

ERGONOMÍA EN UNA INDUSTRIA DE COMPONENTES ELECTRONICOS

Ergonomics in an electronic component industry

Josefina Blas Urquijo¹

Resumen

El estudio se realizó en una empresa que ensambla productos electrónicos. Debido a un aumento en la demanda y a la incorporación de nuevos productos, se redujeron los espacios en la planta. Por este motivo, el presente estudio se llevó a cabo para evaluar el impacto sobre la productividad y el funcionamiento del sistema cuando los cambios se realizan sin considerar aspectos ergonómicos. La evaluación se realizó mediante la observación de la tarea, la aplicación de una lista de verificación, la recopilación de imágenes y, entrevistas con los trabajadores. También se aplicó el método RULA para evaluar la carga postural y trabajo repetitivo. De acuerdo a la información obtenida en el consultorio médico, seis de once personas que trabajan en el área, presentaron problemas musculoesqueléticos en el área dorsal y hombros. Se informó al departamento de ingeniería sobre el impacto que provocaron los cambios en los trabajadores y en la productividad, recomendando soluciones enfocadas en disminuir la carga de trabajo y adaptar las demandas a límites de productividad eficientes buscando reducir el riesgo de daño en las personas.

Palabras clave: Ergonomía y productividad, ensamble manual, riesgos ergonómicos, demanda laboral.

¹ Especialista certificado en medicina del trabajo. Auditor Líder OHSAS 45001:2018. Colegio Médico de Tijuana AC. Semac Sociedad de Ergonomistas de México AC. BLVD Las Plazas 6612. Código postal: 22640. Tijuana Baja California, México. drajblasu@gmail.com

Abstract

The study was carried out in a company that assembles electronic products. Due to an increase in demand and the incorporation of new products, spaces in the plant were reduced. For this reason, the present study was conducted to evaluate the impact on productivity and the functioning of the system when changes are made without considering ergonomic aspects. The evaluation was done by observing the task, applying a checklist, collecting images and interviewing the workers. The RULA method was also applied to evaluate the postural load and repetitive work. According to the information obtained in the doctor's office, six of eleven people working in the area presented musculoskeletal problems in the dorsal area and shoulders. The engineering department was informed about the impact caused by changes in workers and productivity, recommending solutions focused on reducing the workload and adapting demands to efficient production limits, seeking to reduce the risk of damage to people.

Keywords: Ergonomics and productivity, manual assembly, ergonomic risks, work demands.

Fecha recepción: 08/05/2018 Fecha revisión: 06/06/2018 Fecha aceptación: 10/08/2018

Introducción

1. Antecedentes generales

Se trata de una industria maquiladora de transformación/exportación que se dedica al ensamble electrónico de fuentes, tablillas de circuito impreso con componentes electrónicos y productos intermedios como fuentes de poder, receptor de señal de fibra óptica y otros similares.

La empresa en cuestión provee la capacitación técnica necesaria para el desarrollo de cada actividad específica en cada puesto de trabajo o actividad de producción o sistemas relacionados con el proceso productivo. Por otra parte, emplea a hombres y mujeres de diferentes edades, y respeta todos los requerimientos legales que el país impone.

La justificación del estudio es que los cambios instaurados por necesidades de espacio y aumento de demandas productivas, han incrementado los tiempos extra y disminuido los espacios en las estaciones de trabajo, generando inconformidad, estrés y dolor en hombros y espalda alta, como también bajas en la productividad. Lo anterior refleja la no incorporación de criterios ergonómicos durante la implementación de los cambios mencionados. Al respecto, cabe citar el artículo de Shengli Niu, llamado Ergonomía, Seguridad y Salud Ocupacional, una perspectiva de la OIT (2010), donde se recomienda de manera importante la ergonomía participativa para orientar las acciones a mejorar las condiciones de trabajo en las organizaciones. Además es importante el entrenamiento en ergonomía de manera transversal en la organización, tal como lo revela el estudio donde citan que *“La efectividad del entrenamiento se evaluó dentro de un marco de evaluación de entrenamiento (Kirkpatrick, 1979): (1) evaluación inicial antes del entrenamiento, (2) reacción del aprendiz, (3) aprendizaje, (4) cambios de comportamiento y (5) resultados organizacionales (productividad). Aquí se presentan el aprendizaje (conocimiento ergonómico) y los resultados organizacionales (salud musculoesquelética autoinformada, desempeño grupal y eficiencia del proceso comercial)”* (Robertson et al, 2008).

2. Objetivos del estudio

Objetivo general:

Evaluar el impacto en la productividad al no incorporar la ergonomía en las modificaciones del layout y en la organización del trabajo, en un área determinada del proceso de ensamble manual de piezas electrónicas, y constatar el efecto de turnos extendidos y horas extras en el trabajador.

Objetivos específicos:

- Evidenciar que las posturas y movimientos adoptados por la nueva organización en el trabajo y el cambio del área, son la causa raíz de las manifestaciones de síntomas musculoesqueléticos de los trabajadores.

- Proponer formas de organización del trabajo orientadas al bienestar de los trabajadores sin obstaculizar la productividad.

Materiales y métodos

Para la caracterización del puesto de trabajo y las metodologías utilizadas en la tarea, se realizó una entrevista a los trabajadores en consulta médica para detectar los problemas recurrentes, y se aplicó una lista de verificación tipo cuestionario “LEST” que contempla diferentes ítems presentados en la tabla 1.

Ítem	Aspectos a considerar
Organización en el trabajo	<ul style="list-style-type: none"> • Surtido de unidades en el área colocados en pallet • Turnos de trabajo • Procedimientos • Comunicación • Pausas o descansos programados • Días libres • Tiempo extra
Carga física	<ul style="list-style-type: none"> • Puesto y estación de trabajo • Antropometría • Posturas • Trabajo repetitivo • Carga fisiológica
Carga ambiental	<ul style="list-style-type: none"> • Ruido • Iluminación
Carga mental	<ul style="list-style-type: none"> • Descanso • Conocimiento • Ritmo • Sincronización

	<ul style="list-style-type: none"> • Responsabilidad • Fuentes de información • Exactitud • Riesgo
Carga psicológica	<ul style="list-style-type: none"> • Presión por hacer cierta cantidad de piezas • Que las personas que diseñan los puestos interactúen más con los trabajadores • Presión por cumplir con el tiempo extra

Tabla 1. Aspectos considerados en la lista de verificación de levantamiento de riesgos ergonómicos detectados en un puesto de trabajo.

Se realizó una observación del puesto de trabajo para determinar en qué actividades las personas presentaban condiciones de riesgo a sobrecarga postural, y también se realizaron registros fotográficos y aplicación de la metodología RULA. En la tabla 2 se muestra un resumen de los materiales e instrumentos utilizados, indicando el objetivo perseguido con ellos.

Nº	Instrumento o material	Objetivo
1	Lista de verificación impresa	Observar la organización en el trabajo del subsistema y detectar los riesgos ergonómicos potenciales y reales
2	Entrevista con gerente de área	Conocer la organización en el trabajo y los objetivos de la misma
3	Entrevista a los trabajadores en consulta	Conocer su percepción del puesto de trabajo, así como las molestias que perciben y las oportunidades de mejora que ellos harían o cambiarían de sus estaciones de trabajo para mejorar las condiciones del mismo
4	Observación directa del puesto y actividades	Análisis de posturas, relación antropométrica con las dimensiones de la estación de trabajo, duración

	referidas por los trabajadores (no se permitió grabar)	de cada ciclo del proceso, así como de tiempos y movimientos
5	Herramientas ergonómicas	RULA
6	Computador personal	Administración de la información y redacción de informe

Tabla 2. Instrumentos y materiales utilizados en el estudio.

Resultados y discusión

1. Análisis general del sistema de trabajo

La empresa se dedica a la manufactura y ensamble de placas de datos para comunicación de fibra óptica y otros componentes. El sistema general de la empresa se observa en la figura 1.

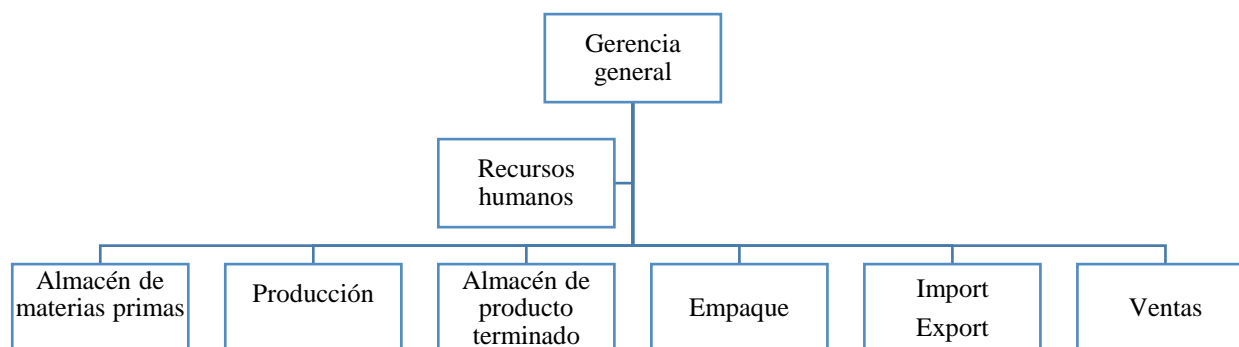


Figura 1. Sistema general

El sistema llamado “empresa” cuenta con diferentes áreas o subsistemas:

- Gerencia general. Administra toda la empresa, y está pendiente de que se realice la producción y entrega de los productos ensamblados. Además coordina a todas las demás áreas o subsistemas. Cada área o subsistema son coordinadas a su vez por un gerente.

- Almacén de materias primas. Recibe las materias primas para la manufactura, las cuales se entregan al área de producción.
- Producción. Área donde se ensamblan las materias primas pasando por diferentes procesos hasta que se genera el producto terminado.
- Empaque. El producto terminado se empaca en cajas para enviarse al cliente.
- Import - export. Se encarga de la importación de las partes o materia prima y de la exportación del producto terminado.
- Ventas. Se encarga de colocar el producto en el mercado.

2. Análisis del subsistema

En el área analizada correspondiente a producción, en ensamble, se trabaja con horario de lunes a viernes de 7 am a 5 pm, con descansos para alimentación de media hora a las 8 am y a las 12 pm; la línea de producción está formada por 12 trabajadores de los cuales 7 son mujeres; el proceso se organiza en dos hileras de mesas en las que se encuentran 4 trabajadores de cada lado, unos frente a otros; además se encuentran racks o carros al inicio y final de cada serie de mesas con diferentes niveles para colocar las unidades, tubulares y con llantas, y un área para colocar un pallet con unidades tipo punto de uso.

En el área de producción, el trabajo de ensamble consiste en recibir cajas de metal llamadas “cajas de ensamble de componentes” de diferentes dimensiones.

Dentro de las cajas de ensamble, van placas con componentes de diferentes especificaciones que sirven para la transmisión de datos de fibra óptica. Estas placas pasan por un proceso de inserción automática de componentes y por una máquina de ola que coloca plomo en proceso cerrado.

Posteriormente, las placas pasan a un área de acabado final donde se revisa que todos los componentes hayan llegado fijos, y luego a diferentes celdas donde se terminan de colocar otros componentes electrónicos, y por último desde ahí, al área de enconchado donde la placa se dispone en las cajas de metal de diferentes dimensiones.

Las cajas de metal llegan al área de prueba donde las trabajadoras sentadas, las toman y cargan de un lado a su mesa, y las abren con desarmadores eléctricos para realizar la tarea de prueba, de manera de verificar el funcionamiento de los componentes de las placas, para volverlas a atornillar.

Posteriormente, el producto pasa a otra área de ensamble manual final de otros componentes, para luego pasar a ensamble mecánico final y de ahí a empaque.

A tener en cuenta que los productos intermedios corresponden a operaciones paralelas de ensamble que se realizan en el proceso general, y que la descripción del diagrama de flujo y del proceso, se aplican por lo regular para todos los componentes que se consideran productos finales.

El problema actual

El problema se presenta al realizar cambios en la organización en el trabajo sin contemplar aspectos ergonómicos. Ante la necesidad de aumentar el espacio disponible para nuevos productos en las áreas de producción, se redujeron los espacios de otras áreas, y se modificaron algunas de las etapas de ensamble, manteniéndose el mismo personal pero ahora dentro de una celda muy reducida.

Sistemas de trabajo empleados

- **Sistema de trabajo anterior.** El sistema de trabajo se encontraba estructurado como una celda en forma de U. Las tareas del puesto de ensamble se realizaban de pie e iniciaban con la toma de la unidad del pallet hasta una mesa a un costado, donde se tomaba el torque, se abría la unidad, y se trabajaba la mitad de ésta. Luego se volvía a tapar y se posicionaba hacia un lado por un transportador de rodillos, desde donde se deslizaba hacia otra mesa donde otro trabajador terminaba la prueba y se procedía al empaque. Al cargar

las piezas estando de pie, los trabajadores no hacían mayor esfuerzo porque realmente solo las colocaban en la mesa a nivel de sus codos, y las deslizaban por los rieles. La productividad fluctuaba de 100 a 120 piezas por trabajador por turno según el requerimiento de producción, y no se evidenciaban dificultades para cumplir la cuota por trabajador.

- **Sistema de trabajo actual.** La celda se estructuró en dos filas paralelas, se retiraron los rieles transportadores y el personal se sentó en cada mesa. Ahora, las unidades se cargan tomándolas de cada lado, lo que requiere movimientos de elevación de hombros y abducción de brazos para levantarlas y pasarlas de un lado del proceso a otro, hasta la línea paralela para terminar y empacar. Las cuotas de producción alcanzadas por trabajador es de 60 a 70 unidades como máximo, por lo que no se alcanza a cumplir la cuota.

Cabe destacar que, bajo el sistema de trabajo anterior, los trabajadores no presentaban incomodidad, en contraste a lo que sucede actualmente, donde presentan dolor significativo en la espalda alta.

Por otra parte, los trabajadores afectados corresponden sólo a mujeres, quienes son las que ejecutan la tarea de prueba.

Comparando ambos sistemas de trabajo, se constata que anteriormente no se presentaban quejas debido a que:

- El espacio era adecuado.
- No cargaban las unidades, sino que solo las deslizaban en el riel de rodillos.
- Existía espacio adecuado para que las personas se desplazaran libremente en el área.
- Cumplían la cuota de productividad en el turno.
- No se requería trabajar tiempo extra.

Con el sistema de trabajo actual las quejas se deberían a que:

- La presencia de cansancio y de dolor en espalda alta y hombros que se incrementa en la medida que avanza la jornada laboral.
- Existe la necesidad de autorregulación que tiende a bajar el nivel de actividad para disminuir el impacto de la demanda de trabajo sobre los trabajadores, y que tiene un efecto negativo en relación a la productividad.
- Se requiere trabajar tiempo extra para cumplir la cuota desde las 5 pm hasta las 9 pm todos los días, incluyendo sábados que antes descansaban.

3. Análisis de molestias y síntomas presentados

En resumen, los síntomas presentados en el sistema actual de trabajo son los anotados en la tabla 3. Se asocian tales síntomas a la carga del producto en posición sentada.

Trabajador (a)	Edad	Sintomatología
Mujer	35-45 años	Dolor de espalda alta y hombros, estrés
Mujer	25-35 años	Dolor de espalda alta y hombros, estrés
Mujer	25-35 años	Dolor espalda alta y hombros, estrés
Hombre	25-35 años	Fatiga severa por tiempo extra, estrés
Mujer	35-45 años	Dolor de hombro izquierdo y espalda alta, estrés

Tabla 3. Resumen de síntomas presentados.

Existe ausentismo asociado a la presencia de los síntomas expuestos y al requerimiento de trabajo en tiempo extra, y además desde el punto de vista psicosocial, el personal se siente poco comprendido y atendido por la situación actual, lo que deriva en molestias con el supervisor.

4. Análisis de trabajo repetitivo

El ciclo de trabajo tiene una duración de 1 minuto y 10 segundos. Sobre el 50% de la duración de la tarea se realiza el mismo patrón de movimiento, por lo tanto, el trabajo es repetitivo.

5. Análisis postural

Se utiliza la metodología RULA para determinar la exposición de los trabajadores a factores de riesgo que pueden ocasionar trastornos en los miembros superiores, tales como posturas inadecuadas, posturas estáticas, repetitividad y requerimientos de fuerza.

Al respecto, a continuación se describen las posturas adoptadas por los trabajadores:

- El cuello se flexiona frecuentemente y se inclina al lado derecho o izquierdo durante la tarea.
- El tórax se inclina y se flexiona lateralmente de manera frecuente.
- La abducción de los brazos sucede más de 4 veces por minuto.
- La persona trabaja sentada y carga una pieza que tiene un peso de 6,55 Kg.

Se estima el nivel de riesgo de la postura adquirida en posición sentada mientras se carga la pieza. Los resultados mediante la metodología RULA se observan en la figura 2.



Figura 2. Resultados metodología RULA.

De acuerdo a los resultados obtenidos, la sugerencia de la metodología utilizada es la que se aprecia en la tabla 4.

Nivel	Puntos	Respuesta
1	1 o 2	Postura aceptable
2	3 o 4	Pueden requerirse cambios en la tarea y más investigación
3	5 o 6	Cambios a corto plazo, se requiere rediseño de la tarea
4	7	Investigación y cambios inmediatos de la tarea o puesto

Tabla 4. Nivel de acción RULA según puntaje.

En adición a lo anterior, en la tabla 5 se muestra un resumen del proceso de evaluación.

Metodología	Observación	Consecuencia
Interrogatorio en consulta	Refieren dolor en hombros, espalda alta y cuello	Presión por realizar el trabajo y quedarse tiempo extra
Observar el puesto de trabajo	La línea de producción cuenta con mesas y carritos los cuales tienen las unidades	Las trabajadoras estando sentadas toman las unidades las pasan a la mesa, desatornillan, realizan la prueba, atornillan cargan y pasan a un lado la unidad
Lista de verificación	Posición sentada con inclinación hacia la mesa de trabajo	Duración 9.5 horas con 3 descansos (uno de media hora y dos de 15 minutos)
	Brazos	En abducción más del 60% del ciclo para maniobrar en la prueba y al cargar la unidad
	Hombros	Elevados al cargar las piezas para tomarlas y luego dejarlas el 60 % del ciclo
	Duración del esfuerzo por hora	Continuo para las diferentes tareas

	Veces que lo realiza por hora	Desatornillado 6 veces por unidad; atornillado 6 veces por unidad; carga 2 veces por unidad; promedio de unidades por hora: 12; total: 168 movimientos
--	-------------------------------	--

Tabla 5. Resumen evaluación.

6. Efectos del sistema de trabajo actual sobre las otras áreas del sistema

- Almacén. Aumento de la cantidad de material almacenado debido al incremento del tiempo de almacenaje.
- Área de empaque. No llegan las cantidades que deben empacarse y no se completan las cantidades que deben tener por semana.
- Almacén de producto terminado y almacén de envíos. Disminución de las cantidades de producto disponibles para enviar a los clientes.
- Import - Export. No cumplimiento con las entregas “JUST IN TIME”.
- Ventas. Se han presentado incumplimientos con los clientes.

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

- La organización del trabajo actual en el puesto analizado genera intenso dolor en la espalda alta.
- La obligación de inclinarse continuamente durante el ciclo de trabajo para alcanzar los componentes de la repisa, y de agacharse para realizar el ensamble con precisión, incide en la generación de fatiga al finalizar la jornada. Esta situación deriva de que no se contemplaron los alcances para la distribución de la estación de trabajo, lo que algunos autores llaman “el rol de los objetos límite” (Broberg, Andersern, & Seim, 2011).

- La necesidad de trabajar horas extras asociado a las tareas repetitivas, que generan dolor e incomodidad, contribuye a aumentar los síntomas musculoesqueléticos.
- Se demuestra que el no contemplar la ergonomía al iniciar un proyecto tiene un efecto negativo en la salud de los trabajadores, en el rendimiento, y en el ambiente de trabajo, lo que impacta sobre las distintas áreas del sistema y en la productividad de la empresa.
- Tal como lo comenta el estudio de Human Factors and ergonomics in the planning of production a mayoría de las veces las condiciones de trabajo se introducen en las fases de implementación y operación. esto implica que los problemas ergonómicos son principalmente ignorados por problemas o muchas incluso son quejas sobre las condiciones reales de trabajo, mientras que las iniciativas presentadas iniciadas por el diseñador basadas en modelos o en otros tipos de métodos de prueba están ausentes (Per Langaa Jensen, 2001).

Recomendaciones

A nivel sistema:

- Generar una cultura de ergonomía participativa en la empresa en el diseño de las estaciones de trabajo. Se cita lo comentado en el artículo Ergonomía – costos y beneficios de Beevis, D. (2003), “la ergonomía es una preocupación primaria para mejorar el desempeño del hombre o de los sistemas hombre máquina”.
- Capacitar en ergonomía a las diferentes áreas de la empresa que intervienen en el diseño de estaciones, en temas referentes a productividad y calidad, así como a los trabajadores que realizan la tarea, con el fin de unificar criterios y que todos los involucrados trabajen en torno a la mejora continua desde el punto de vista ergonómico. Al respecto, un estudio sobre el impacto de un entrenamiento en el uso de una silla ajustable en ergonomía de oficina y síntomas visuales, realizado por Cammie Chamount Menéndez et al (2012),

demonstró que el grupo que recibió entrenamiento fue quien obtuvo mejores resultados al aprovechar la intervención ergonómica.

A nivel subsistema:

- De no poder ampliar el área de trabajo, en el caso particular del subsistema analizado, se recomienda instaurar un sistema de rotación de funciones. Se propone que las personas que trabajan ensamblando puedan realizar la siguiente actividad:

Un trabajador rote al puesto de surtidor para que desde las 7 am hasta las 9 am entregue las unidades y las mueva cuando es necesario; un segundo operador lo haga de 9 a 11 am; y un tercer operador realice las tareas comentadas desde las 11 am hasta las 1 pm, para luego repetir el mismo sistema de rotación. Con esta intervención los trabajadores dejan de manipular cargas en posición sentada y pueden alcanzar la cuota de 100 unidades. Estas modificaciones fueron implementadas y generaron un impacto positivo, dado que los trabajadores refirieron no presentar más molestias musculoesqueléticas, y además se evidenció que la productividad aumentó hasta el nivel acostumbrado con el sistema de trabajo anterior.

- Se recomienda realizar un análisis de los factores psicosociales presentes en la empresa, ya que en la entrevista se identificaron factores que podrían indicar la existencia de problemas psicosociales dentro del personal de la planta.
- Dado que los trabajadores refieren sentirse fatigados al final de la jornada, se recomienda realizar un estudio con mayor profundidad de la carga física de trabajo en el área de ensamble.
- Como medida de prevención, se recomienda que a largo plazo la estación de trabajo sea diseñada de acuerdo a los alcances funcionales de los trabajadores, con el fin de evitar posturas inadecuadas.

Referencias

- Niu, S. (2010). Ergonomics an occupational safety and health: an ILO perspective. *Applied ergonomics* , 41 (6): 744-753. DOI: 10.1016/j.apergo.2010.03.004.
- Broberg, O., Andersen, V., & Seim, R. (2011). Participatory ergonomics in design processes: The role of boundary objects. *Applied Ergonomics* , 42 (3) 464-472. DOI: 10.1016/j.apergo.2010.09.006
- Beevis, D. (2003). Ergonomics - costs and benefits revisited. *Applied ergonomics* , 34 (5): 413-418. DOI: 10.1016/S0003-6870(03)00068-1
- Menéndez, C. C., Amick III, B. C., Robertson, M., Bazzani, L., De Rango, K., y Rooney, T.. (2012). A replicated field intervention study evaluating the impact of a highly adjustable chair and office ergonomics training on visual symptoms. *Applied Ergonomics* , 43 (4) 639-644. DOI: 10.1016/j.apergo.2011.09.010
- Per Langaa Jensen (2001). Human Factors and ergonomics in the planning of production. *International Journal of Industrial Ergonomics* 29 (3): 121-131. DOI: 10.1016/S0169-8141(01)00056-7
- Robertson, M. M., Huang, Y.-H., O'Neill, M., y Schleifer, L. (2008). Flexible workspace design and ergonomics training: Impacts on the psycochosocial work environment, musculoskeletalhealth, and work effectiveness among knowledge workers. *Applied Ergonomics* , 39 (4): 482-494. DOI: 10.1016/j.apergo.2008.02.022