



**Estudio de molestias musculoesqueléticas y evaluación ergonómica
en estaciones de trabajo de arneses automotrices**

**Musculoskeletal discomfort and ergonomic evaluation research in
an automotive harness manufacturing works stations**

**Leonel Ulises Ortega-Encinas¹, José Sergio-López Bojórquez², Patricia Eugenia Sortillón-
González³, Delcia Teresita Gamiño Acevedo⁴, Alberto Leyva Fortanelli⁵**

¹ Universidad Estatal de Sonora, Programa de Ingeniería Industrial en
Manufactura, Ave Ley Federal del Trabajo, Colonia Apolo, CP 83000
Hermosillo, Sonora, México e-mail: leonel.ortega@ues.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8054-917X>

² Universidad Estatal de Sonora, Programa de Ingeniería Industrial en
Manufactura, Ave Ley Federal del Trabajo, Colonia Apolo, CP 83000
Hermosillo, Sonora, México e-mail: sergio.lopez@ues.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6920-2829>

³ Universidad Estatal de Sonora, Programa de Ingeniería Industrial en Manufactura,
Ave Ley Federal del Trabajo, Colonia Apolo, CP 83000 Hermosillo, Sonora, México
e-mail: patricia.sortillon@ues.mx

⁴ Universidad Estatal de Sonora, Programa de Ingeniería Industrial en
Manufactura, Ave Ley Federal del Trabajo, Colonia Apolo, CP 83000
Hermosillo, Sonora, México e-mail: delcia.gamino@ues.mx

5 Universidad Estatal de Sonora, Programa de Ingeniería Industrial en
Manufactura, Ave Ley Federal del Trabajo, Colonia Apolo, CP 83000
Hermosillo, Sonora, México

DOI: <https://doi.org/10.46589/riASF.v1i43.741>

Recibido: 7 de enero de 2025.

Aceptado: 6 de junio 2025.

Publicado: 15 de junio de 2025.

Como citar:

Ortega Encinas, L. U., López Bojórquez, J. S., Sortillón-González, P. E., Gamiño Acevedo, D. T., & Leyva Fortanelli, A. (2025). Estudio de molestias musculoesqueléticas y evaluación ergonómica en estaciones de trabajo de arneses automotrices. *Revista De Investigación Académica Sin Frontera: Facultad Interdisciplinaria De Ciencias Económicas Administrativas - Departamento De Ciencias Económico Administrativas-Campus Navojoa*, 1(43). <https://doi.org/10.46589/riASF.v1i43.741>

Resumen

La presente investigación pretende realizar un análisis comparativo de métodos destinados a identificar y evaluar riesgos ergonómicos asociados con actividades laborales en puestos de trabajo, tales como: insertado, encintado y prueba eléctrica en líneas de producción de arneses automotrices de la empresa EDS MFG México. Se utilizó un enfoque cuantitativo mediante el método de evaluación ergonómica REBA, para determinar el nivel de riesgo, con dicho método se recopilaban datos específicos a través de grabación de videos y observación directa, y con ellos identificar mediciones precisas, variables críticas; como el ángulo de las posturas, la frecuencia y duración de movimientos repetitivos. Posteriormente, se aplicó el método ergonómico ERGOPAR 2.1, el cual cuenta con enfoque cualitativo, donde por medio de una encuesta incluyó identificar las partes del cuerpo que sufren mayores problemas debido a posturas inadecuadas, movimientos repetitivos y esfuerzo físico constante, esto, mediante preguntas específicas mostró información detallada sobre las zonas del cuerpo que los operadores reportan con dolor o incomodidad. Los resultados muestran que este análisis

2



comparativo entre los métodos REBA y ERGOPAR 2.1 generó una comprensión integral de los riesgos ergonómicos a los que están expuestos los trabajadores que desempeñan actividades de fabricación y pruebas en áreas de manufactura de componentes automotrices. Este estudio demuestra que estos dos enfoques son complementarios, uno cuantitativo y otro cualitativo, los cuales han facilitado una evaluación completa que combina la objetividad del análisis de posturas con la subjetividad de la percepción del trabajador sobre su propio estado físico.

Palabras clave: Ergonomía, métodos de evaluación ergonómica, trastornos musculoesqueléticos, REBA, ERGOPAR 2.1

Abstract

The following research aims to analyze a comparative analysis of methods to identify and evaluate ergonomic risks associated with work manufacturing activities, as insertion, taping and electrical testing, in automotive harness production lines that belongs to a manufacturing company, EDS MFG Mexico. REBA, Rapid Entire Body Assessment is used as an ergonomic evaluation method with a quantitative approach to determine the level of risk for an operator, where specific data was collected through video recording and direct observation, identifying precise measurements and critical variables such as postures angles, frequency and duration of repetitive movements. Another ergonomic method with a qualitative approach was carried out using ERGOPAR 2.1, which included a survey to identify the body parts that suffer problems due to inadequate postures, repetitive movements and constant physical effort. Specific questions showed detailed information about body part that operators report as painful zone or uncomfortable. The results of this comparative analysis between those two methods, REBA and ERGOPAR 2.1, generated a comprehensive understanding of the ergonomic risks for operators that performe manufacturing activities. This study shows that these two complementary approaches, quantitative and qualitative, have issued a complete



assessment, that combines the objectivity of posture analysis with the subjectivity of the operators perception of their own physical condition.

Keywords: Ergonomics, Ergonomic Assessment Methods, Musculoskeletal Disorders, REBA, ERGOPAR 2.1

Introducción

Actualmente las personas pasan la mayor cantidad del tiempo en el trabajo, exponiéndose a diversos factores de riesgo que pueden conllevar al final a un deterioro en la salud evidenciado en enfermedad. Una de las consecuencias del trabajo manual es el aumento de afecciones en los trabajadores: dolores de la espalda, dolores de cuello, inflamación de muñecas, brazos y piernas, tensión ocular etc.

Unas revisiones de las investigaciones más relevantes indican que en el área de producción de Maquila General S.A. de C.V., se identificaron factores de riesgos musculoesqueléticos asociados a métodos de trabajo incorrectos, posturas inadecuadas y movimientos repetitivos en los puestos de trabajo. Las posturas detectadas en la empresa, que aumentan el riesgo de enfermedades musculoesqueléticas son flexión de cuello $> 20^\circ$, postura del brazo superior entre 45° a 90° y flexión de muñeca $> 15^\circ$; también en encuesta de percepción realizada a 112 trabajadores de los cuales el 89.29 % identificaron la presencia de movimiento repetitivo como principal factor de riesgo. Todo esto conlleva a la aparición de enfermedades siendo las enfermedades del sistema musculoesquelético (32.98 %) las que se encuentran predominando según los registros de salud de la empresa (Vázquez Ortega, K, 2019).

Por otra parte, un estudio realizado en 2022 a una empresa dedicada a la elaboración de materiales eléctricos, mediante la práctica de dos métodos ergonómicos aplicados a sus trabajadores, obteniendo por medio de REBA un promedio de 5 para las posiciones forzadas lo cual indica que es necesaria la actuación y un promedio de 16 en el método OCRA para los movimientos repetitivos por lo cual es importante mejorar el puesto, supervisión médica o entrenamiento (Ramírez Quiñonez, L, 2022).





La relevancia de esta investigación radica en identificar riesgos que pueden afectar el desempeño laboral del trabajador provocando que su ritmo de trabajo y rendimiento disminuyan. En consecuencia, sentir dolor en nuestra área de trabajo puede ser motivo de fatiga, si bien es cierto el percibir dolor no necesariamente significa tener alguna lesión o padecer algún tipo de enfermedad, pero si pudiese significar un llamado de atención para los trabajadores y evitar un posible caso de esto. Es por ello que es una de las principales causas que hoy en día provocan ausentismos e incapacidades permanentes.

Los Trastornos Musculo-esqueléticos (TME) relacionados con el trabajo afectan principalmente a la espalda, el cuello, los hombros y las extremidades tanto superiores como inferiores y se incluye en ellos cualquier daño o trastorno de las articulaciones u otros tejidos, los TME pueden tener un impacto sustancial en la calidad de vida de los trabajadores y en la productividad de las empresas.

Por lo anterior, se ha decidido realizar un estudio en una empresa dedicada a la fabricación de arneses automotrices, ubicada en Hermosillo, Sonora, la cual opera con un total de 9 líneas de ensamblaje para garantizar la eficiente manufactura de sus productos. Este proceso es respaldado por un equipo de 180 empleados, distribuidos entre el área operativa y administrativa. Cada línea de producción está compuesta por estos tres puestos de trabajo, los cuales se mantienen estáticos, es decir, no son rotativos. Sin embargo, con el aumento de la producción y la introducción de nuevos números de parte, los operadores se ven obligados a adaptarse a puestos de trabajo que no se ajustan adecuadamente a las tareas que desempeñan. Esta circunstancia ha generado una disminución significativa en el rendimiento de los operadores a lo largo del turno y un aumento en los índices de ausentismo laboral.

Por estas razones, es fundamental investigar y analizar para determinar la capacidad de cada método e identificar posturas inadecuadas y movimientos repetitivos que puedan contribuir a lesiones musculo-esqueléticas en el cuello, espalda, hombros, muñecas y manos, en las actividades de insertado, encintado y prueba eléctrica en la línea de producción de arneses automotrices. Se busca también la facilidad de uso y aceptación por parte del personal para la



aplicación de cada método de evaluación ergonómica REBA y la aplicación del cuestionario de ergonomía participativa del método ERGOPAR 2.1 en cuanto a su aplicabilidad y eficacia para identificar los riesgos ergonómicos en la línea de producción de arneses automotrices en el entorno laboral de la empresa, fomentando así la participación y el compromiso del personal, con el fin de mejorar las condiciones laborales y proteger la salud de los trabajadores.

Marco conceptual de los factores en estudio

2.1 Definición de ergonomía

La palabra "ergonomía" proviene del griego "ergo" (trabajo) y "nomos" (leyes de), lo que literalmente significa "las leyes del trabajo".

Algunos autores con su propia definición de ergonomía a lo largo del tiempo:

Jastrzebowski

"... un enfoque científico que nos permitirá cosechar, en beneficio propio y de los demás, los mejores frutos del trabajo de toda la vida con el mínimo esfuerzo y la máxima satisfacción" (Jastrzebowski, 1857).

Wisner

"La ergonomía es el conjunto de conocimientos científicos relativos al hombre y necesarios para concebir útiles, máquinas y dispositivos que puedan ser utilizados con la máxima eficiencia, seguridad y confort" (Wisner, 1983).

Montmollin

"Puede ser entendida como una ciencia que pretende configurar, planear y adaptar el trabajo al hombre, respondiendo cuestiones relacionadas con las condiciones de trabajo insatisfactorias". (Montmollin, 1997).

Singleton

"Ergonomía significa literalmente el estudio o la medida del trabajo". (Singleton, 1998).

Mondelo



“La ergonomía trata de alcanzar el mayor equilibrio posible entre las necesidades/posibilidades del usuario y las prestaciones/requerimientos de los productos y servicios”. (Mondelo et al., 1999).

IEA

“Ergonomía (o los factores humanos) es la disciplina científica relacionada con la comprensión de las interacciones entre los humanos y otros elementos de un sistema, y la profesión que aplica principios teóricos, datos y métodos de diseño para optimizar el bienestar humano y el rendimiento general del sistema. Los profesionales de la ergonomía, los ergónomos, contribuyen a la planificación, diseño y evaluación de tareas, empleos, productos, organizaciones, medios y sistemas con el fin de hacerlos compatibles con las necesidades, capacidades y limitaciones de las personas”. (IEA, 2010).

SEMAC

“La Ergonomía en los factores humanos, es la disciplina científica relacionada con el conocimiento de la interacción entre el ser humano y otros elementos de un sistema, y la profesión que aplica la teoría, principios, datos y métodos para diseñar buscando optimizar el bienestar humano y la ejecución del Sistema Global.” (SEMAC, 2010).

LEST

“El análisis de las condiciones de trabajo que conciernen al espacio físico del trabajo, ambiente térmico, ruido, iluminación, vibraciones, posturas de trabajo, desgaste energético, carga mental, fatiga nerviosa, carga de trabajo y todo aquello que puede poner en peligro la salud del trabajador y su equilibrio psicológico y nervioso”. (Mondelo et al., 1999).

Después de revisar una extensa serie de definiciones a lo largo de la historia, se pueden resaltar las siguientes tres cuestiones fundamentales:

- El objeto de estudio de esta disciplina es el ser humano y la interacción con su ambiente de trabajo.





- La relación que mantiene con otras ciencias permite un mayor conocimiento para el desarrollo del análisis de las condiciones de trabajo.
- Su afinidad hacia la salud de los trabajadores (física, social, mental).

Rodríguez Sánchez, & Reyes Monroy, S, (2019) definen que la ergonomía se ocupa de adaptar el trabajo humano y es una disciplina multidisciplinaria. En nuestra sociedad, su desarrollo es relativamente nuevo y es fundamental que los profesionales de la salud incorporen principios ergonómicos en sus prácticas, dado que el trabajo puede desencadenar o agravar diversas enfermedades. Es crucial abordar las causas subyacentes de las patologías para lograr tratamientos efectivos. Este artículo ofrece una visión conceptual de la ergonomía, sus objetivos y su amplio alcance, incluyendo aspectos fisiológicos, psicológicos, biomecánicos, ambientales y organizacionales. Destaca su naturaleza interdisciplinaria y examina cómo puede adaptarse a los métodos tradicionales de trabajo y a las tecnologías futuras. Además, proporciona información relevante sobre los antecedentes, definiciones y objetivos de la ergonomía.

Por otra parte, el Departamento de Seguros de Texas, División de Compensación para Trabajadores, define la ergonomía como el estudio de cómo ayudar a las personas a trabajar de manera más eficiente y sin lesiones en su entorno laboral. En un contexto laboral, la ergonomía implica adaptar el trabajo al trabajador (TDI, Division of Workers' Compensation, 2021).

El objetivo principal de la ergonomía es la actividad concreta del hombre aplicado al trabajo utilizando medios técnicos; su propósito de investigación es el sistema hombre-máquina-entorno. El valor de la ergonomía radica en su nivel de síntesis de los aspectos humanos y técnicos. Ello presupone una actuación en dos direcciones:

-Análisis de las exigencias presentadas por el hombre a las máquinas y su funcionamiento.

-Análisis de las exigencias presentadas por la máquina (o técnica) al hombre y a las condiciones de su actuación.

Las dos direcciones anteriores y las soluciones óptimas se encuentran la mayoría de las veces en su empalme, lo que lleva a resumir las recomendaciones de la antropología, la



sociología, la psicología y por supuesto la seguridad, lo que permite tomar mejores soluciones. La productividad es el resultado de la confluencia racional de los elementos, medios y procedimientos que intervienen en el trabajo, con resultados eficientes y eficaces que se traducen en una mayor rentabilidad, menores costos, mayor motivación personal, mejor calidad y excelente clima laboral. En términos generales, es la relación positiva insumos-producto en la cual la ergonomía participa mejorando ampliamente dicha relación (Ramírez, 2004).

A manera de síntesis se puede comprender a la ergonomía como la disciplina que estudia la interacción del hombre en su ambiente de trabajo, a través de sus propios conocimientos y en función de otras ciencias, con el fin de abarcar todos los aspectos que pudieran estar relacionados con la salud del trabajador.

2.2 Metodología de la ergonomía

La ergonomía puede ser vista como un área de estudio y aplicación centrada en el diseño de lugares de trabajo y las características funcionales de los productos y servicios.

El avance tecnológico ha mejorado cómo trabajamos con herramientas y equipos más eficientes. No obstante, es esencial considerar los límites de lo que los humanos pueden hacer y adaptarse a ellos. No podemos esperar que los trabajadores se equiparen con las máquinas en términos de esfuerzo. Hoy en día, los profesionales de la ergonomía se enfocan en elegir el personal adecuado para cada empresa y en usar herramientas como tablas y matrices para crear un entorno de trabajo seguro y productivo.

(Mondelo, Torada & Bonbardo, 2000) Los ergónomos emplean tanto métodos tradicionales de investigación en Ciencias Humanas y Biológicas como nuevas técnicas adaptadas o creadas por ellos mismos. Estas nuevas metodologías suelen ser variaciones pequeñas de métodos ya existentes, lo que les permite recopilar de manera exhaustiva y económica las variables relevantes de los problemas que enfrentan en su intervención.

Se pueden destacar las siguientes:





1. Informes subjetivos de las personas, ya que el grado de bienestar de una situación no solo depende de las variables externas, sino de la consideración que de éstas haga el usuario.

2. Observación y mediciones: esta técnica permite recoger datos cargados de contenido. Una variación en la metodología de observación, como puede ser la observación conjugada de varias personas con diferencias en formación, sexo, edad, cultura, pericia, experiencia, entre otros; lo cual acostumbra a enriquecer enormemente los resultados.

3. Simulación y modelos: debido a la complejidad de los sistemas, o a la innovación, en ciertos momentos debemos recurrir a la modelación o simplemente a la simulación de las posibles respuestas del sistema.

4. Método de incidentes críticos: mediante el análisis de estos incidentes, podemos encontrar las situaciones caracterizadas como fuentes de error, y ahondar en el análisis exploratorio de éstas.

2.3 La intervención ergonómica

Se requiere la presencia profesional del ergónomo desde el inicio del proyecto hasta el lugar de trabajo, ya que este especialista analiza la actividad laboral, comprende la forma en que el usuario trabaja e identifica las variaciones no documentadas en el proceso laboral. Además, también examina todos los aspectos necesarios para desarrollar estrategias más efectivas en la ejecución del proyecto. A pesar de las dos formas diferentes de entender la intervención de la ergonomía, existen opciones que permiten operar según los recursos disponibles. Es importante destacar que la segunda forma de actuación descrita anteriormente es la considerada más vinculada y eficaz para el ergónomo en la elaboración del proyecto ergonómico (Mondelo, Torada & Bonbardo, 2000).

Por otra parte, las intervenciones ergonómicas pueden abordarse de diversas maneras. Las físicas se centran en mejorar el equipamiento y el entorno laboral para reducir el estrés en el sistema musculoesquelético y prevenir lesiones. Por otro lado, las intervenciones institucionales buscan proporcionar descanso y un entorno laboral adecuado para permitir la recuperación del





sistema musculoesquelético, reduciendo así el riesgo de lesiones a largo plazo. Finalmente, las intervenciones cognitivas se enfocan en mejorar procesos mentales como la percepción, la memoria y la respuesta motora mediante la modificación de los procesos de trabajo y el entrenamiento (Hoe V.W, Urquhart D.M, Kelsall H.L, 2018).

2.4 Clasificaciones de las áreas de intervención ergonómica

- Laboral
- Conceptual
- Ambiental
- Investigación

2.4.1 Ergonomía laboral

En la industria la ergonomía tiene dos tipos de vertientes, que se aplican en:

- Procesos Productivos
- Seguridad en el Trabajo

Procesos productivos; En la concepción de un objeto, con la intervención del factor humano en el proceso productivo, siempre es necesario proponer e idear procesos de ensamble y construcción de tal forma que el operario y su herramienta tengan forma de maniobrar sencillamente con en el menor número de operaciones y/o movimientos.

Seguridad en el Trabajo; Dentro de las empresas los departamentos de higiene y seguridad proponen un proceso ergonómico, donde se analizan todas las estaciones de trabajo existentes, desde el punto de vista de niveles de riesgo (lesión o accidente) potenciales a que los operarios están expuestos en las condiciones de trabajo existentes.

2.4.2 Ergonomía conceptual

Este tipo de ergonomía se encarga de configurar desde la conceptualización y configuración de objetos de diseño de cualquier tipo y aplicación, ya que su tamaño forma y



funcionalidad son derivadas de estándares y factores ergonómicos, basados en la estructura del factor humano y el uso- función que este le dará.

2.4.3 Ergonomía ambiental

El medio ambiente contaminado también afecta el desempeño del factor humano y existen normas para proponer un ambiente adecuado, en donde lo que se mide y regula normalmente no es totalmente tangible:

- Iluminación
- Color
- Ruido
- Vibración
- Temperatura
- Polvos y/o gases
- Percepción

2.5 Ergonomía preventiva

Para efectos de esta investigación, nos basaremos en el tipo de ergonomía preventiva, ya que señala Ramírez (2004) que, aunque existen diferentes clasificaciones de las áreas donde intervienen el trabajo de los ergonomistas, se debe de considerar aquella que cumpla con la mayoría de síntomas en el trabajador.

Ergonomía preventiva; Este tipo de ergonomía colabora estrechamente con disciplinas como la seguridad industrial e higiene. Se dedica al análisis y estudio de las condiciones de seguridad, salud, bienestar y comodidad del trabajador. En conjunto con otras disciplinas como la biomecánica y la fisiología, se enfoca en analizar aspectos como el esfuerzo de trabajo, fatiga muscular, duración de la actividad, entre otros (Ramírez, 2004)

2.6 Lesiones y enfermedades habituales





A menudo los trabajadores no pueden escoger y se ven obligados a adaptarse a unas condiciones laborales mal diseñadas, que pueden lesionar gravemente las manos, las muñecas, las articulaciones, la espalda u otras partes del organismo. Concretamente, se pueden producir lesiones a causa de:

- El empleo repetido a lo largo del tiempo de herramientas y equipo vibratorios.
- Herramientas y tareas que exigen girar la mano con movimientos de las articulaciones.
- La aplicación de fuerza en una postura forzada.
- La aplicación de presión excesiva en partes de la mano, la espalda, las muñecas o las articulaciones.
- Trabajar con los brazos extendidos o por encima de la cabeza.
- Trabajar echados hacia adelante.
- Levantar o empujar cargas pesadas.

Según un estudio realizado por la empresa ESSBJ, en 2013.

2.7 Ergonomía y su relación interdisciplinaria

La ergonomía según Ramírez (2004) se define como una disciplina orientada al bienestar del ser humano en su entorno laboral, tanto en relación con las máquinas como con el ambiente circundante. Para mejorar las condiciones laborales, la ergonomía se apoya en los conceptos y contribuciones de diversas ramas del conocimiento, como las ciencias sociales, naturales y técnicas. Esta ciencia combina la investigación científica con la experimentación práctica, lo que facilita abordar aspectos como:

- Ciencias básicas de apoyo a la ergonomía.
- Ciencias incorporadas a las investigaciones ergonómicas.
- La ergonomía como actividad científico-práctica.



Ramírez, (2004) menciona que, de acuerdo con Mario Bunge, las ciencias se clasifican en:

- Formales, como la lógica y la matemática, cuyo método es la deducción.
- Factuales, como las ciencias naturales y culturales, cuyo método es la observación y la experimentación, y en segundo término la deducción.

La fisiología y la anatomía humana están estrechamente relacionadas con la ergonomía, ya que realizan un estudio detallado de aspectos morfológicos, bioquímicos y psíquicos del ser humano. Esto incluye el análisis de órganos y sistemas corporales mediante el método de investigaciones antropométricas, que mide y describe todas las partes del cuerpo humano (Ramírez, 2004).

La organización científica del trabajo comparte objetivos comunes con la ergonomía, como facilitar el desarrollo de los empleados en sus tareas, aumentar la productividad y monitorear la salud de los trabajadores (Hoe V.W, Urquhart D.M, Kelsall H.L, 2018).

El estudio de tiempos y movimientos se enfoca en analizar los tiempos y movimientos realizados por los empleados en sus tareas, con el fin de eliminar movimientos innecesarios, mejorar la eficiencia y prevenir lesiones (Ramírez, 2004).

2.8 Métodos de evaluación ergonómica

A principios del siglo XX, los descubrimientos de nuevas formas de energía, los avances en las comunicaciones y el desarrollo de la industria siderúrgica causaron una revolución en el mundo laboral. Sin embargo, a pesar de estos avances, el trabajo continuaba dependiendo en gran medida de la fuerza muscular y la capacidad física humanas. Esto condujo a la necesidad de desarrollar métodos científicos de análisis de las ocupaciones que pudieran mejorar la productividad del trabajador, es decir, métodos ergonómicos (Luz I. Leiros, 2009).

Uno de los métodos pioneros en la ergonomía fue el "Estudio de Tiempos", propuesto por la Escuela de la Organización Científica del Trabajo liderada por Frederick W. Taylor en



1919. Taylor aplicó este método para medir la duración de cada operación simple realizada por un trabajador durante una tarea, con el fin de eliminar movimientos ineficientes, seleccionar los instrumentos adecuados y determinar el sistema de acción más rápido. En resumen, se buscaba adaptar al trabajador al puesto de trabajo.

Siguiendo esta línea, la psicóloga Lillian Gilbreth y su esposo Frank Gilbreth, contribuyeron con el "Estudio de Movimientos". Este método, desarrollado en la Escuela de Ingeniería de Purdue, consistía en medir los tiempos de trabajo en diversas ocupaciones, como albañilería o cirugía, para identificar los elementos o movimientos elementales de una tarea específica, conocidos como "therbligs", con el objetivo de hacer el trabajo menos agotador y más eficiente (Luz I. Leiros, 2009).

2.9 Método REBA

Para este estudio, nos enfocaremos en el método ergonómico REBA (Rapid Entire Body Assessment). Desarrollado en Nottingham por Sue Hignett y Lynn McAtamney, el REBA se diseñó para evaluar las condiciones de trabajo y las cargas posturales, con el fin de estimar el riesgo de trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo y prevenir posibles lesiones posturales.

El método REBA ganó reconocimiento en la revista especializada en ergonomía "Applied Ergonomics" en el año 2000. Este reconocimiento fue el resultado de un esfuerzo colaborativo entre fisioterapeutas, ergónomos, enfermeras y terapeutas ocupacionales, quienes identificaron aproximadamente 600 posturas para su desarrollo y concreción (Hignett, S. y McAtamney, L, 2000)

Aunque inicialmente diseñado para analizar las posturas forzadas comunes entre cuidadores, fisioterapeutas y personal sanitario, el método REBA es aplicable a una amplia gama de actividades laborales y sectores industriales.

El método REBA evalúa el riesgo de posturas estáticas y dinámicas (acciones repetidas, como, por ejemplo, repeticiones que superen las 4 veces/minuto, excepto andar), adoptadas por





brazo, antebrazo y muñeca (miembros superiores); y por tronco, cuello y piernas. Además, presenta las siguientes novedades frente a otros métodos:

- Incluye un nuevo factor para valorar si la postura de los miembros superiores se adopta a favor o en contra de la gravedad.
- Ofrece la posibilidad de señalar los posibles cambios bruscos de postura o la existencia de posturas inestables.

2.10 Método ERGOPAR 2.1

El Método ERGOPAR es un procedimiento de ergonomía participativa para la prevención del riesgo ergonómico de origen laboral. Se ha concebido para identificar la exposición a factores de riesgo ergonómicos a consecuencia del trabajo y sus causas de exposición, consensuar las mejores medidas preventivas para la eliminación o al menos, reducción de las situaciones de riesgo, implementarlas y realizar su seguimiento y mejora continua (Moncada, 2014).

En el método ERGOPAR 2.1, la ergonomía participativa ocupa una parte fundamental. Este enfoque implica gestionar una porción importante del trabajo involucrando a todas las personas relevantes que puedan estar implicadas (Moncada, 2014).

El modelo de la encuesta ERGOPAR 2.0 consta en que los trabajadores del ámbito intervención deberán participar directamente al menos en dos momentos:

- La cumplimentación del cuestionario de factores de riesgo ergonómicos y daños.
- La evaluación de la eficacia de las medidas preventivas implantadas.

Antes de aplicar el cuestionario, el investigador o responsable del estudio deberá adaptar a medida de lo que requiera o necesite para su estudio.

Materiales y métodos





3.1 Metodología de la investigación

La investigación adopta un enfoque cuantitativo y transversal para analizar los riesgos ergonómicos en los trabajadores del turno vespertino, quienes laboran 8 horas diarias. Estas tareas son propensas a generar problemas musculoesqueléticos debido a los movimientos repetitivos y esfuerzos continuos como se menciona en Sortillón et.al. (2018) y Sortillón González, et.al. (2019).

3.2 Elección de la población objetivo

El estudio empleará un muestreo por conveniencia al 100% dirigido al segundo turno. Esta técnica asegura que todos los trabajadores del turno vespertino, quienes realizan actividades específicas de insertado, encintado y prueba eléctrica de arneses, sean evaluados, facilitando la recolección de datos.

3.3 Participantes

Los operadores que formarán parte de esta investigación serán seleccionados según los siguientes criterios:

- Tener entre 18 y 45 años.
- Realizar actividades prolongadas y repetitivas durante su jornada laboral.
- Tener por lo menos 1 mes de antigüedad en la empresa.
- Pertenecer al área de producción y trabajar en una postura sentada.
- Desempeñarse en las áreas de insertado, encintado y prueba eléctrica.
- Realizar operaciones por más de 4.5 horas (medio turno) sin rotación de tareas.

En total, 52 operadores cumplieron con los criterios de inclusión, lo que es suficiente para asegurar la representatividad y la relevancia estadística de los resultados.





3.4 Instrumento

Se utilizó el método de evaluación ergonómica ERGOPAR 2.1 con un diseño descriptivo transversal, mediante la aplicación de un cuestionario estructurado con el objetivo de evaluar la percepción del personal operativo indicando dolencias y malestares que ellos puedan experimentar en un momento específico, en las líneas de insertado, encintado y prueba eléctrica, permitiendo identificar las partes del cuerpo que sufren mayores problemas debido a posturas inadecuadas, movimientos repetitivos y esfuerzo físico constante.

Seguido de esto se recopiló datos específicos mediante la grabación de videos, observación directa y mediciones precisas que en combinación con el formato de evaluación ergonómica REBA el cual utiliza un sistema de puntuación para posturas y movimientos, se logró el objetivo de identificar y evaluar variables críticas como el ángulo de las posturas, la frecuencia y duración de los movimientos repetitivos. Para la medición de los ángulos se empleó el software KINOVEA versión 2023.1.2, un programa gratuito de análisis de videos e imágenes, lo cual permitió integrar un enfoque observacional y obtener datos objetivos y mensurables que faciliten la identificación de patrones y áreas de riesgo.

3.4.1 Encuesta ERGOPAR 2.1

La encuesta ERGOPAR 2.1 consta de un total de 47 ítems. Sin embargo, para los propósitos de esta investigación, se enfocó en un conjunto de 28 ítems. Esta selección se realizó con el fin de identificar específicamente posibles zonas de riesgo asociadas a las condiciones y formas de trabajo de los operadores.

3.4.2 Método REBA

El método ergonómico REBA se diseñó para evaluar las condiciones de trabajo y las cargas posturales, con el fin de estimar el riesgo de trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo y prevenir posibles lesiones posturales.



Algunos de los constructos que mide REBA son:

El análisis conjunto de las posiciones adoptadas por los miembros superiores del cuerpo (brazo, antebrazo, muñeca); del tronco, del cuello y de las piernas.

Las puntuaciones las definieron 3 ergonomos, codificando 144 combinaciones de posturas. Por tanto, analiza y evalúa una postura determinada de trabajo (una foto) que se debe catalogar en una de las 144 predefinidas por el método.

El proceso culmina en una calificación final que se traduce en una evaluación del nivel de riesgo asociado con la estación de trabajo. Esta calificación se obtiene en una escala numérica que va del 1 al 15, proporcionando una indicación clara del grado de riesgo ergonómico presente.

3.5 Desarrollo en la aplicación de la encuesta ERGOPAR 2.1 y evaluación REBA

Se realizaron las entrevistas las cuales fueron diseñadas para proporcionar a cada trabajador una comprensión clara y detallada del propósito del estudio, así como de los métodos y protocolos que se seguirían. Se les explicó la importancia de la encuesta ERGOPAR 2.1 y se les instruyó sobre cómo responder de manera que se minimicen los sesgos, asegurando así la validez de los datos recopilados.

Para evitar interrupciones en el proceso de producción y para garantizar que los datos sean representativos, la encuesta se aplicó a una línea de producción por día.

En un segundo momento, se realizó una grabación de las actividades de los operadores en una línea de producción seleccionada al azar. Esta grabación se efectuó con el consentimiento de cada operador, quienes fueron previamente informados sobre el propósito y la naturaleza de las grabaciones. Las tomas incluyeron diferentes planos (sagital, frontal y transversal) con el objetivo de capturar una visión completa de las posturas y movimientos del





operador. Se prestó especial atención a identificar posturas inadecuadas y movimientos potencialmente peligrosos durante la ejecución de sus tareas.

Con la evidencia audiovisual en mano, se procedió a una evaluación detallada de la estación de trabajo mediante el método REBA. Este análisis permitió determinar el nivel de riesgo asociado con las operaciones de insertado, encintado y prueba eléctrica. La evaluación REBA ofreció una perspectiva integral sobre los riesgos ergonómicos presentes, facilitando la identificación de áreas críticas que requieren intervención.

Resultados de la aplicación de los métodos ERGOPAR2.1 y REBA

Los resultados obtenidos reflejan una visión clara sobre la aplicación de los métodos de evaluación ergonómica, el método ERGOPAR 2.1, que emplea un enfoque subjetivo, y REBA (Rapid Entire Body Assessment), basado en un enfoque objetivo, Ambos métodos se aplicaron en tres estaciones de trabajo dentro de una línea de producción: insertado, encintado y prueba eléctrica para determinar si existe similitud o discrepancias en sus resultados y/o diferencias significativas entre los factores de 1. posición de riesgo y 2. duración, repetición y fijación de la actividad realizada mediante un análisis estadístico, con el propósito de identificar si las percepciones de los trabajadores (frecuencia), están alineadas con las observaciones técnicas en las operaciones evaluadas dentro de la empresa dedicada a la fabricación de arneses automotrices, ubicada en Hermosillo, Sonora.

4.1 Análisis de resultados de los métodos de evaluación ergonómica aplicados

Se contempló 18 operadores para el área de insertado, 16 operadores para el área de encintado y 18 operadores para el área de prueba eléctrica, de los cuales el 100% contestó la encuesta.



La estratificación de resultados considera el área de trabajo, la edad, el género y la antigüedad en el puesto como se muestra en la tabla 4.1.

Tabla 4.1 Datos sociodemográficos

Estación:	Insertado	Encintado	Prueba Eléctrica	Total encuestados
	(18)	(16)	(18)	
Edad	media mín-máx			
(Años)	30.73 20-41	33.25 20-41	30.09 21-41	30.50 20-41
Sexo	n %			
Hombre	1 5.56 %	1 6.25 %	3 16.67 %	5 9.62 %
Mujer	17 94.44 %	15 93.75 %	15 83.33 %	47 90.38 %
No contesta	0 0.00 %	0 0.00 %	0 0.00 %	0 0.00 %
Antigüedad puesto	n %			
Menos de 1 año	9 50.00 %	2 12.50 %	6 33.33 %	17 32.69 %
Entre 1 y 5 años	8 44.44 %	12 75.00 %	10 55.56 %	30 57.69 %
Más de 5 años	1 5.56 %	2 12.50 %	2 11.11 %	5 9.62 %
No contesta	0 0.00 %	0 0.00 %	0 0.00 %	0 0.00 %

Fuente: Elaboración propia.

Dado que los métodos tienen escalas diferentes (porcentaje en ERGOPAR 2.1 y valores numéricos en REBA), fue necesario estandarizarlos para facilitar la comparación.

En la tabla 4.2 se muestran los datos a una escala normalizada los cuales fueron ajustados de los resultados originales de la evaluación realizada a dos conjuntos de partes del cuerpo del trabajador los cuales tenían en coincidencia ambos métodos (1. cuello, hombros y espalda y 2. Manos, muñecas y piernas).

Tabla 4.2 Resultados escala normalizada

Actividad	REBA	ERGOPAR 2.1
Insertado	2.5	1.5
Encintado	2.5	1.5
Prueba eléctrica	1.5	0.5

Fuente: Elaboración propia

Se realizó un Análisis de varianza tabla 4.3, para determinar si hay diferencias significativas entre las medias de los factores.

Tabla 4.3

Análisis de Varianza

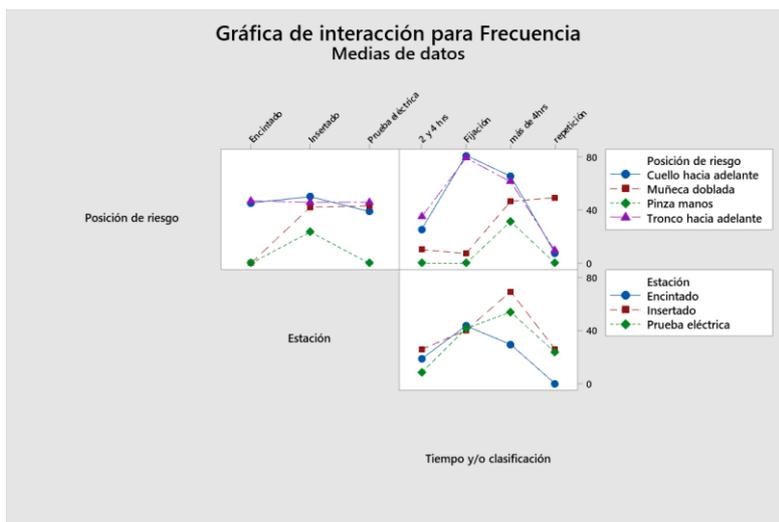
Fuente	GL	SC	Ajust. MC	Ajust. Valor F	Valor p
Estación	2	2412	1205.8	1.59	0.216
Posición de riesgo	3	11499	3832.8	5.07	0.005
Tiempo y/o clasificación	3	10934	3644.8	4.82	0.006
Error	39	29484	756.0		
Total	47	54329			

Fuente: Software estadístico MINITAB 19

Los resultados en la tabla 4.3 ANOVA muestran que los factores de posición de riesgo y tiempo-clasificación se consideran estadísticamente significativos en la frecuencia o percepción de los trabajadores.

Adicionalmente, la gráfica 4.1 de interacción mostró los efectos de cada uno de los factores sobre la frecuencia donde las estaciones de encintado y de insertado según ERGOPAR 2.1 fueron las más críticas. La estación de insertado en el factor tiempo y/o clasificación. Y en cuanto a la postura fija de resultando riesgo se visualizó cuello hacia adelante y tronco hacia adelante.

Gráfica 4.1



Fuente: Software estadístico MINITAB 19

El análisis mostró que el método REBA según su puntuación tiene un nivel de riesgo medio lo que significa que es necesario acción correctiva y en el caso del método ERGOPAR 2.1 muestra un nivel de riesgo bajo donde se especifica que pudieran ser necesarias acciones correctivas. Ambos resultados se muestran en la tabla 4.4.

Tabla 4.4

Nivel de acción	Puntuación REBA	Puntuación ERGOPAR 2.1	Escala normalizada (0-4)	Nivel de Riesgo	Intervención ergonómica
0	1	0- 20%	0.5	Inapreciable	No necesaria
1	2 - 3	21-40%	1.5	Bajo	Pueden ser necesarias acciones correctivas
2	4 - 7	41-60%	2.5	Medio	Se necesitan acciones correctivas
3	8 -10	61-80%	3.5	Alto	Es necesario realizar investigación e implementar cambios
4	11 - 12	81-100%	4	Muy alto	Es necesario cambio inmediato

Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones

El análisis ergonómico realizado en las estaciones de trabajo de insertado, encintado y prueba eléctrica mediante los métodos REBA y ERGOPAR 2.1 permitió una identificar riesgos ergonómicos asociados a posturas, movimientos repetitivos y condiciones de trabajo. Los resultados muestran que en general las estaciones presentan riesgos ergonómicos medios, según el método REBA, mientras que el método ERGOPAR 2.1 resalta la percepción de molestias y dolor por parte de los trabajadores en diversas partes del cuerpo, especialmente en las extremidades superiores.

La comparación entre ambos métodos permite un análisis complementario, ya que REBA ofrece una evaluación objetiva y detallada de las posturas y por otra parte, ERGOPAR 2.1 aporta una perspectiva más subjetiva basada en la experiencia del trabajador. Cabe destacar que se identificaron limitaciones en el método ERGOPAR 2.1, por ejemplo, no contempla dolencias en ciertas partes del cuerpo como el brazo, por lo cual puede confundir al trabajador en la elección de una parte específica del cuerpo que presente dolencias o molestias, en este contexto, la falta de consideración de todas las partes del cuerpo en la evaluación, dificulta identificar riesgos ergonómicos que podrían ser significativos,



especialmente en estaciones de trabajo que demandan movimientos repetitivos, amplitud en los movimientos y esfuerzos sostenidos con las extremidades superiores.

Por otro lado, se sugiere que futuras investigaciones incluir en sus herramientas de análisis una pregunta específica que indague sobre lesiones previas o padecimientos musculoesqueléticos existentes en los trabajadores. Esta información es relevante para comprender mejor las condiciones físicas de los empleados y cómo estas pueden influir en su desempeño laboral.

Cabe destacar que los trabajadores de la estación de trabajo de encintado, presentan dolencias en cuatro partes distintas del cuerpo en comparación con las estaciones de prueba eléctrica e insertado, a pesar de que las condiciones de trabajo son similares entre ellas. Estas molestias abarcan desde dolor en la espalda baja, hombros, manos y piernas. Una posible explicación podría ser que los trabajadores ya presentan lesiones previas, lo que podría intensificar las dolencias en diferentes áreas del cuerpo.

Por otro lado, también podría influir la ausencia de un estudio antropométrico de la población trabajadora, lo cual resulta esencial para determinar si el diseño de las estaciones de trabajo es adecuado para las características físicas de la población local, ya sea de Hermosillo o de zonas rurales. Este tipo de análisis permitiría diseñar las estaciones de trabajo acorde a las características de la población, disminuyendo las posibilidades de desarrollar trastornos musculoesqueléticos en el centro de trabajo.

Para finalizar, es importante monitorear todas las estaciones de trabajo en una empresa, pero sobre todo hacer énfasis en aquellas que demanden en toda su jornada laboral: movimientos repetitivos, esfuerzos sostenidos y posturas incorrectas. Como se observó, la mayoría de los trabajadores del presente estudio, manifiestan tener alguna dolencia del cuerpo y desde el punto de vista de la ergonomía esto no debe suceder, por lo tanto se recomienda a las empresas educar a sus trabajadores en temas de ergonomía para que puedan proponer ideas en el rediseño o ajustes de las estaciones de trabajo, así como la implementación de pautas en la jornada de trabajo, rotación de tareas, mobiliario acorde a las características de la población



y cualquier acción que esté orientada a disminuir los riesgos asociados a factores ergonómicos.

Referencias

- Jastrzebowski, W. (1857). Compendio de ergonomía o la ciencia del trabajo, basado en verdades tomadas de la ciencia de la naturaleza. Varsovia.
- Hignett, S. y McAtamney, L, 2000. REBA: Rapid Entire Body Assessment. Applied Ergonomics, 31, pp.201-205.
- Hoe, V.C., Urquhart, D.M., Kelsall, H.L., Zamri, E.N., Sim, M.R., 2018. Ergonomic interventions for preventing work-related musculoskeletal disorders of the upper limb and neck among office workers. Cochrane Database of Systematic Reviews. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD008570.pub3>
- IEA. (2010). Addictive Media. Recuperado el 09 de Marzo de 2010, de <http://www.iea.cc/index.php?contID=home>
- Leirós, L. (2009). Historia de la ergonomía, o de como la ciencia del trabajo se basa en verdades tomadas de la psicología [History of ergonomics, or how the science of work is base on truths taken from psychology]. Revista de Historia de la Psicología, 30(4), 33-53.
- Moncada S, Llorens C y Andrés R (Centro de Referencia en Organización del Trabajo y Salud-ISTAS), Moreno N (CCOO de Catalunya) y Molinero E (Departament d'Empresa i Ocupació, Generalitat de Catalunya)., (2014). Manual del método CoPsoQ-istas21 (versión 2) para la evaluación y la prevención de los riesgos psicosociales en empresas con 25 o más trabajadores y trabajadoras.
- Mondelo, R. P., Gregori, E., & Barrau, P. (1999). Ergonomía I Fundamentos. Barcelona: Mutua Universal.



- Mondelo, Pedro et al. Ergonomía 1: Fundamentos, 3ª Edición. México: Alfaomega, 2000.
- Montmollin, M. d. (1997). Introducción a la Ergonomía: Los sistemas de hombres-máquinas. México: Limusa.
- Ramirez, Cesar, Ergonomía y Productividad, Editorial Limusa, S.A de C.V México D.F, 2004.
- Ramírez Quiñónez, L. J. (2022). Análisis de los riesgos ergonómicos en los puestos de trabajo del área de producción y su incidencia en el desempeño laboral de una empresa que elabora materiales eléctricos en Guayaquil. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/60716>.
- Rodríguez Sánchez HV, Reyes Monroy S. Ergonomía: antecedentes conceptos y objetivos. ESTR [Internet]. 5 de enero de 2019 [citado 1 de enero de 2025];6(11):74-5. Disponible en: <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/tepexi/article/view/3825>.
- SEMAC. (2010). SOCIEDAD DE ERGONOMISTAS DE MEXICO, A.C. - ERGONOMIA. Recuperado el 23 de Mayo de 2010, de <http://semac.org.mx/>
- Singleton, W. T. (1998). NATURALEZA Y OBJETIVOS DE LA ERGONOMÍA. En L. Wolfgang, & V. Joachim, Enciclopedia de Salud y Seguridad en el trabajo (págs. 3-4). España: Chantal Dufresne, BA.
- Sortillon P, Ortega L, López J, Leyva J, Silvasa M. Análisis comparativo de métodos de evaluación postural para la determinación del riesgo de trastornos musculoesqueléticos en las tareas de ensamble industrial en manufactura. Revista de investigación Académica sin Frontera; División de Ciencias Económicas y Sociales. 2018.(acceso 11/11/2020); (28),
- Sortillon Gonzales, P.E., Ortega Encinas, L.U., López Bojórquez, J.S., Leyva Pacheco, J.A., & Ochoa Salcido, G., (2019). Análisis de la fatiga en mujeres que laboran 9.6

horas. Revista de investigación Académica sin Frontera; Facultad Interdisciplinaria De Ciencias Económicas Administrativas – Departamento de Ciencias Económica Administrativas-Campus Navojoa, (299, 36.

Texas Department of Insurance. (2021). La Ergonomía para la Industria en General.

<https://www.tdi.texas.gov/pubs/videoresourcesp/spwpgenergo.pdf>

Vázquez Ortega, K. A., & López Narváez, L. (2019). Propuesta de plan de intervención para la reducción de riesgos y enfermedades músculo esqueléticas, en los trabajadores del área de producción de la maquila general S. A. <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/handle/123456789/4835>

Wisner. (1983). Ergonomics or anthropology: A limited or wide approach to working condition in technology transfer. Luleå, Suecia: Universidad Tecnológica de Luleå.



[Neliti - Indonesia's Research Repository](#)

