

IMPLEMENTACIÓN DE UN PROCESO DE INTERVENCIÓN ERGONÓMICA EN UNA IMPRENTA CUBANA

Dr. C. Yordán Rodríguez Ruíz

ergcuba@gmail.com

MSc. Elizabeth Pérez Mergarejo

eperezmergarejo@gmail.com

Facultad de Ingeniería Industrial

Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echeverría” (ISPJAE)

Resumen: El objetivo de este trabajo fue proponer un proceso de intervención ergonómica para las empresas. El proceso consta de cinco actividades: (1) identificar problemas en el puesto de trabajo, (2) evaluación ergonómica de puestos de trabajo, (3) propuestas de intervención ergonómica, (4) evaluación de las propuestas y (5) implementación y seguimiento. Fue descrito un caso de estudio desarrollado en una imprenta cubana, a partir del proceso diseñado. Los resultados obtenidos revelaron la utilidad del proceso de intervención ergonómica propuesto. A través del empleo del método de evaluación ergonómica ERIN, la simulación de la línea de producción y el análisis costo/beneficio se reflejó el impacto de las intervenciones ergonómicas implementadas, en cuanto a la disminución del riesgo de exposición, aumento de la productividad y viabilidad económica.

Palabras Claves: Desórdenes músculo-esqueléticos, Ergonomía, ERIN, intervenciones ergonómicas, simulación.

Abstract: In this paper an ergonomic intervention process is proposed. The process is divided into five activities: (1) identifying problems in the workstation, (2) ergonomic assessment, (3) proposing ergonomic interventions (4) evaluation of changes and (5) implementation and monitoring. A case study of a Cuban printer's was described using the ergonomic process. The results have shown the usefulness of the ergonomic process for the studied enterprise. ERIN method, simulation of the line production and the cost/benefit analysis were used to show the impact of the implemented ergonomic interventions. The impact was expressed in terms of reduction of worker exposure to work-related musculoskeletal risk factors, improve productivity and economic feasibility.

Keywords: Musculoskeletal disorders, Ergonomics, ERIN, ergonomic interventions, simulation.

1. INTRODUCCIÓN

Uno de los paradigmas de los directivos empresariales es lograr aumentar la productividad de su negocio y que al mismo tiempo los trabajadores no tengan problemas de salud y estén satisfechos y comprometidos con los objetivos organizacionales. Una disciplina científica que ha contribuido a este paradigma es la Ergonomía o Ingeniería de los Factores Humanos, la que se desarrollará, en la medida en que los practicantes de la Ergonomía sean capaces de transferir a la práctica de las empresas los descubrimientos obtenidos en este campo [1].

La Ergonomía ha sido utilizada universalmente con el objetivo de mejorar la calidad de la vida humana [2]. Los profesionales de la Ergonomía se ocupan del diseño de interfaces entre los humanos y otros elementos del sistema para mejorar la salud, seguridad, confort y productividad, incluyendo la calidad y disminuyendo el error humano [2]. En la comunidad de Ergonomía es una creencia común que el trabajo de los ergónomos contribuye a los objetivos sociales de una organización por medio de la protección de la salud del trabajador así como con los objetivos económicos en relación con la productividad y la calidad. Aunque en la mayoría de las organizaciones la productividad y la calidad son objetivos fundamentales, las contribuciones de la Ergonomía todavía no han sido ampliamente reconocidas por la comunidad empresarial, y en los casos donde ocurre, la Ergonomía generalmente es aplicada en etapas tardías y con alcance muy limitado [3]. Hendrick, menciona cuatro razones que han provocado la falta de reconocimiento de la Ergonomía en la comunidad empresarial [4]:

1. Muchas soluciones "ergonómicas" son ejemplos de mala Ergonomía.
2. La Ergonomía es considerada como "sentido común" y no como una ciencia y una profesión.
3. Carencia de información sobre los costos/beneficios en intervenciones ergonómicas.
4. Los ergónomos no justifican sus actividades.

Un enfoque que ha sido utilizado para la aplicación de la Ergonomía es el empleo de modelos, procedimientos, programas o procesos que estandarizan y ordenan las actividades a realizar en la empresa [5-8]. Aunque de indudable valor, en ocasiones los profesionales que se inician en las actividades en el campo de la Ergonomía no logran captar el enfoque holístico contenido en estos modelos. Otro elemento, es que muchas de las propuestas realizadas no se materializan, dado en alguna medida porque no se evalúa el impacto de cada propuesta, ni se presenta en términos atractivos para la organización.

Considerando lo anterior, en este trabajo se propone un proceso de intervención ergonómica, describiéndose brevemente las actividades que de forma ordenada se deben realizar. Además, se presenta un caso de estudio de una imprenta cubana, siguiendo el proceso de intervención ergonómica diseñado.

2. PROCESO DE INTERVENCIÓN ERGONÓMICA

El proceso de intervención ergonómica diseñado se muestra en la Figura 1. Se proponen cinco actividades, que guían a los practicantes de la Ergonomía y la Seguridad y Salud en el Trabajo durante la intervención.

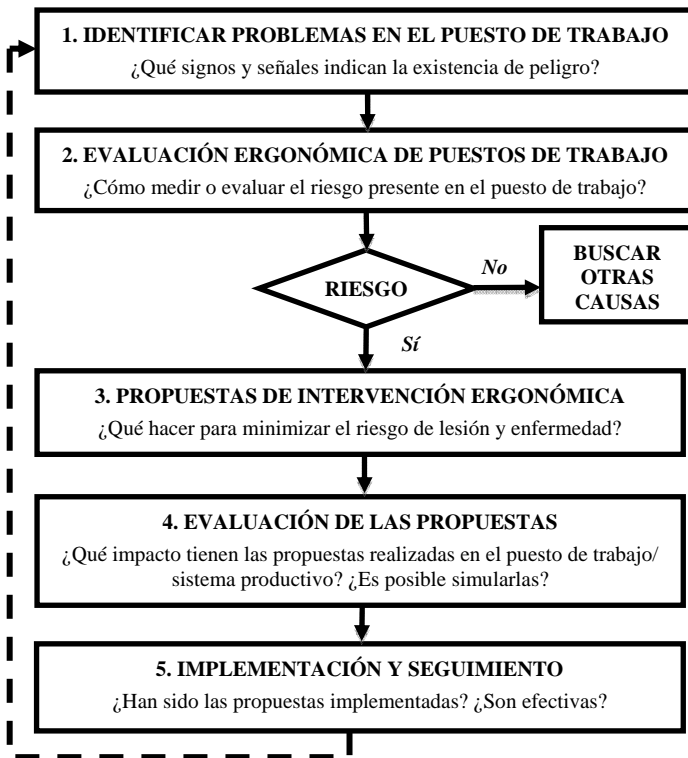


Figura 1. Proceso para realizar intervenciones ergonómicas.

A continuación se describen las actividades del proceso de intervención ergonómica.

Actividad 1. Identificar problemas en el puesto de trabajo: se deben determinar los factores de riesgo existentes en el puesto de trabajo a partir de signos y señales que inciden de forma negativa en el comportamiento del trabajador y de la producción [5;6;9]. La búsqueda de esta información se puede realizar de forma pasiva (registros estadísticos de enfermedades o accidentes; consultas a los trabajadores, empleadores y partes interesadas;

observación directa a los trabajadores, tareas y puestos de trabajo) y activa (cuestionarios, exámenes médicos, entre otros) [5;6;10]. Una vez identificado el peligro presente en el puesto de trabajo debe ser realizada la evaluación de riesgo contemplada en la segunda actividad.

Actividad 2. Evaluación ergonómica de puestos de trabajo: es conveniente priorizar las áreas de mayor riesgo, más aún cuando los recursos y tiempo son limitados. Pueden ser empleadas listas de chequeo, herramientas/métodos de evaluación ergonómica, se pueden crear grupos participativos de evaluación de riesgos, entre otras acciones [5;6;11]. Como resultado de la evaluación ergonómica se determina si existe riesgo en el puesto de trabajo, y de existir, se realizan propuestas para mejorar esta situación. De no existir riesgo, es necesario buscar otras causas que puedan propiciar los problemas antes identificados.

Actividad 3. Propuestas de intervención ergonómica: el propósito de esta actividad es minimizar o eliminar la exposición a factores de riesgo. Las fuentes principales de posibles soluciones se pueden encontrar en los trabajadores que realizan y supervisan el trabajo; los fabricantes o proveedores de los equipos de trabajo; especialistas de diferentes campos de la ingeniería; ergónomos, encargados de la seguridad y salud ocupacional, y en otros puestos de trabajo donde se ejecuten tareas similares. Norman y Wells clasifican las intervenciones ergonómicas en tres grupos [12]: (1) ingenieriles, dirigidas a disminuir la exposición de riesgos físicos, (2) administrativas, centradas en cambiar la forma en que está organizado y diseñado el trabajo y (3) comportamiento/personal, enfocadas en el comportamiento y capacidades del trabajador. Ejemplos de intervenciones ergonómicas son: la reducción y redistribución de la carga de trabajo,

rediseños de los medios de trabajo (sillas, herramientas), reducción de las fuentes de ruido, mejorar la iluminación y capacitación de los trabajadores, entre otras [5].

Actividad 4. Evaluación de las propuestas: esta actividad es muy importante, pues una evaluación acertada de la(s) propuesta(s) realizadas permite seleccionar las más convenientes según las variables consideradas, que obviamente varían según el contexto. Para ello es necesario medir el impacto que tiene cada propuesta de mejora realizada sobre el puesto de trabajo y/o el sistema productivo o de servicio. Debe analizarse si la propuesta resuelve el problema parcial o completamente, si la organización es capaz de asumir la implementación y si la relación costo/beneficio es favorable. Indicadores de salud, económicos y productivos son usualmente empleados en la justificación de las propuestas y comparación entre estas [13]. Desafortunadamente, los ergonomos y profesionales afines, generalmente están limitados en el cumplimiento de esta crucial tarea, pues los métodos y herramientas necesarios no siempre se incluyen en su formación de base [3]. Es por ello que una vía efectiva es la creación de grupos multidisciplinarios, ya que cada participante aporta su enfoque y conocimientos, lográndose de esta manera un análisis más integral. Esta actividad a criterio de los autores es esencial para que se lleven a la práctica las propuestas, teniendo en cuenta una máxima, que plantea que el valor de un proyecto es nulo si no es implementado. Los resultados de la evaluación deben presentarse en un lenguaje atractivo y comprensible para los directivos, señalando las ventajas y desventajas de cada propuesta, e incluyendo su respectivo análisis costo/beneficio.

Actividad 5. Implementación y seguimiento: su objetivo es inspeccionar que las propuestas han sido

implementadas tal cual se concibieron y comprobar su efectividad. Durante la implementación es recomendado para lograr una mayor aceptación que participen los trabajadores y que mientras dure la adaptación a la nueva propuesta estos sean monitoreados y capacitados [14]. Es importante mantener a todos (trabajadores y alta dirección) convencidos con las nuevas propuestas para que no retornen a las antiguas condiciones [14]. Es posible que no se haya logrado todo el efecto deseado en un primer intento, por lo que el proceso diseñado se puede emplear de forma cíclica, posibilitando la mejora continua.

3. DESARROLLO

El caso de estudio que se presenta a continuación fue desarrollado en el área de engomado de una imprenta, en la cual se realiza el plegado y engomado de los productos finales (estuches), siendo la última operación del proceso de impresión.

La línea de producción está compuesta por tres máquinas ensambladas de forma secuencial: engomadora, embaladora y precintadora, las cuales son preparadas y monitoreadas por un trabajador denominado operario principal. La línea está conformada por 2 estaciones de trabajo: la estación 1 con un operario que alimenta la máquina con los estuches (abastecedor de estuches) y la estación 2 con un operario que retira los estuches de la máquina (envasador de estuches). En la Tabla 1 se describen las actividades realizadas en cada estación y se muestran en la Figura 2.

Tabla 1. Descripción de las estaciones de trabajo en la máquina.

Función de la Estación 1
Abastecedor de estuches: Alimentar la máquina con los estuches (grupos de 200) y comprobar visualmente problemas de calidad de los estuches.
Función de la Estación 2
Envasador de estuches: Retirar los estuches plegados y pegados de la máquina (grupos de 85 a 100 estuches) y colocarlos en las cajas (1 caja contiene 1050 estuches). Comprueba visualmente problemas de calidad de los estuches.



Figura 2. Estaciones de trabajo 1 y 2 (de izquierda a derecha).

3.1 Identificar problemas en el puesto de trabajo

Para identificar los problemas fueron entrevistados los trabajadores del área de engomado y los empleadores respecto a las condiciones, métodos y medios de trabajo. Se observaron los puestos de trabajo y se tomaron videos para un análisis posterior más detallado de las posturas adoptadas y los métodos de trabajo. En general, en esta empresa el sistema de compensación instaurado provoca que no se presenten certificados médicos pues se afectan algunos incentivos salariales de los trabajadores. No obstante, los trabajadores manifiestan malestar y dolor en el sistema músculo-esquelético. Por esta razón fue aplicado un cuestionario de síntomas músculo-esqueléticos (CSMEs) [15] a los operarios de las dos estaciones de trabajo. Obteniéndose que para ambas estaciones las principales dolencias están

localizadas en el lado derecho del cuerpo. En la estación de trabajo 1, en la espalda baja, pierna y tobillo; y en la estación de trabajo 2, en el cuello, hombro/brazo, espalda baja y muñecas.

A continuación se presentan los principales problemas encontrados en cada estación de trabajo:

Estación de trabajo 1:

- Trabajo de pie durante más de 4 horas.
- Frecuentes inclinaciones laterales del tronco.
- Posturas extremas de la muñeca.

Estación de trabajo 2:

- Trabajo de pie durante más de 4 horas.
- Giros severos y frecuentes del cuello, el tronco y las extremidades superiores (destacándose de las muñecas).
- Tensión generada en el trabajador al trabajar al ritmo de la máquina, ya que es necesario mantener un flujo continuo de la producción para evitar que la máquina se detenga.
- Los trabajadores referencian fatiga física al final del turno de trabajo.

Es importante destacar que el ritmo de producción que se establezca en la estación de trabajo 2 determinará el volumen de producción de la línea.

Los problemas encontrados indican la necesidad de realizar una evaluación ergonómica a las estaciones de trabajo del área de engomado.

3.2 Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

Para la evaluación ergonómica de las estaciones de trabajo se aplicó el método Evaluación de Riesgo Individual (ERIN) [16], el cual permite evaluar la exposición a factores de riesgo relacionados a los desórdenes músculo-esqueléticos (DMEs) de origen laboral. Como resultado final ERIN ofrece el nivel de exposición a factores de riesgo de DMEs, a partir del nivel de riesgo global calculado por la suma del riesgo de las siete variables incluidas, recomendando diferentes niveles de acción ergonómica que se muestran en la Tabla 2. La hoja de campo ERIN empleada se muestra en la Figura 3.

Tabla 2. Nivel de riesgo y acción ergonómica recomendada según el riesgo global en ERIN.

Zona	Riesgo global	Nivel de riesgo	Acción ergonómica
Verde	7-14	Bajo	No son necesarios cambios
Amarillo	15-23	Medio	Se requiere investigar a fondo, es posible realizar cambios
Naranja	24-35	Alto	Se requiere realizar cambios en breve periodo de tiempo
Rojo	> 36	Muy Alto	Se requiere de cambios inmediatos

ERIN: Evaluación del Riesgo Individual

Considere los pasos 1, 2 y 3 para las variables Tronco, Brazo, Muñeca y Cuello; y para las variables Ritmo, Esfuerzo y Autovaloración el paso 4.

PASOS: 1. Observe al trabajador y seleccione la postura crítica para la región del cuerpo evaluada. (Ajuste con las figuras y el texto)
 2. Adicione el ajuste en caso que corresponda para obtener la Carga postural.
 3. Determine el riesgo por variable dado por la interacción entre la Carga postural y el movimiento de la región del cuerpo, anótalo en la casilla correspondiente.
 4. Determine el valor de riesgo para las variables Ritmo, Esfuerzo y Autovaloración según se indica en cada tabla, anótalo en la casilla correspondiente.
 5. Sume los valores de riesgo para obtener el Riesgo Total.
 6. Determine el Nivel de Riesgo correspondiente.

Nivel de riesgo:

- Tronco:** Flexión ligera o severa (con o sin apoyo), Flexión moderada o severa (con o sin apoyo), Flexión severa, Extensión.
- Brazo:** Extensión ligera, Flexión ligera, Extensión severa, Flexión moderada, Flexión severa.
- Muñeca:** Flexión o extensión ligera, Flexión o extensión severa, Rotación.
- Cuello:** Flexión Ligera, Flexión Severa, Extensión.

Niveles de Riesgo:

Riesgo Total	Nivel de riesgo	Acción recomendada
7-14	Bajo	No son necesarios cambios
15-23	Medio	Se requiere investigar a fondo, es posible realizar cambios
24-35	Alto	Se requiere realizar cambios en un breve periodo de tiempo
>36	Muy Alto	Se requiere de cambios inmediatos

Velocidad de trabajo:

Duración (hora)	Muy lento (< 10 vueltas)	Lento (10-20 vueltas)	Normal (20-30 vueltas)	Rápido (30-40 vueltas)	Muy Rápido (> 40 vueltas)
< 2 h	1	1	1	4	5
2-4 h	1	2	2	5	8
4-8 h	2	3	3	8	7
> 8 h	2	4	5	7	7

Esfuerzo:

Clasificación	Esfuerzo posible	Frecuencia
Liviano	Puñado (Palancas para retirar)	< 5 por minuto
Ligero	Ligero (Palancas para retirar)	5-10 por minuto
Medio	Medio (Palancas para retirar)	1-2 por minuto
Peso	Medio (Palancas para retirar)	1-2 por minuto
Muy Pesado	Esfuerzo sustancial constante	3-7 por minuto
Casi Imposible	Uso de fuerza y ritmo para hacer referencia	6-8 por minuto
		7-8 por minuto

Autovaloración:

Descripción	Riesgo
Nada estresante	1
Ligero estresante	2
Estresante	3
Muy estresante	4
Extremadamente estresante	5

Prof. Dr. C. Yordán Rodríguez Ruiz, ISPIAE, yordanz@supsi.upm.edu.es

Figura 3. Hoja de campo ERIN.

Los resultados de la evaluación ergonómica con el método ERIN para cada estación se muestran en la Tabla 3.

Para la estación de trabajo 1 el nivel de exposición a factores de riesgo fue medio, con un riesgo global de 19. Según el método ERIN en este puesto se debe realizar una investigación más profunda para determinar si es necesario realizar cambios. Para la estación de trabajo 2 el nivel riesgo fue muy alto, con un riesgo global de 41 y según el método ERIN, en esta estación de trabajo se requieren cambios inmediatos.

Tabla 3. Puntuaciones de ERIN en las estaciones de trabajo.

Variables	Estación	Estación
	1	2
Postura y frecuencia movimiento del tronco	6	5
Postura y frecuencia movimiento del brazo	2	8
Postura y frecuencia movimiento de las muñecas	3	6
Postura y frecuencia movimiento del cuello	2	7
Ritmo	2	4
Intensidad del Esfuerzo	2	8
Autovaloración	2	3
Riesgo Global	19	41
Nivel de riesgo	Medio	Muy Alto

3.3 Propuestas de intervención ergonómica

Las propuestas de intervención ergonómica realizadas en las estaciones analizadas son una combinación de diferentes tipos de intervenciones ergonómicas (ingenieriles, administrativas y de comportamiento/ personal). Estas fueron elaboradas por un grupo multidisciplinario de profesionales en conjunto con los trabajadores del área y de la alta dirección de la empresa. De un conjunto de propuestas analizadas se seleccionaron para su implementación las siguientes:

Estación de trabajo 1:

Ingenieril:

- Ubicar una carretilla elevadiza para que evitar que el operario flexione y/o doble el tronco para tomar los estuches.
- Emplear un dispositivo para empujar los estuches una vez colocados en la máquina, de esta forma se evitan los movimientos de extensión realizados con la muñeca.

Administrativa:

- Establecer un régimen de rotación entre la estación 1 y 2 considerando como criterio entre rotaciones la carga de trabajo (lote de producción) y no un periodo de tiempo constante, ya que volumen del flujo productivo varía en el tiempo, pudiendo ocasionar esto un desequilibrio entre las cargas a las cuáles están sometidos los trabajadores.

Comportamiento/personal:

- Nuevo método de trabajo: distribuir equitativamente el número de acciones entre ambas manos (izquierda y derecha) al empujar los estuches.

Estación de trabajo 2:

Ingenieril:

- Inclinar la máquina un ángulo de 13 grados con respecto al piso, lo que provoca que disminuya el número de veces que se gira el tronco y los movimientos realizados por los brazos. Además, se logra disminuir el ángulo de giro del tronco y el recorrido realizado por las extremidades superiores. Todo lo anterior trajo consigo una disminución en el tiempo de embalado de las cajas de 52 a 45 segundos/caja.

Administrativa:

- Establecer un régimen de rotación entre la estación 1 y 2 considerando como criterio entre rotaciones la carga de trabajo (lote de producción) y no un periodo de tiempo constante, ya que volumen del flujo

productivo varía en el tiempo, pudiendo ocasionar esto un desequilibrio entre las cargas a las cuáles están sometidos los trabajadores.

Comportamiento/personal:

- Nuevo método de trabajo: instruir a los trabajadores sobre las ventajas que trae consigo pivotear sobre las piernas en lugar de girar el tronco.

En la Figura 4 se muestran los cambios implementados en las dos estaciones de trabajo estudiadas.



Figura 4. Estaciones de trabajo 1 y 2 (de izquierda a derecha).

3.4 Evaluación de las propuestas

Para evaluar las propuestas fueron realizadas tres acciones: (1) la evaluación ergonómica de cada estación de trabajo con el método ERIN bajo las nuevas condiciones, (2) la simulación computarizada del proceso, para analizar los beneficios productivos y (3) el análisis costo/beneficio.

La Tabla 4 muestra el valor esperado en la evaluación ergonómica de las estaciones de trabajo al implementarse las propuestas de intervenciones.

Al evaluar la estación de trabajo 1 con el método ERIN se obtuvo una disminución del nivel de riesgo

de medio a bajo, con un riesgo global de 14. Por lo que con las nuevas condiciones no es necesario realizar cambios. Para la estación 2 el nivel de riesgo disminuyó de muy alto a alto, con un riesgo global de 32. A pesar de haberse logrado una disminución del nivel de exposición, se mantienen algunos factores de riesgo de DMEs presentes, ya que no fueron eliminados ni minimizados todos, por lo que el nivel de riesgo es aún alto, requiriéndose realizar cambios en un breve período de tiempo.

Tabla 4. Puntuaciones de ERIN en las estaciones de trabajo.

Variables	Estación	Estación
	1	2
Postura y frecuencia movimiento del tronco	2	2
Postura y frecuencia movimiento del brazo	2	7
Postura y frecuencia movimiento de las muñecas	3	5
Postura y frecuencia movimiento del cuello	2	7
Ritmo	2	3
Intensidad del Esfuerzo	2	6
Autovaloración	1	2
Riesgo Global	14	32
Nivel de riesgo	Bajo	Alto

Posteriormente fueron simulados 30 minutos del proceso productivo para comparar los resultados entre las condiciones actuales y las proyectadas con la intervención ergonómica. En la Tabla 5 se muestran los parámetros que permanecieron constantes para ambas situaciones, las entradas y las salidas definidas para la simulación.

El resultado de la simulación arrojó un aumento de 7350 estuches terminados en 30 minutos de trabajo, con las propuestas de intervenciones ergonómicas en las dos estaciones de trabajo. Esta cantidad equivale a que puedan ser terminadas 7 cajas más en ese periodo. En Tabla 6 se muestran los valores

obtenidos de las variables de salida y en la Figura 5 se muestra el modelo empleado para la simulación del área de engomado.

Tabla 5. Entradas y salidas definidas para la simulación del proceso.

Parámetros constantes	
•	El tiempo de observación
•	La velocidad de la máquina
•	El tipo de producto
•	Los operarios
•	El turno de trabajo
Entradas	
•	Número de estaciones de trabajo
•	Número de operarios en cada estación de trabajo
•	Tipo de entidad
•	Tiempo entre arribos para los lotes
•	Tiempo de servicio para cada estación de trabajo
•	Instante de llegada a la máquina
•	Velocidad de la máquina
Salidas	
•	% de utilización de la estación de trabajo 1
•	% de utilización de la estación de trabajo 2
•	Cantidad de estuches terminados
•	Cantidad de cajas terminadas

Tabla 6. Valores obtenidos de las variables de salida.

Salidas	Situación actual	Situación propuesta
% de utilización de la estación de trabajo 1	76	76
% de utilización de la estación de trabajo 2	96	96
Cantidad de estuches terminados	32550	39900
Cantidad de cajas terminadas	31	38

Finalmente, fue realizado el análisis costo/beneficio de las intervenciones propuestas, el cual se resume en la Tabla 7.

En este análisis no se cuantificó económicamente la reducción de enfermedades por DMEs, pues como se expresó anteriormente los trabajadores de la empresa

no presentan certificados médicos, aunque si se quejan de dolores en el sistema músculo-esquelético. Como se aprecia el costo de implementación de las propuestas realizadas es mínimo comparado con los beneficios esperados.

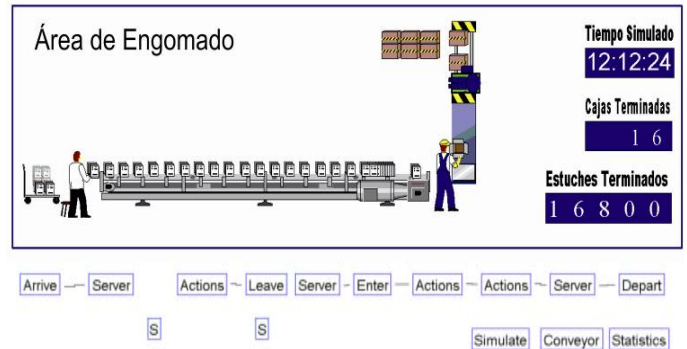


Figura 5. Modelo empleado para la simulación del área de engomado.

Tabla 7. Análisis costo/beneficio.

Costos	Pesos
Personal interno	55
Personal externo	220
Total	275
Beneficios	Pesos / hora
Productividad	17640
Total	17640

3.5 Implementación y seguimiento

Las propuestas de mejoras fueron implementadas en la línea de producción con la participación y aprobación de los trabajadores y los directivos de la empresa. Esto contribuyó en gran medida a que los cambios fueran acogidos rápidamente. Tres meses después de implementadas las intervenciones, se verificó que se ejecutaban según lo previsto, registrándose el aumento de la productividad proyectado. Además, los trabajadores emitieron criterios positivos en cuanto a la mejora considerable de las nuevas condiciones que aportaron las medidas adoptadas.

4. DISCUSIÓN

El proceso de intervención ergonómica presentado puede ser aplicado en cualquier contexto, durante su ejecución variadas técnicas para la recogida de la información, evaluación, análisis y la toma de decisiones pueden ser utilizadas. Estas dependerán de la calificación y experiencia del personal que las emplee y de las características propias de la organización, área o puesto de trabajo objeto de estudio.

Al identificar los problemas en el puesto de trabajo una de las primeras acciones es analizar el registro de lesiones o enfermedades en la organización. Esto permite conocer el comportamiento histórico de sus indicadores de salud. En el caso de estudio, a pesar de los trabajadores referir síntomas músculo-esqueléticos en diversas regiones corporales, captado con la aplicación del CSMES, la cifra de certificados médicos presentados por esta causa es nulo, incitado en gran medida por el sistema de estimulación imperante en la empresa; pues si los trabajadores presentan certificados médicos, se ve afectado la estimulación adicional que reciben. Esto indica la necesidad de reformular este sistema de estimulación, ya que el reporte de las enfermedades ocasionadas por el trabajo, debe enfrentarse, no ocultarse, pues esto tiene una implicación directa en la salud y seguridad de los trabajadores y por ende en la productividad.

Durante la ejecución de la segunda actividad del proceso propuesto se aplicó el método ERIN. Este método fue seleccionado considerando las partes del cuerpo y los factores de riesgo evaluados. Así como que ha sido probada su confiabilidad inter/intra observador, validez concurrente, predictiva y de contenido. ERIN fue desarrollado para que personal

no experto con un mínimo de entrenamiento realice la evaluación masiva de puestos de trabajo y mida el impacto de las intervenciones ergonómicas, comparando el riesgo global antes y después, esperando una disminución [16]. Estas características le confieren a este método la posibilidad de extender su uso por el propio personal de la empresa a otras áreas.

En la tercera actividad las propuestas de intervenciones ergonómicas fueron clasificadas en tres grupos: ingenieriles, administrativas y de comportamiento/personal. Aunque en la práctica es muy común encontrar una combinación de estas, esta clasificación esclarece el espectro de posibilidades a las cuales pueden estar dirigidas las mejoras. La efectividad del tipo de intervención dependerá de la situación concreta que sea analizada, pero por lo general las intervenciones de tipo ingenieril son las más recomendadas, ya que perduran y condicionan la adopción de nuevos y mejores métodos de trabajo. El caso de estudio es un ejemplo de lo expresado.

Para evaluar las propuestas, en este trabajo se incorpora la simulación de procesos para mostrar los beneficios de propuestas de mejoras ergonómicas sobre procesos de producción. La simulación es una de las más poderosas herramientas disponibles para el diseño, análisis y solución de problemas de ingeniería y gestión [17]. El uso de esta técnica numérica facilita la toma de decisiones ofreciendo información del sistema a corto plazo [18], permitiendo valorar varias alternativas que aún no han sido diseñadas reduciendo significativamente los costos y el tiempo [18;19]. La simulación puede ser usada para visualizar el comportamiento de un sistema, elaborar hipótesis o teorías para cuantificar el comportamiento observado, predecir el comportamiento futuro (ej. los efectos producidos

por los cambios en el sistema o en los métodos de trabajo), identificar problemas y mejorar el desempeño del sistema [17;20;21]. En resumen, al evaluar las propuestas de intervenciones ergonómicas se demuestra su efectividad desde el punto de vista de la seguridad y salud del trabajador, al disminuir el riesgo de exposición en un nivel para ambas estaciones de trabajo. A su vez, proporcionan beneficios productivos estimados en 14700 estuches/hora, lo que equivale a 17640 \$/hora, valor muy superior a los costos de implementación. También debe mencionarse, que los trabajadores y directivos aceptaron la implementación de las propuestas de intervención ergonómica realizadas, lo que indudablemente estuvo impulsado por la participación de estos en las soluciones y por los esfuerzos dedicados a cuantificar el impacto de estas antes y después de llevarse a la práctica.

5. CONCLUSIONES

El proceso de intervención ergonómica propuesto puede servir de guía para los practicantes de la Ergonomía y la Seguridad y Salud Ocupacional en las acciones que realizan en las empresas. En aras de lograr la transición de la teoría a la práctica de la Ergonomía, durante su ejecución deben incrementarse los esfuerzos en materializar ante la dirección el impacto y utilidad que tiene su aplicación en el logro de los objetivos organizacionales, acciones estas contempladas en la cuarta actividad del proceso propuesto. En el objeto de estudio tuvo gran acogida su aplicación, tanto por los trabajadores como por los directivos, dado fundamentalmente por la participación activa de todos los involucrados en las actividades analizadas.

6. REFERENCIAS

CAPLE, D.C., «The IEA contribution to the transition of Ergonomics from research to practice», *Applied Ergonomics*, 2010, Vol. 41, No. (6), p. 731-738.

HENDRICK, H.W., «Applying ergonomics to systems: Some documented "lessons learned"», *Applied Ergonomics*, 2008, No. (39), p. 418-427.

KONINGSVELD, E.A.P., DUL, J., VAN RHIJN, G.W., y otros, «Enhancing the impact of ergonomics interventions», *Ergonomics*, 2005, Vol. 48, No. (5), p. 559 – 580.

HENDRICK, H.W., «Good Ergonomics Is Good Economics», en actas de Human Factors and Ergonomics Society, 1996, Santa Monica, CA, p. 1-15.

SCOTT, P., KOGI, K. y MCPHEE, B., «Ergonomics guidelines for occupational health practice in industrially developing countries», 2010, p. 1-26, ISBN 978-3-935089-16-3.

OHSCO, «Resource Manual for the MSD Prevention Guideline for Ontario», 2007, No. (2), p. 1-80. http://www.osach.ca/products/free_resource.shtml, fecha de consulta: abril 2012.

NIOSH, «Ergonomics Processes. Implementation Guide and Tools for the Mining Industry», 2009, no. (2009–107), p. 1-150, Information circular 9509. <http://www.cdc.gov/niosh/mining/works/coverSheet597.html>, fecha de consulta: agosto 2012.

VIDAL, M.C.R., *Principios para un abordaje macroergonómico: útil, práctico y aplicado*, Guadalupe S.A. ed, Bogotá, Colombia, Universidad

Nacional de Colombia, 2010, 978-959-719-521-7, 228 p.

NIOSH, «Musculoskeletal Disorders and Workplace Factors: A Critical Review of Epidemiologic Evidence for Work-Related Musculoskeletal Disorders of the Neck, Upper Extremity, and Low Back», 1997, No. (97), p. 97-147. PB97-178628, Cincinnati, USA.

RODRÍGUEZ, Y., «Procedimiento ergonómico de prevención de desórdenes músculo-esqueléticos de origen laboral en empresas cubanas», [Tesis de Maestría], La Habana, Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría", Ingeniería Industrial. Ingeniería de los Factores Humanos, 2010.

TAKALA, E.-P., PEHKONEN, I., FORSMAN, M., y otros, «Systematic evaluation of observational methods assessing biomechanical exposures at work», *Scand J Work Environ Health*, 2010, Vol. 36, No. (1), p. 3-24.

NORMAN, R. y WELLS, R., «Ergonomic Interventions for Reducing Musculoskeletal Disorders: An Overview, Related Issues and Future Directions», Department of Kinesiology, Faculty of Applied Health Sciences, University of Waterloo, Waterloo, 1998, no. (N2L 3G1), p. 1-34. <http://www.qp.gov.bc.ca/rcwc/research/norman-wells-interventions.pdf>, fecha de consulta: octubre 2012.

ALEXANDER, D.C. y ORR, G.B., *Success Factors for Industrial Ergonomics Programs*, en The occupational ergonomics handbook, Boca Raton, Florida, KARWOWSKI, W. y MARRAS, W. S. (ed.), 2003, p. 1561-1573, ISBN 0-8493-2641-9.

NIEBEL, B. y FREIVALDS, A., *Implantación del método propuesto*, en Métodos, estándares y diseño del trabajo. Ingeniería Industrial, editado por Alfaomega (ed.), 2004, p. 333-370. ISBN: 9701509935.

CORLETT, E.N. y BISHOP, R.P., «A Technique for Assessing Postural Discomfort», *Ergonomics*, 1976, Vol. 19, No. (2), p. 175 – 182.

RODRÍGUEZ, Y., «ERIN: método práctico para evaluar la exposición a factores de riesgo de desórdenes músculo-esqueléticos», [Tesis de Doctorado], La Habana, Cuba, Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría", Departamento Ingeniería Industrial, 2011.

RADLEY, A., *User's Guide*, ed, Estados Unidos de América, Arena Contact Center. Rockwell Automation, 2007, 204 p. <http://www.datasheets.org.uk/ARENCC-UM001E-EN-P-datasheet.html>, fecha de consulta: octubre 2012.

LIEBERMAN, G.J. y HILLIER, F.S., *Introduction to Operations Research*, Seventh Edition ed, New York Thomas Casson, 2001, ISBN 0072321695, 1214 p.

MEISTER, D., *Simulation and Modelling*, en Evaluation of Human Work: A practical ergonomics methodology, WILSON, J. R. y CORLETT, E. N. (ed.), 2001, p. 202-228, ISBN 0-7484-0083-4.

PADHI, S.S. y MOHAPATRA, P.K.J., «A Discrete Event Simulation Model for Awarding of Works Contract in the Government – A Case Study», 2008, p. 284-293. <http://www.academia.edu/528364>, fecha de consulta: marzo 2010.

PARK, H. y FISHWICK, P.A., «A GPU-Based Application Framework Supporting Fast Discrete-Event Simulation», *Simulation*, 2010, Vol. 86, No. (10), p. 613–628.