derecho e izquierdo. Dado que las observaciones de cada muestra (lado izquierdo y derecho de cada metodología) no cumplen los supuestos de normalidad, como se muestra en el Apéndice D, ya que el valor p para todos los casos es menor a 0,05. Se usará la prueba de rangos con signos de Wilcoxon que es una prueba no paramétrica y permite analizar datos pareados [26]. Las hipótesis de esta prueba son:

H₀: la mediana del lado izquierdo es igual

a la mediana del lado derecho

Lo que para el estudio significa que el nivel de riesgo es el mismo para cada lado.

H₁: la mediana del lado izquierdo es

mayor a la mediana del lado derecho

Para el estudio significa que el nivel de riesgo no es el mismo para cada lado.

Se encontró que en el método REBA, no existe diferencia estadística entre la mediana del nivel de riesgo del lado derecho en comparación del izquierdo. Es decir que no

existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula (H_0) que dice que las medianas son iguales, dado que el valor p ($valor\ p = 0,065$) es mayor al nivel de significancia establecido ($\alpha = 0,05$), como se puede observar en la Fig 7 obtenida mediante el software Minitab 15.

Prueba de clasificación con signos de Wilcoxon: derecha-izquierda REBA					
Prueba de la mediana=0,00000 vs. la mediana no=0,0000					
	N	Número de prueba	Estadística De Wilcoxon	P	Mediana Estimada
Derecha-izquierda REBA	57	23	194,5	0,065	0,0000

Figura 7: Resultados de la prueba rangos con signo de Wilcoxon. Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, en cuanto a la método OCRA Checklist, se encontró que si existe diferencia estadística en la mediana del nivel de riesgo del lado derecho en comparación del lado izquierdo. Es decir que existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula (H_0) que dice que las medianas son iguales dado que el valor p ($valor\ p=0$) es menor al nivel de significancia establecido ($\alpha = 0,05$), como se puede observar en la Fig 8 obtenido mediante el programa Minitab 15. Dado que el estadístico W es pequeño (0), se rechaza la hipótesis nula en favor de que la mediana del lado izquierdo es mayor a la mediana del lado derecho, lo que significa que el nivel de riesgo del lado izquierdo es mayor [27].

Prueba de clasificación con signos de Wilcoxon: derecha-OCRA					
Prueba de la mediana=0,00000 vs. la mediana no=0,0000					
	N	Número de prueba	Estadística De Wilcoxon	P	Mediana Estimada
Derecha-izquierda REBA	57	57	0,0	0,00	-3,00

Figura 8: Resultados de la prueba rangos con signo de Wilcoxon. Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente se realizó una regresión logística binaria que permite expresar la probabilidad de que ocurra un hecho como función de ciertas variables potencialmente influyentes [19]. En este caso particular, la variable dependiente corresponde a: el operario es más propenso a adquirir un trastorno músculo- esquelético o no, según las variables

predictores que son los factores: edad, años de experiencia, tiempo de actividad (minutos), los mismos que se obtuvieron a través de la encuesta. Dado que a puntuaciones más altas en el método REBA representan un mayor nivel de riesgo y por ende mayor probabilidades de contraer trastornos músculo-esqueléticos [28], se ha establecido que las puntuaciones que corresponden al nivel de riesgo alto (8-10) y muy alto (11-15) se consideran como niveles con probabilidad 1 de contraer trastornos músculo-esqueléticos, mientras que las puntuaciones que están en el nivel de riesgo inapreciable (1), bajo (2-3) y medio (4-7) no generan probabilidad de contraer trastorno músculo-esqueléticos. Los resultados obtenidos mediante el software Minitab 15, se presentan en el Apéndice E1. Dado que el valor p del estadístico G es 0,17, no existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula que dice que ninguno de los coeficientes es distinto de cero. Adicionalmente, al observar los coeficientes individuales de la regresión, ninguno de los factores son significativos ya que sus valores p son mayores al nivel de significancia establecido ($\alpha = 0,05$).

Por otro lado, para el método OCRA checklist, donde se usó la misma analogía para la codificación de los datos dicotómicos. Se encontró que dado el valor p del estadístico G es 0,001, existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula que dice que ninguno uno de los coeficientes es distinto de cero. Al observar los coeficientes individuales de la regresión, la edad y la duración de la actividad son significativos dado que sus valores p son 0,053, 0,025 respectivamente, los cuales son menores o muy cercanos al nivel de significancia establecido ($\alpha = 0,05$). De la misma manera, el modelo señala que de acuerdo al valor p del factor años de experiencia, que es mayor al nivel de significancia, no es significativo y pueden ser excluido del modelo. Estos resultados se puede observar en el Apéndice E2.

Discusión

Tras las puntuaciones obtenidas para el método REBA y el método OCRA checklist, en la actividad de anudado, se observa que no existe relación entre ambos resultados, como se puede observar en la tabla 7. Mientras que para

el método REBA, tan solo el 49,2% de los participantes presentan un nivel de riesgo muy alto para el lado derecho y 45,7% para el lado izquierdo. Para el método OCRA checklist el 61,4% de los participantes presentan un nivel de riesgo alto para el lado derecho y 94% para el lado izquierdo. Evidentemente, según el método OCRA checklist la mayoría de los participantes se encuentra en el nivel de riesgo más alto, en comparación del método REBA.

En cuanto a la comparación estadísticas de medianas entre el lado derecho e izquierdo de cada metodología, se concluye que para el método REBA no existe diferencia en el nivel de riesgo de acuerdo al lado del cuerpo evaluado (derecho e izquierdo), por lo tanto no existe diferencia en el cuidado y las acciones que se deben tomar para cada lado del cuerpo. Mientras que para el método OCRA checklist, si existe diferencia en el nivel de riesgo de acuerdo al lado del cuerpo evaluado (derecho e izquierdo), por lo tanto el cuidado y las acciones que se deben tomar para cada lado deberán ser diferentes. Siendo el lado izquierdo el lado que tiene un nivel de riesgo más alto, requiere de mayores cuidados ya que tiene mayores probabilidades de contraer trastornos músculo-esqueléticos.

Esta diferencia se basa debido a que el método OCRA checklist, evalúa los riesgos en función de factores adicionales, que el método REBA no considera, pero que incrementan el nivel de riesgo. Estos factores son [29]:

- Duración de los movimientos: en este caso el tiempo que les toma a los operarios realizar la actividad esta entre 2 a 4,5 horas.
- Los periodos de descanso: no hay periodos de descanso oficiales.
- La frecuencia de las acciones por minuto: cada lado del cuerpo realiza movimientos diferentes. El lado derecho realiza movimientos dinámicos con un máximo 31 movimientos por minuto. Mientras que el lado izquierdo realiza movimiento estático.
- Tipo de fuerza y duración de la misma: al presionar las hebras de hilo se ejerce una fuerza estática, donde se desarrolla tensión para tratar de vencer la

resistencia, sin producir movimiento externo [25].

- Factores adicionales que se mantienen presentes durante la actividad: en este caso el ruido y la pelusa principalmente.

Inicialmente se puede pensar que el método OCRA checklist sería la mejor herramienta para identificar el nivel de riesgo, debido a que considera otros factores que complementan el análisis. Pero también es importante mencionar que presenta ciertas limitaciones, las mismas que son:

- La mayoría de las opciones tienen respuestas intermedias que no tienen especificaciones ni son cuantificables, por lo que queda al criterio del investigador.
- La evaluación de las posturas se cuantifica únicamente en función del tiempo que se mantiene en dicha posición y no de acuerdo a la gravedad, además la postura no está determinada a ángulos como el método REBA que es más específico en este aspecto.

Por otro lado, las ventajas del método REBA son:

- Las opciones tienen respuestas específicas y cuantificables por lo que no queda a criterio del evaluador.
- La evaluación de las posturas se evalúa de acuerdo al riesgo que genera la postura en ángulos precisos.

Es decir, que las limitaciones del método OCRA checklist, son las ventajas del método REBA, y viceversa.

Además, se puede decir que el método REBA, es de carácter netamente postural, por lo que se aconseja que se use para evaluar puestos de trabajo prolongadas en el tiempo, mientras que el método checklist se aconseja que se use para puestos de trabajos con movimientos repetitivos que involucren los miembros superiores [30].

En cuanto a la revisión de literatura, se ha encontrado un estudio donde se aplicó el método OCRA checklist, en 33 operadores de telares manuales donde se obtuvo que todos los participantes presentaban una puntuación de 33,6 que equivale a un nivel de riesgo alto. Esta puntuación es similar a la obtenida en este estudio, pero cabe mencionar que la actividad que realiza el operario en el caso de las telares manuales es diferente [9].

En cuanto a los resultados obtenidos por la regresión logística binaria, para el método REBA, se concluye que ninguno de los factores predictores considerados para la prueba son significativos, y que ninguno influye en la probabilidad de adquirir trastornos músculo-esqueléticos. Por otro lado, para el método OCRA checklist los factores predictores significativos, que influyen en la probabilidad de adquirir trastorno músculo-esqueléticos son: la edad de los participantes y el tiempo que les toma hacer la actividad (en minutos). Esto coincide con los resultados obtenidos en el estudio de Nag y Hyas (2010), donde se obtuvo entre los factores que influyen el desarrollo de trastornos músculo-esqueléticos son la edad [6] y horas de trabajo [6].

Para validar el modelo de la regresión logística binaria, se preguntó a tres tejedores que formaron parte de la muestra, los datos de los factores significativos: edad y tiempo de actividad. La probabilidad obtenida se presenta a continuación:

Tabla 7: Pronóstico mediante el uso de la regresión logística binaria.

Operario	Probabilidad mediante regresión logística binaria
Edad: 50 años Tiempo de actividad: 240 minutos	0,68
Edad: 28 años Tiempo de actividad: 240 minutos	0,99
Edad: 30 años Tiempo de actividad: 180 minutos	0,75

Fuente: Elaboración propia

Dado que la probabilidad entre 0 y 1 puede medirse como una escala de razón, donde la una probabilidad de 1 representa el doble de una probabilidad 0.5, se estableció que [31]:

Tabla 8: Asignación del nivel de riesgo de acuerdo a la probabilidad de la regresión logística binaria.

Rango de probabilidad	Nivel de riesgo
0-0,2	Aceptable
0,21-0,4	Bajo
0,41-0,6	Medio
0,61-0,8	Alto
0,81-1	Muy alto

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, de acuerdo a la Tabla 7, el primer y tercer operario se encuentra en un nivel de riesgo alto, mientras que el segundo operario se encuentra en un nivel de riesgo muy alto, lo que significa que tiene una probabilidad mayor de adquirir trastornos músculo esqueléticos.

Ante los resultados obtenidos, a continuación se recomiendan ciertas acciones para reducir el nivel de riesgo a los que están expuestos los operadores:

Establecer tiempos de descanso adecuados, para lo cual se debe tomar en cuenta las siguientes consideraciones: que únicamente los lapsos de tiempo entre 8 a 10 minutos son considerados descansos. Además cada periodo de 60 minutos que no incluya un descanso, se cuenta como una hora sin tiempo de recuperación adecuado. La hora antes del almuerzo y la hora antes de terminar la jornada laboral no requieren de tiempo de recuperación [16]. Adicionalmente, el tiempo de almuerzo debe ser de al menos 30 minutos, caso contrario se considerará como un tiempo de recuperación más [16].

Por otro lado, estudios han demostrado que los trabajos prolongados que requieren de actividades de pie, generan mayores de fatiga muscular cuando se lo realiza en superficies duras [32]. Por lo que se recomienda que se realice la actividad en una superficie suave, donde además se deben usar zapatos con suela dura, lo que produce una disminución de la presión estática plantar y por ende una relajación de los músculos [32]. Para ello, se recomienda que se coloquen tapetes

ergonómicos alrededor de la máquina donde se realiza la actividad.

Además se recomienda educar a los operarios en el uso de mascarillas y protectores auditivos para reducir el impacto de los principales factores adicionales que se encuentran presentes, como son: el ruido y la pelusa. Los protectores auditivos son la última línea de defensa que se usa cuando no es posible evitar el ruido [33]. El uso debe ser constante, ya que cuando no se los usa todo el tiempo se reduce la eficacia de los mismos. Además los empleadores quienes son los que proveen de estos equipos deben saber del tiempo de vida útil de los mismos [33]. Ya que en este caso, en su mayoría los participantes contaban con protectores auditivos deteriorados, que además no los usaban todo el tiempo. De la misma manera para los mascarillas de seguridad, que evitan que las partículas y restos de pelusa ingresen a las vías respiratorias.

Finalmente, con el fin de prevenir tensiones musculares es importante que se realice estiramientos de los músculos, antes y después de la actividad, especialmente del lado izquierdo que está expuesto a un nivel de riesgo mayor [34]. Antes de realizar los estiramientos se deben hacer movimientos de calentamiento para evitar desgarres musculares [34]. En este caso es importante que se hagan movimientos especialmente de las manos, los hombros y los brazos.

Agradecimientos

A Ximena Córdova, Vice Rectora de la Universidad San Francisco de Quito, por el apoyo y tutoría durante toda la investigación. De la misma manera, a los propietarios de los talleres textiles de la comunidad de Peguche de la ciudad de Otavalo, por permitir realizar la investigación dentro de sus talleres. Finalmente, a los tejedores quienes participaron en el estudio.

Referencias bibliográficas

- [1] Karwowski, W. (2007). A Comparison of Three Observational Techniques for Assessing Postural Loads in Industry. En *International Journal of occupational Safety and Ergonomics*: 13(1), 3-14. doi: 10.1080/10803548.2007
- [2] Banerjee, P.; Gangopadhyay, S. (2003). A study on the prevalence of upper extremity repetitive strain injuries among the handloom weaver of West Bengal. En *Journal Human Ergol*: 32(1), 17-22.
- [3] Somovia, J. (2003). Informe sobre Seguridad en el Trabajo. Suiza: Organización Mundial del Trabajo.
- [4] Hague, J., Oxborrow, L., McAtamney, L. (2001). *Musculoskeletal disorders and work organisation in the European clothing industry*. Bruselas: European Trade Union Technical Bureau for Health and Safety -
- [5] Priyadarsini, S. (2014). Women in the Indian handloom industry. *International Journal of social development*: 348-4993.
- [6] Nag, A., Hyas, H., & Nag, P.K. (2010). Gender Differences, Work Stressors and Musculoskeletal Disorders in Weaving Industries. En *Industrial Health*:19(8366), 339-348. doi: 10.2486/indhealth.48.339
- [7] Telaprolu, N., & Anne, S. (2014). Physical and psychological work demands as potential risk factors for musculoskeletal disorders among workers in weaving operations. *Indian Journal of Occupational and Environmental Medicine*: 18(3), 129-134. doi: <http://dx.doi.org/10.4103/0019-5278.146910>
- [8] Choobineh, A.; Shahnavaaz, H.; Lahmi, M. 2004. *Major Health Risk Factors in Iranian Hand-Woven Carpet Industry*. En *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*: 10(1), 65-78. doi: 10.1080/10803548.2004.11076596
- [9] Sangeeta, P., Prakash, K., & Debkumar, C. (2013). Ergonomic problems prevalent in handloom units of North East India. En *International Journal of Scienitifc and Publications*: 3(1), 2250-3153. doi: 10.1.1.299.5670
- [10] Subhajit, S., Pawan, P., Ankur, S., & Rahul, B. (2015). A study on health status among power loom workers in Urban Meerut. *International Journal of Contemporary Medicine*:3(1), 2321-1032. doi: 10.5958/2321-1032.2015.00008.X
- [11] Windmeijer, J. (1998). *Modern Traditions: The Otavaleños of Ecuador*. Amsterdam: Centre for Latin American Research and Documentation CEDLA.
- [12] Van, J. H. (1998). Evaluation of work-rest schedules with respect to the effects of postural workload in standing work. En *Ergonomics*: 41(12), 1832-1844. doi: 10.1080/001401398186009
- [13] Sanjeev, G. K.; Thakur, J. 2014. Impact of weaving on family environment: a sociological analysis. En *Indian Streams Research Journal*: 4(8). 2230-7850. doi: 10.9780/22307850.
- [14] Játiva, W. (2013). *Guía multimedia implementada en el aula virtual como herramienta de apoyo*

para la enseñanza-aprendizaje de tejeduría plana. (Grado de la tesis, no publicada). Universidad Técnica del Norte: Ibarra.

- [15] McAtamney, L., & Hignett, S. (2005). *Handbook of Human Factors and Ergonomics Methods*. Neville: CRC PRESS.
- [16] Colombini, D., Occhipinti, E., & Álvarez, E. (2013). *The revised OCRA Checklist method*. Barcelona: Editorial Factors Humans
- [17]. Santrock, J. (2005). "Psychology". Séptima edición. Texas: Mc Graw Hill.
- [18] Fernández, A. (2004). *Investigación y técnicas de mercado. 2da Edición*. Madrid: Editorial Esic.
- [19] Alonso, E. D., & Padilla, D. A. (2001). Regresión logística: Un ejemplo de su uso en endocrinología logistic regression: An example of its use in endocrinology. *Revista Cubana De Endocrinología: 12*(1), 58-64.
- [20] Martínez, A., Muñoz, J., & Pascual, A. (2004). *Tamaño de muestra y precisión estadística*. Almería: Universidad de Almería.
- [21] Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Otavalo *Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Otavalo Provincia de Imbabura*. (2015). Imbabura: Ecuador. Documento oficial del Gobierno
- [22] Martínez, C. (2002). *Estadística y Muestreo*. Bogotá: Ecoe Ediciones.
- [23] Vivanco, M. (2005). *Muestreo Estadístico. Diseño Y Aplicaciones*. Santiago de Chile: Editorial Universitaria.
- [24] Middlesworth, M. Rapid Entire Body Assessment (REBA). Recuperado de: www.ergp-plus.com
- [25] Rodríguez, P. (1997). *Fuerza, su clasificación y pruebas de valoración*. Murcia: Universidad de Murcia.
- [26] Montgomery, D. (2002). *Probabilidad y estadística aplicada a la ingeniería*. México: Limusa Wiley.
- [27] Walpole, R. E. (1999). *Probabilidad y estadística para ingenieros*. México: Educación Pearson
- [28] Mohd, R.; Zulkifli, D., & Zulkifli, N. (2008). Identification of Ergonomics Risk Factors in the Fishery Industry. *Southeast Asian Ergonomics Society Conference*.
- [29] Cuesta, S., Mas, J., & Marzal, J. (2010). *Evaluación de un puesto de trabajo para reducir la incidencia de trastornos músculo-esqueléticos aplicando el método check list ocr*. Madrid: XIV internacional congress on Project engineering.
- [30] Rojas, A., Ledesma, J. (2003). Método de evaluación de la exposición a la carga física debida a movimientos repetitivos: estudio de campo. *Centro Nacional de Medios de Protección INSHT: 26*, 20-44.

[31] Guádia, J., Freixa, M., Però, M. & Turbany, J. (2007). *Análisis de datos en Psicología*. Madrid: Delta Publicaciones

[32] Madeleine, P., Voigt, M., & Arendt-Nielsen, L. (1997;1998;). Subjective, physiological and biomechanical responses to prolonged manual work performed standing on hard and soft surfaces. *En European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology: 77(1)*, 1-9.
doi:10.1007/s004210050292

[33] Herrick, R. (2012). *Protección personal*. [Versión libro electrónico]. Recuperado de:
<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo1/31.pdf>

[34] Workman, D. (2003). *Carpal Tunnel Syndrome*. Texas: Latin percussion

Apéndice A. Encuesta inicial

1. Edad: _____

2. Genero: M _____ F _____

3. Años de experiencia: _____

4. Tiempo de actividad: _____

6. Mientras estaba anudando, ha experimentado algún tipo de dolor o disconformidad?

Si _____ No _____

7. En qué zona del cuerpo?

___ Brazo

___ Antebrazo

___ Muñeca

___ Hombros

___ Cuello

___ Piernas

___ Espalda

Apéndice B. REBA Employee Assessment Worksheet

ERGONOMICS REBA Employee Assessment Worksheet Task Name: _____ Date: _____

A. Neck, Trunk and Leg Analysis

Step 1: Locate Neck Position
 +1 (15-20°) +2 (20-30°) +3 (30-45°)
 Neck Score:
 Step 1a: Adjust...
 If neck is twisted: +1
 If neck is side bending: +1

Step 2: Locate Trunk Position
 +1 (0-15°) +2 (15-30°) +3 (30-45°) +4 (45-60°)
 Trunk Score:
 Step 2a: Adjust...
 If trunk is twisted: +1
 If trunk is side bending: +1

Step 3: Legs
 +1 (0-15°) +2 (15-30°) +3 (30-45°) +4 (45-60°)
 Leg Score:
 Adjust: If shock or rapid build up of force: add +1

Step 4: Look-up Posture Score in Table A
 Using values from steps 1-3 above, locate score in Table A.
 Posture Score A:

Step 5: Add Force/Load Score
 If load < 11 lbs.: +0
 If load 11 to 22 lbs.: +1
 If load > 22 lbs.: +2
 Adjust: If shock or rapid build up of force: add +1
 Force / Load Score:

Step 6: Score A, Find Row in Table C
 Add values from steps 4 & 5 to obtain Score A.
 Find row in Table C.
 Score A:

Scoring
 1 = Negligible Risk
 2-3 = Low Risk. Change may be needed.
 4-7 = Medium Risk. Further investigate. Change Soon.
 8-10 = High Risk. Investigate and Implement Change
 11+ = Very High Risk. Implement Change

Scores

Table A

	Neck												
	1				2				3				
Leg	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Trunk	1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
Posture	2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
Score	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

Table B

	Lower Arm						
	1			2			
Wrist	1	2	3	1	2	3	
Upper Arm	1	1	2	2	1	2	3
Score	2	1	2	3	2	3	4
	3	3	4	5	4	5	5
	4	4	5	5	6	6	7
	5	6	7	8	7	8	8
	6	7	8	8	9	9	9

Table C

Score A	Score B											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	1	2	3	4	5	6	7	7	7
2	1	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	
6	5	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	
7	7	7	7	8	9	9	10	10	11	11	11	
8	8	8	8	9	10	10	10	10	11	11	11	
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	
10	10	10	10	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	

B. Arm and Wrist Analysis

Step 7: Locate Upper Arm Position:
 +1 (20°) +2 (20-30°) +3 (30-45°) +4 (45-60°)
 Upper Arm Score:
 Step 7a: Adjust...
 If shoulder is raised: +1
 If upper arm is abducted: +1
 If arm is supported or person is leaning: -1

Step 8: Locate Lower Arm Position:
 +1 (0-15°) +2 (15-30°)
 Lower Arm Score:

Step 9: Locate Wrist Position:
 +1 (0-15°) +2 (15-30°)
 Wrist Score:
 Step 9a: Adjust...
 If wrist is bent from midline or twisted: Add +1

Step 10: Look-up Posture Score in Table B
 Using values from steps 7-9 above, locate score in Table B.
 Posture Score B:

Step 11: Add Coupling Score
 Well fitting Handle and mid range power grip, **good**: +0
 Acceptable but not ideal hand hold or coupling, **fair**: +1
 acceptable with another body part, **fair**: +1
 Hand hold not acceptable but possible, **poor**: +2
 No handles, awkward, unsafe with any body part, **Unacceptable**: +3
 Coupling Score:

Step 12: Score B, Find Column in Table C
 Add values from steps 10 & 11 to obtain Score B. Find column in Table C and match with Score A in row from step 6 to obtain Table C Score.
 Score B:

Step 13: Activity Score
 +1 1 or more body parts are held for longer than 1 minute (static)
 +1 Repeated small range actions (more than 4x per minute)
 +1 Action causes rapid large range changes in postures or unstable base
 Activity Score:

Table C Score + Activity Score = REBA Score

Figura 9: REBA Employee Assessment Worksheet

Apéndice C. OCRA Checklist

C1. Factor de frecuencia

Tabla 9: Acciones técnicas dinámicas OCRA Checklist

FREQUENCY	A Frequency factor score when brief interruptions ARE possible	B Frequency factor score when brief interruptions ARE NOT possible
Menor 22.5	0.0	0.0
22.5 to 27.4	0.5	0.5
27.5 to 32.4	1	1
32.5 to 37.4	2	2
37.5 to 42.4	3	4
42.5 to 47.4	4	5
47.5 to 52.4	5	6
52.5 to 57.4	6	7
57.5 to 62.4	7	8
62.5 to 67.4	8	9
67.5 to 72.4	9	10
Mayor a 72.4	9	10

fuentes: [16]

C2. Factor: fuerza

Tabla 10: Puntuaciones factor fuerza OCRA Checklist

FORCE OF 3-4		FORCE OF 5-6-7		FORCE OF 8-9-10	
Time as %	Score	Time as %	Score	Time as %	Score
5	0.50	0.33	4.00	0.33	6.00
10	0.50	1.00	8.00	1.00	12.00
18	1.00	1.50	9.00	1.33	13.00
26	1.50	2.00	11.0	1.67	14.00
33	2.00	2.50	11.0	2.00	15
37	2.50	3.00	12.0	2.33	16
42	3.00	3.50	13.0	2.67	17
46	3.50	4.00	14.0	3.00	18
50	4.00	4.50	15.0	3.33	19
54	4.50	5.00	16.0	3.67	20
58	5.00	5.63	17.0	4.00	21
63	5.50	6.25	18.0	4.33	22
67	6.00	6.88	19.0	4.67	23
75	6.50	7.50	20.0	5.00	24
83	7.00	8.13	21.0	5.63	25
92	7.50	8.75	22.0	6.25	26
100	8.00	9.38	23.0	6.88	27
		10.0	24.0	7.50	28
				8.13	29
				8.75	30
				9.38	31
				10.00	32

fuelle: [16]

C3. Factor de posturas forzadas:

Tabla 11: Puntuaciones factor posturas OCRA Checklist

Time in the awkward posture	Score
Shoulder The arms are kept at about shoulder height, without support, (or in other extreme postures) for	
10%-24% of the time	2
25%-50% of the time	6
51%-80% of the time	12
more than 80% of the time	24
Elbow The elbow executes sudden movements (wide flexion-extension or pronosupination, jerking movements, striking movement) for	
25%-50% of the time	2
51%-80% of the time	4
more than 80% of the time	8
Wrist The wrist must bent in an extreme position, or must keep awkward posture (such as wide flexion/extension, or wide lateral deviation) for	
25%-50% of the time	2
51%-80% of the time	4
more than 80% of the time	8
Hand The hand take objects or tolos in pinch, hook, grip, pinch or other different kinds of grasp for	
25%-50% of the time	2
51%-80% of the time	4
more than 80% of the time	8

fuente: [16]

C4. Factores adicionales

Tabla 12: Puntuaciones factores adicionales OCRA Checklist

ADDITIONAL FACTOR	
Choose one answer per block. The final score is the sum of the two scores	
Block A: Physico-mechanical factors	
2	Inadequate gloves (uncomfortable, too thick, wrong size) are used more than half the time for the task
2	Presence of 2 or more sudden, jerky movements per minute
2	Presence of at least 10 repeated impacts (use of hands as tools to hit) per hour.
2	Contact with cold surfaces (less than 0C) or performance of tasks in cold chambers for more than half the time.
2	Use of vibrating tools at least one third of the. Assign a score of 4 if these tools involve a high degree of vibration (e.g. pneumatic hammers, etc)
2	Tools are used that cause compression of muscle and tendón structures (check for the presence of redness, calluses, wounds, etc., on the skin).
2	More than half the time spent performing precision tasks (tasks on areas of less than 2 or 3 min), requiring the worker to be physically close o see.
2	More than one additional factors (e.g.,.....) is present at same time for more than half the time.
3	One or more additional factors (e.g.,.....) are present almost the entire cycle
Block B: Socio-organisational factors	
1	The work rate is determined by the machine, but recovery spaces exist allowing the rate to be sped up or slowed down
2	The work rate is entirely determined by the machine

fuente: [16]

C5. Facto multiplicador

Tabla 13: Factor multiplicador OCRA Checklist

MULTIPLIER OF THE NET DURATION OF THE REPETITIVE WORK PERFORMED DURING THE SHIFT	
Net duration of repetitive work (minutes)	Duration multiplier
60-120	0.5
121-180	0.65
181-240	0.75
241-300	0.85
301-360	0.925
361-420	0.95
421-480	1
Over 480	1.5

fuente: [16]

Apéndice D. Pruebas de normalidad

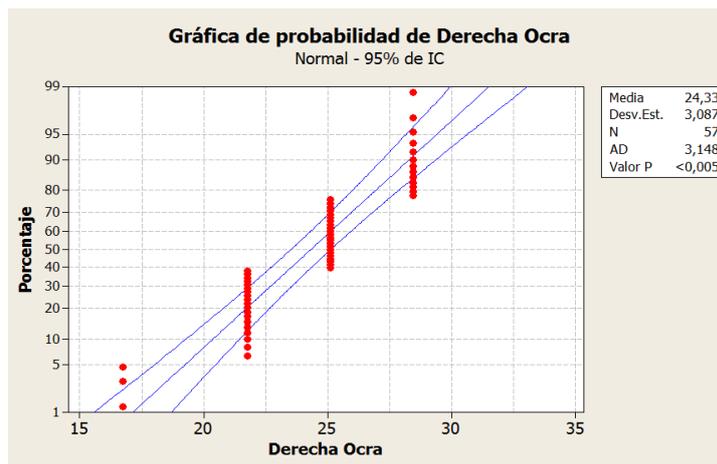


Figura 10: Prueba de normalidad para los resultados finales del análisis OCRA (lado derecho).
Fuente: Elaboración propia

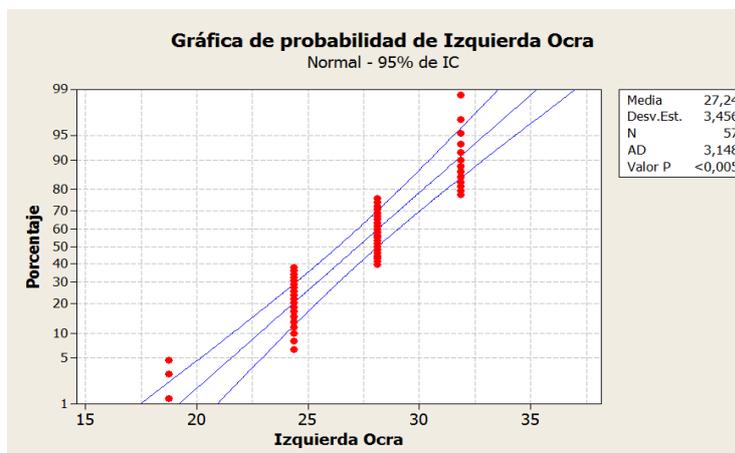


Figura 11: Prueba de normalidad para los resultados finales del análisis OCRA (lado izquierdo).
Elaboración propia

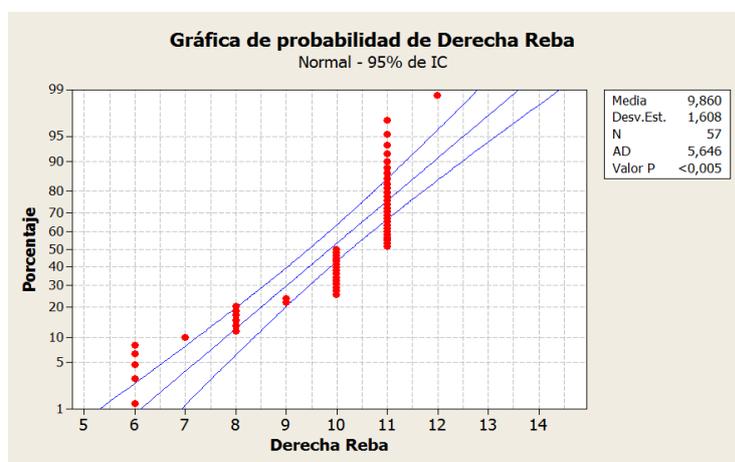


Figura 12: Prueba de normalidad para los resultados finales del análisis REBA (lado derecho).
Elaboración propia

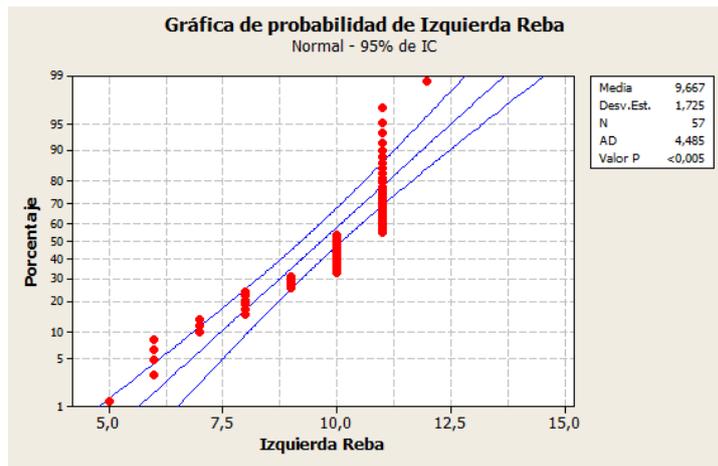


Figura 13: Prueba de normalidad para los resultados finales del análisis REBA (lado izquierdo).
Elaboración propia

Apéndice E. Regresión logística binaria

E.1 Regresión logística binaria para el método REBA

Binary Logistic Regression: probabilidad versus años; años de expe; ...

Link Function: Logit

Response Information

Variable	Value	Count
probabilidadReba	1	49 (Event)
	0	8
Total		57

Logistic Regression Table

Predictor	Coef	SE Coef	Z	P	Odds Ratio	95% CI	
						Lower	Upper
Constant	5.31979	2.67481	1.99	0.047			
años	0.0406923	0.0583292	0.70	0.485	1.04	0.93	1.17
años de experiencia	-0.0709277	0.0653786	-1.08	0.278	0.93	0.82	1.06
duracion	-0.0175313	0.0093571	-1.87	0.061	0.98	0.96	1.00

Log-Likelihood = -20.666

Test that all slopes are zero: G = 4.907, DF = 3, P-Value = 0.179

Goodness-of-Fit Tests

Method	Chi-Square	DF	P
Pearson	60.6708	53	0.219
Deviance	41.3317	53	0.878
Hosmer-Lemeshow	7.5450	8	0.479

Figura 14: Regresión logística binaria para el método REBA. Fuente: Elaboración propia

E.2 Regresión logística binaria para el método OCRA checklist

Binary Logistic Regression: probabilidad versus años; años de expe; ...

Link Function: Logit

Response Information

Variable	Value	Count	
probabilidad Ocra	1	52	(Event)
	0	5	
Total		57	

Logistic Regression Table

Predictor	Coef	SE Coef	Z	P	Odds		
					Ratio	Lower	Upper
Constant	-2.38702	3.22405	-0.74	0.459			
años	-0.221489	0.114591	-1.93	0.053	0.80	0.64	1.00
años de experiencia	0.326983	0.182854	1.79	0.074	1.39	0.97	1.98
duracion	0.0493992	0.0220618	2.24	0.025	1.05	1.01	1.10

Log-Likelihood = -8.528

Test that all slopes are zero: G = 16.829, DF = 3, P-Value = 0.001

Goodness-of-Fit Tests

Method	Chi-Square	DF	P
Pearson	18.1903	53	1.000
Deviance	17.0552	53	1.000
Hosmer-Lemeshow	5.7518	8	0.675

Figura 15: Regresión logística binaria para el método OCRA checklist. Fuente: Elaboración propia