



*Las opiniones y los contenidos de los trabajos publicados son responsabilidad de los autores, por tanto, no necesariamente coinciden con los de la Red Internacional de Investigadores en Competitividad.*



Esta obra por la Red Internacional de Investigadores en Competitividad se encuentra bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 3.0 Unported. Basada en una obra en riico.net.

## **Evaluación de riesgos ergonómicos en el área de producción laser en una empresa maquinadora de Piedras Negras, Coahuila**

*Clara Patricia Buentello Martínez<sup>1</sup>*  
*Nemecio Lorenzo Valenzuela Salazar\**  
*Lilia Alanis Gómez\**

### **Resumen**

La cuarta revolución industrial tiene gran relevancia para la ergonomía en el lugar de trabajo. Estos dos temas están estrechamente entrelazados. Este proyecto tiene como objetivo realizar una primera evaluación para dar a conocer si se cuenta con ergonomía aplicada, en las operaciones de una maquiladora. Se aplicó una encuesta tipo Likert considerando cinco variables más recurrentes para identificar áreas de oportunidad de manera oportuna. Se llevó a cabo la prueba de hipótesis, aceptando la HI: Más del 80% de las operaciones utilizadas en producción laser, de una maquiladora de Piedras Negras, Coahuila cuenta con ergonomía aplicada. Esto se realizó con la finalidad de crear un programa de mejora continua en la observación de los procesos, identificando los factores de riesgo.

**Palabras claves:** Ergonomía, evaluación, riesgos ergonómicos, mejora continua.

### **Abstract**

The fourth industrial revolution has great relevance for ergonomics in the work of the place. In addition, two themes are closely intertwined. This project aims to carry out a first evaluation to publicize if it has applied ergonomics, in the operations of a maquiladora. A Likert-type survey was applied considering five more recurrent variables to identify opportunity areas in a timely manner. The hypothesis test was carried out, accepting HI: More than 80% of the operations used in laser production, of a maquiladora of Piedras Negras, Coahuila has ergonomics applied. This was done in order to create a continuous improvement program in the observation of processes, identifying the risk factors.

**Keywords:** Ergonomics, evaluation, ergonomic risks, continuous improvement.

---

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Coahuila

## **Planteamiento del problema**

El objetivo de la industria 4.0, es un ambicioso proyecto de alta tecnología, el cual es promover la automatización, crear fabricas inteligentes (Smart Manufacturing) caracterizadas por una intensa capacidad de adaptación, alta eficiencia en el uso de los recursos y buena ergonomía, además de la integración de clientes y aliados empresariales a procesos comerciales y de valor. El reto al que se enfrenta la nueva revolución industrial es el desarrollar softwares, sistemas de análisis de datos y su almacenamiento, la incorporación de la electrónica a los elementos que interactúan la convivencia del hombre con la máquina y la disponibilidad de información para una mejor y más efectiva toma de decisiones. La Industria 4.0 también pretende responder a las problemáticas actuales tanto en cuanto al ahorro de energía como en cuanto a la gestión de recursos naturales y humanos.

Desde la aparición de la revolución industrial a la fecha se han originado avances tecnológicos muy grandes, donde su objetivo es incrementar la productividad y se han creado puestos laborales en maquinaria con posiciones cómodas y movimientos repetitivos que debemos cuidar para no convertir este proceso, en un riesgo laboral (Obregón Sánchez, 2016).

En México desde el año 2012 en la Ley Federal de Trabajo en el Art. 2 se agrega el concepto de Trabajo Digno en dónde se declara que a partir de esa fecha hasta la actualidad, las entidades u organizaciones deben crear un ambiente saludable para sus trabajadores. Se entiende por trabajo digno o decente aquél en el que se respeta plenamente la dignidad humana del trabajador; no existe discriminación por origen étnico o nacional, género, edad, discapacidad, condición social, condiciones de salud, religión, condición migratoria, opiniones, preferencias sexuales o estado civil; se tiene acceso a la seguridad social y se percibe un salario remunerador; se recibe capacitación continua para el incremento de la productividad con beneficios compartidos, y se cuenta con condiciones óptimas de seguridad e higiene para prevenir riesgos de trabajo. Con esta reforma laboral inician cambios, donde uno de ellos es la preocupación de adaptar el trabajo al trabajador y viceversa, para reducir accidentes laborales y crear como consecuencia un trabajo digno. La ergonomía tiene un papel importante en la prevención de riesgo laboral ya que se define como el estudio de la adaptación del medio al hombre (Wolfgang, 2012).

Las industrias que se desarrollan en México deben mantener los avances tecnológicos para asegurar su rentabilidad y al mismo tiempo, prevenir los riesgos de trabajo para poder cumplir con lo solicitado por la Ley Federal de Trabajo (Fernandez Garcia, 2007).

Se ha comentado que se podría pasar por alto lo que la cuarta revolución industrial significa para la ergonomía en el lugar de trabajo, siendo obvio que estos dos temas están estrechamente entrelazados.

La Industria 4.0 avanza de forma vertiginosa, y las empresas se preocupan tanto por mantener en forma a sus empleados en el trabajo, como por investigar la aplicación de los sistemas digitales.

Las personas se convertirán en parte de la red, totalmente en línea con los principios ergonómicos. Imaginemos que se pide al producto A que decida quién debe fabricarlo. Revisará los datos personales de que disponga (como la altura o los trabajos anteriores) y determinará que la persona B es la más indicada. La persona C no será seleccionada porque existe el riesgo de que la operación de fabricación suponga un esfuerzo excesivo para ella. (Ergonomía en el banco de trabajo: lo que ofrece la Industria 4.0. Item. <https://item24us.news/es/ergonomics-at-the-work-bench-what-industry-4-0-has-in-store/> enero 10th, 2018).

Basado en lo anterior surge la inquietud para realizar esta investigación, donde se evaluaron los riesgos ergonómicos que presenta una maquiladora de la Cd. de Piedras Negras, Coahuila y con ello prevenir riesgos laborales futuros para lograr trabajos dignos en dicha maquiladora.

### **Objetivo general**

Evaluar los factores de riesgo ergonómico en una maquiladora de la Cd. de Piedras Negras, Coahuila, en esta 1ª etapa, en el área de producción laser para conocer si se presentaron incidencias y proponer alternativas de un programa para prevenir riesgos laborales futuros.

### **Objetivos específicos**

1. Identificar las condiciones ergonómicas que prevalecen en las áreas que han ocurrido incidencias laborales en la maquiladora de la Cd. de Piedras Negras, Coahuila.
2. Buscar información en el área médica para conocer las diferentes posiciones en donde se han presentado incidencias laborales a partir del 1 de enero de 2019 al 25 de mayo de 2019.
3. Implementar un procedimiento para evaluar los riesgos ergonómicos en una maquiladora de la Cd. de Piedras Negras, Coahuila.
4. Identificar oportunidades de mejora para prevenir riesgos laborales futuros.

Delimitación. - Esta investigación se realiza en una Industria maquiladora de la Cd. de Piedras Negras, Coahuila; en el departamento de Seguridad laboral, enfocado al área de producción (laser), que cuenta con 240 empleados, divididos en 3 turnos; Sin embargo, se ha considerado para este primer estudio, solamente al turno nocturno que cuenta con 62 empleados, durante el periodo del 1 de enero al 25 de mayo de 2019.

Justificación. - Considerando su utilidad, para disminuir incidencias laborales, por la falta de evaluación de riesgos ergonómicos que se presentan en la empresa maquiladora (objeto de estudio). La dirección de Seguridad Laboral, así como el área médica de la maquiladora, mostraron su interés y apoyo en este proyecto de investigación para cumplir con lo dispuesto en el Art. No. 2 de la LFT y poder contribuir con un trabajo digno para los empleados, haciendo uso de alta tecnología durante el proceso.

### **Revisión de la literatura**

El término ergonomía proviene de las palabras griegas ergon (trabajo) y nomos (ley o norma) (Mondelo, 2013).

En 1975 un equipo encargado de elaborar análisis de las condiciones de trabajo del obrero, formado por: Guélaud, Beauchesne, Gautrat y Roustang (1975), definen la ergonomía como “el análisis de las condiciones de trabajo que conciernen al espacio físico del trabajo, ambiente térmico, ruidos, 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” (Rodríguez Jouvencel, 1994).

La función principal de la Ergonomía es la adaptación del puesto de trabajo y sus herramientas a las del hombre, dado que las posturas y los movimientos naturales son indispensables para un trabajo eficaz, es importante que el puesto de trabajo se adapte a las dimensiones corporales del servidor (Cruz, 2010).

Existen tres fundamentos en la ergonomía:

- 1.- Que su principal sujeto de estudio es el hombre en interacción con el medio tanto “natural” como “artificial”.
- 2.- Su estatuto de ciencia normativa.
- 3.- Su vertiente de protección de la salud (física, psíquica y social) de las personas.

Alcance de la Ergonomía:

- 1.- Mejorar la interacción P-M, de forma que la haga más segura, más cómoda, y más eficaz.
- 2.- Llegar a un procedimiento pluridisciplinar de ingeniería, medicina, psicología, economía, estadística, etc....., para ejecutar una actividad.

3.-Intervención en la realidad exterior, o sea, alterar tanto lo natural como lo artificial que nos rodea; lo material y lo relacional.

4.- Analizar y registrar la acción humana: incluye el análisis de actitudes, ademanes, gestos y movimientos necesarios para poder ejecutar una actividad; en un sentido más figurado implica anticiparse a los propósitos para evitar los errores.

5.- Valoración de limitaciones y condicionantes del factor humano, con su vulnerabilidad y seguridad, con su motivación y desinterés, con su competencia e incompetencia (Mondelo, 2013).

Desde tiempos antiguos se ha buscado reducir las dificultades del trabajo y mejorar el rendimiento, es así como se llega hasta lo que hoy en día conocemos como ergonomía; para facilitar el análisis de la ergonomía, es necesario saber cuáles son los riesgos ergonómicos a los que se pudieran enfrentar tanto las personas físicas como morales.

Los riesgos ergonómicos: Corresponden a aquellos riesgos que se originan cuando el trabajador interactúa con su puesto de trabajo y cuando las actividades laborales presentan movimientos, posturas o acciones que pueden producir daños a su salud.

Estos son generados por posturas inadecuadas en la realización de la tarea, magnitud de la fuerza ejercida y repetitividad de las acciones que exige el trabajo, en caso de usar una herramienta, esta debe ser ergonómica y es considerada así cuando es adecuada para realizar una labor determinada.

Los principales riesgos ergonómicos están producidos generalmente por la adopción de posturas forzadas, la realización de movimientos repetitivos, por la manipulación manual de cargas y por la aplicación de fuerzas durante la jornada laboral.

Los sobreesfuerzos pueden producir trastornos o lesiones músculo-esqueléticos, originadas fundamentalmente por la adopción de posturas forzadas, la realización de movimientos repetitivos, por la manipulación manual de cargas y por la aplicación de fuerzas (Lolorca Rubio, 2015).

Se llaman posturas forzadas a las posiciones que adopta un trabajador cuando realiza las tareas del puesto, donde una o varias regiones anatómicas dejan de estar en posición natural para pasar a una posición que genera hipertensiones, hiperflexiones y/o hiperrotaciones en distintas partes de su cuerpo.

Los movimientos repetitivos, son los movimientos que se repite en ciclos inferiores a 30 segundos o cuando más del 50% del ciclo se emplea para efectuar el mismo movimiento (Ricardo Rivas, 2009). Se considera manipulación manual de cargas al:

- a) Levantamiento de cargas superiores a 3kg, sin desplazamiento.
- b) Transporte de cargas superiores a 3kg y con un desplazamiento mayor a 1m (caminando).
- c) Empuje y arrastre de cargas cuando se utiliza el movimiento de todo el cuerpo de pie y/o caminando.

Existe aplicación de fuerzas si durante la jornada de trabajo hay presencia de tareas que requieren: El uso de mandos en los que hay que empujar o tirar de ellos, manipularlos hacia arriba, abajo, hacia dentro o fuera, y/o, el uso de pedales o mandos que se deben accionar con la extremidad inferior y/o en postura sentado; y/o, empujar o arrastrar algún objeto sin ruedas, ni guías o rodillos en postura de pie. Los riesgos ergonómicos tienen factores que influyen en cada uno de ellos y hacen que se incremente la probabilidad de desarrollar una patología, y por tanto, incrementan el nivel de riesgo.

En el caso de las *posturas forzadas* los factores de riesgo son los que se muestran a continuación:

La frecuencia de movimientos, la duración de la postura, posturas de tronco, posturas de cuello, posturas de la extremidad superior, posturas de la extremidad inferior.

En el caso de los *movimientos repetitivos* los factores de riesgo son los siguientes:

La frecuencia de movimientos, el uso de fuerza, la adopción de posturas y movimientos forzados, los tiempos de recuperación insuficiente, la duración del trabajo repetitivo.

En el caso de la manipulación manual de cargas, los factores de riesgo dependen de si se realiza *levantamiento de cargas*, transporte, o empuje y arrastre. A continuación, se muestran los factores de riesgo que afectan a cada uno:

Peso a levantar, frecuencia de levantamientos, agarre de la carga, asimetría o torsión del tronco, distancia de la carga al cuerpo, desplazamiento vertical de la carga, duración de la tarea.

*Transporte de carga* los factores de riesgo son los siguientes:

Peso de la carga, distancia, frecuencia, masa acumulada transportada.

Empuje y arrastre, fuerza, altura de agarre, distancia de recorrido, frecuencia y duración, postura.

En el caso de la aplicación de fuerzas, los factores de riesgo ergonómico son los que se muestran a continuación: Frecuencia, postura, duración, fuerza, velocidad del movimiento. (Rubio Romero J. C., Métodos de evaluación de riesgos laborales, 2004)

Las lesiones más frecuentes derivadas de riesgos ergonómicos son:

Lesiones de tipo inflamatorio o degenerativo de músculos, tendones, nervios, articulaciones, ligamentos, etc. principalmente en el cuello, espalda, hombros, codos, muñecas, manos, dedos y piernas

Estas lesiones aparecen de forma lenta, así como paulatina, y en un principio parecen inofensivas. Primero aparece dolor y cansancio durante las horas de trabajo, pero estos síntomas desaparecen fuera del mismo, según se van agravando dichas lesiones, el dolor y el cansancio no desaparecen ni en las horas de descanso.

Las lesiones más frecuentes que se pueden producir en los trabajadores debido a los sobreesfuerzos son las siguientes:

**Tendinitis:** Es una inflamación de un tendón debida, entre otras causas, a que está repetidamente en tensión, doblado, en contacto con una superficie dura o sometido a vibraciones.

**Tenosinovitis:** Producción excesiva de líquido sinovial, hinchándose y produciendo dolor. Se originan por flexiones y/o extensiones extremas de la muñeca.

**Epicondilitis:** Los tendones se irritan produciendo dolor a lo largo del brazo. Se debe a la realización de movimientos de extensión forzados de muñeca.

**Síndrome del Túnel Carpiano:** Se origina por la compresión del nervio de la muñeca, y por tanto la reducción del túnel. Los síntomas son dolor, entumecimiento, hormigueo y adormecimiento en la mano.

**Síndrome Cervical por Tensión:** Se origina por tensiones repetidas en la zona del cuello. Aparece al realizar trabajos por encima del nivel de la cabeza, o cuando el cuello se mantiene en flexión.

**Dedo en Gatillo:** Se origina por flexión repetida del dedo, o por mantener doblada la falange distal del dedo mientras permanecen rectas las falanges proximales.

**Ganglión:** (Quiste sinovial). Salida del líquido sinovial a través de zonas de menor resistencia de la muñeca.

**Hernia:** Desplazamiento o salida total o parcial de una víscera u otra parte blanda fuera de su cavidad natural, normalmente se producen por el levantamiento de objetos pesados.

**Lumbalgia:** La lumbalgia es una contractura dolorosa y persistente de los músculos que se encuentran en la parte baja de la espalda, específicamente en la zona lumbar, debido a sobrecargas (Rubio Romero J. C., 2005).



## Métodos simplificados de evaluación de riesgos

### 1.-Valoración simple o método A, B, C

Una primera forma de estimar el riesgo, la más sencilla de ellas, consistiría en clasificarlos conforme a un solo parámetro (previa identificación de los peligros), atendiendo directamente al posible daño por unidad de tiempo. Así, podríamos clasificarlos como, A, B o C. De forma que:

A, son aquellos riesgos cuya actualización podría causar muertes, lesiones muy graves con incapacidades permanentes o una gran pérdida en bienes.

B, son aquellos riesgos cuya actualización podría causar lesiones graves con baja o daños a la propiedad.

C, son aquellos riesgos cuya actualización podría causar lesiones leves o daños a la propiedad muy bajos. En este método carente de una metodología para identificar los peligros, la valoración del riesgo es inmediata debido a la simplificación extrema de la estimación (Perez Aguilera, 2011).

### 2.-Metodo binario

Consiste en buscar factores para valorar el riesgo, que un mismo accidente puede originar diversos daños, y el que este sea menor o mayor es en buena medida cuestión del azar. De esta manera la esperanza de daño de un cierto riesgo sería el promedio de los daños a que daría lugar el accidente, si se repitiera un número representativo de veces. Parece razonable pensar que cada uno de los niveles de daño a los que un accidente puede dar lugar tiene una frecuencia de ocurrencia asociada.

Se llama  $D$  al nivel de daño del accidente «i» i y  $f_i$  la frecuencia de ocurrencia del daño  $D_i$  a consecuencia del accidente «i» de los « n » accidentes representativos, la esperanza de daño como consecuencia de un accidente sería:

$$D = \sum_{i=1}^n f_i \times D_i$$

Aunque el razonamiento utilizado hasta el momento para hallar la magnitud del riesgo está basado en los accidentes, en el caso de enfermedades ocasionadas por el trabajo, el razonamiento sigue siendo esencialmente válido, como ya veremos. Si recurrimos a la norma UNE-81902-EX, esta establece que «el concepto de riesgo siempre tiene dos elementos: la frecuencia con la que se materializa un riesgo y las consecuencias que de él pueden derivarse» y «para calificar un riesgo desde el punto de vista de su gravedad, se valorarán conjuntamente la probabilidad de que se produzca el daño y la severidad del mismo 2». Por lo tanto, si expresamos la frecuencia y la gravedad o severidad mediante magnitudes, tenemos que:

$$\text{Frecuencia} = \frac{\text{Accidentes esperados}}{\text{Tiempo}}$$

$$\text{Severidad} = \frac{\text{Daño esperado}}{\text{Accidentes esperados}}$$

En este trabajo se analiza el método binario propuesto por el INSHT (1996) como método de evaluación general de riesgos, elegido por su carácter institucional; sin embargo, conviene comentar que existe una amplia variedad de metodologías (muchas Mutuas de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales o entidades del sector, proponen su propia metodología), aunque hay que decir que las diferencias no son significativas (Grandjean, 1983)

El método es para comenzar la identificación de peligros como primer paso del análisis de riesgos.

De esta forma nos induce a realizarnos las siguientes tres preguntas:

¿Existe una fuente de daño?, ¿Quién (o qué) puede ser dañado? y ¿Cómo puede ocurrir el daño?

Con el fin de ayudar en el proceso de identificación de peligros, se pueden categorizar en distintas formas. Complementariamente es propio que se hagan una serie de preguntas, tales como:

Durante las actividades de trabajo, ¿existen los siguientes peligros?:

Caídas al mismo nivel.

Caídas de personas a distinto nivel.

Caídas de herramientas, materiales, etc., desde altura.

Espacio inadecuado. Golpes y cortes.

Peligros asociados con manejo manual de cargas.

Peligros en las instalaciones y en las máquinas asociados con el montaje, la consignación, la operación, el mantenimiento, la modificación, la reparación y el desmontaje.

Peligros de los vehículos, tanto en el transporte interno como el transporte por carretera. Incendios y explosiones.

Sustancias que pueden inhalarse.

Sustancias o agentes que pueden dañar los ojos.

Sustancias que pueden causar daño por el contacto o la absorción por la piel. \*Sustancias que pueden causar daños al ser ingeridas.

Energías peligrosas (por ejemplo: electricidad, radiaciones, ruido y vibraciones).

Trastornos músculo-esqueléticos derivados de repetitivos.

Ambiente térmico inadecuado.

Condiciones de iluminación inadecuadas.

Barandillas inadecuadas en escaleras.

Si bien la lista anterior no es exhaustiva y en cada caso habrá que desarrollar una lista propia, teniendo en cuenta el carácter de sus actividades de trabajo y los lugares en los que se desarrolla.

La lista o variantes de la misma es la herramienta habitualmente más utilizada para la identificación de los peligros/riesgos en todos aquellos métodos que carecen de un verdadero sistema propio para la identificación de los mismos (además de toda la información obtenida en la fase previa a la evaluación). En cuanto a la estimación de riesgo, se indica que para determinar la potencial severidad del daño, debemos considerar:

Las partes del cuerpo que se verán afectadas.

La naturaleza del daño, graduándolo desde ligeramente dañino a extremadamente dañino.

Ligeramente dañino: Daños superficiales: cortes y magulladuras pequeñas, irritación de los ojos por polvo. Molestias e irritación, por ejemplo: dolor de cabeza.

Dañino: Laceraciones, quemaduras, conmociones, torceduras importantes, fracturas menores. Sordera, dermatitis, asma, trastornos musculo esqueléticos, enfermedad que conduce a una incapacidad menor.

Extremadamente dañino: Amputaciones, fracturas mayores, intoxicaciones, lesiones múltiples, lesiones fatales. Cáncer y otras enfermedades crónicas que acorten severamente la vida. La probabilidad (así se denomina en dicho método) de que ocurra el daño. (Ricardo Rivas, 2009).

La probabilidad varía desde baja hasta alta, con el siguiente criterio:

Probabilidad alta: el daño ocurrirá siempre o casi siempre. Probabilidad media: el daño ocurrirá en algunas ocasiones. Probabilidad baja: el daño ocurrirá raras veces.

A la hora de establecer la probabilidad de daño, se debe considerar si las medidas de control ya implantadas son adecuadas. Los requisitos legales y los códigos de buena práctica para medidas específicas de control también juegan un papel importante. Además de la información sobre las actividades de trabajo, se debe considerar lo siguiente:

Trabajadores especialmente sensibles a determinados riesgos.

Frecuencia de exposición al peligro.

Fallos en el servicio. Por ejemplo: electricidad y agua.

Fallos en los componentes de las instalaciones y de las máquinas, así como en los dispositivos de protección.

Exposición a los elementos.

Actos inseguros de las personas (errores no intencionados y violaciones) (Lolorca Rubio, 2015).

### **Implementación**

Con base en la información anterior, se concluye que se puede medir el riesgo ergonómico que se presenta en la vida diaria, no únicamente en el área laboral, la idea del autor Romeo Rubio (2014) en cuestión de la relación que existe en la frecuencia de incidentes con la probabilidad de un accidente que se puede prevenir, por ejemplo: si se cuenta con recurrentes quejas sobre un malestar, es una frecuencia sobre una variable, que se debe identificar antes de que se incremente el nivel de riesgo hacia los trabajadores.

Es complicado llegar a obtener un nivel de valores para una empresa, en cuestión ergonómica, ya que esta depende de diferentes variables, según sean las operaciones de dicha entidad, pueden abarcar oficinas, áreas de producción en sus diferentes modalidades, como pueden ser robóticas o automatizadas, de prensas, de ensamble, de línea recta, de soldadura, de costura, por mencionar las más comunes en las industrias maquiladoras.

Como aportación de esta investigación, se realiza un check list de análisis de operación para disminuir los riesgos que se presentan en la empresa, con la finalidad de otorgar a los empleados trabajo digno y seguro para cada uno de ellos.

Cada Check List debe estar enfocado en cada área, según sus incidencias, la frecuencia de quejas y con la finalidad de identificar si existe alguna variable de riesgo ergonómico para los empleados.

Para realizar el Check List es importante identificar las posiciones correctas para un buen desempeño laboral, como pueden ser:

- Mantener la cabeza recta, sin movimientos forzados hacia delante, atrás o de lado.
- Mantener los pies abiertos a la altura de los hombros y en caso de realizar alguna carga, flexionar las rodillas sin rebasar la punta de los pies.
- El trabajador no debe agacharse para poder realizar su operación.
- Los hombros del operador no deben estar levantados en el momento de realizar su trabajo.
- Si la operación requiere movimientos laterales, el trabajador se debe girar completamente, para evitar un sobre esfuerzo en el tronco corporal.
- En caso de requerir cargar el material, maquinaria o instrumento de trabajo, el peso no debe provocar dolor en ninguna parte del cuerpo.
- Cuando la operación cuente con comando de manos, este debe estar a la altura de la cintura del trabajador.
- Los movimientos repetitivos no deben requerir fuerza.
- Los movimientos repetitivos en las muñecas no deben empujar la mano abierta hacia atrás.
- Para empujar dentro de la operación, se debe separar los pies, colocar un pie frente al otro e inclinar el cuerpo ligeramente hacia delante.
- En caso de requerir jalar dentro de la operación, se debe separar los pies, colocar un pie hacia delante y otro atrás, ligeramente doblado.

De esta forma será más fácil identificar si cumplen con los puntos necesarios según sea la operación que se requiera evaluar. También es relevante ver la cantidad de piezas requeridas en la operación, y reconocer que no todos los organismos soportan la misma cantidad de esfuerzo.

### **Metodología**

Esta investigación es no experimental porque es un estudio que se realiza sin la manipulación de variables y solo se observan los fenómenos en su ambiente natural para después analizarlos. Es cuantitativa porque se basa en los números, para investigar, analizar y comprobar información o datos; en este caso a través de una encuesta con una escala de Likert (con valores del 1 al 5), para llegar a una prueba estadística donde se plantean hipótesis y se aceptan o rechazan según el análisis de los resultados obtenidos, descriptivo porque se indaga las incidencias de las modalidades, categorías o niveles de una o más variables en una población, en este caso se encontraron 5 más recurrentes a la vez es transversal debido a que se recopilan datos en solo momento, en un tiempo único, en este caso no es comparativo con otros años o meses (Hernandez Sampieri, 2004).

## Población y muestra

Para analizar correctamente una prueba estadística, es importante obtener correctamente una muestra adecuada de la población a investigar.

**Tabla 1.** Tamaño de la muestra

Margen: 5%	$n = \frac{N Z^2 S^2}{d^2 (N-1) + Z^2 S^2}$ <p>Donde: n = tamaño de la muestra N = tamaño de la población Z = valor de Z crítico, llamado también nivel de confianza. S<sup>2</sup> = varianza de la población en estudio. d = nivel de precisión absoluta. Referido a la amplitud del intervalo de confianza deseado en la determinación del valor promedio de la variable en estudio.</p>
Nivel de Confianza: 95%	
Población: 62	
Tamaño de la muestra: 54	

Lo que se puede afirmar es que se tiene el 95% de probabilidad de que el valor verdadero de lo que se está estudiando en la población, se encuentre en la muestra calculada.

**Instrumento de medición.** Se realiza una encuesta para recabar datos numéricos para poder aceptar o rechazar cualquiera de las hipótesis planteadas. Esta encuesta es basada en la escala de R. Likert, con valores del 1 al 5; en donde 1 es siempre y 5 nunca. Cada variable consideró 5 preguntas, dando un total de 25 preguntas en esta primera evaluación.

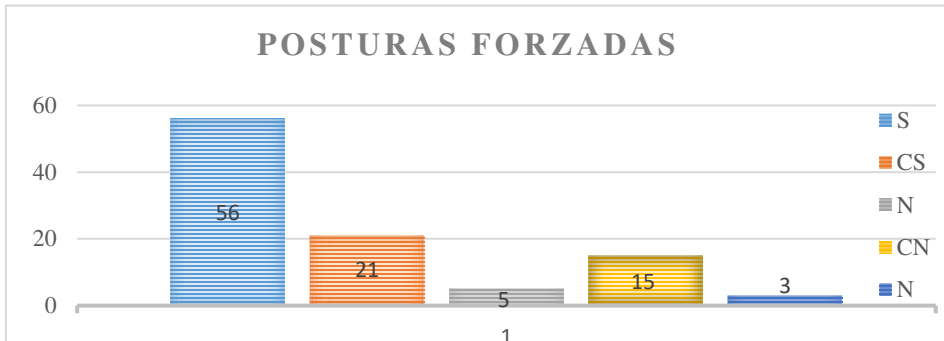
Las variables que se evaluaron son las siguientes, con preguntas relacionadas a:

1. Postura forzada: 1. Cabeza 2. Espalda 3. Tronco corporal 4. Brazos 5. Rodillas
2. Movimientos repetitivos: 6. Muñeca 7. Rodillas 8. Tiempo de recuperación 9. Movimientos forzados 10. Hombros
3. Levantamiento: 11. Peso 12. Brazos 13. Hombros 14. Series de cargas 15. Tronco corporal.
4. Transporte: 16. Peso superior a su fuerza 17. Empuje o arrastre 18. Distancias largas 19. Frecuencia. 20. Peso de material.
5. Aplicación de fuerza: 21. Frecuencia 22. Retrabajo 23. Postura corporal 24. Duración 25. Velocidad.

## Gráficos de resultados

Para poder realizar los gráficos de resultados, se realiza una base de datos, con la captura de cada encuesta realizada, y esta investigación nos arrojó los siguientes datos:

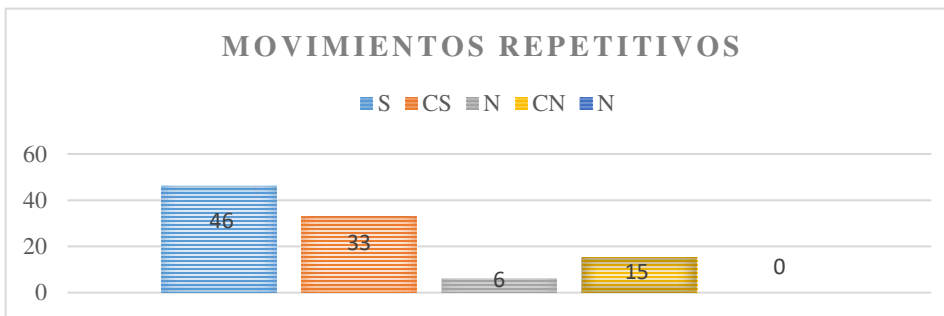
**Gráfica 1.** Posturas forzadas.



Fuente: Elaboración propia

Gráfica 1. En esta gráfica se puede apreciar como los brazos son los más perjudicados y la espalda es la menos lastimada, en las posturas forzadas. El 56% de los encuestados manifiesta que la postura en los brazos es lo más afectado, el 21% dice que es el tronco corporal, en especial la espalda, el 15% rodillas.

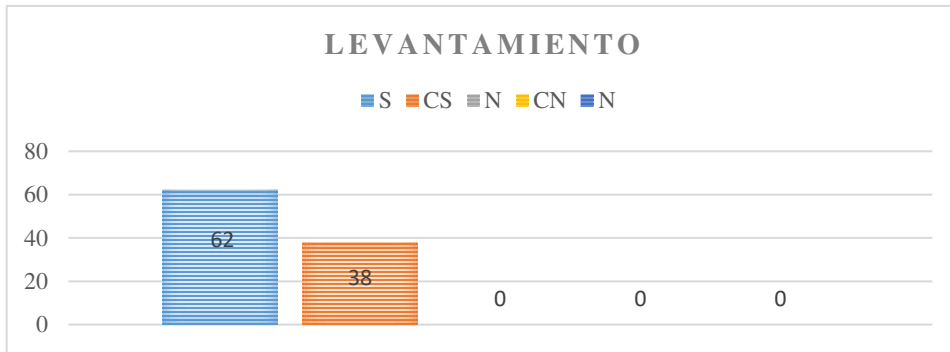
**Gráfico 2.** Movimientos repetitivos



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 2. En este gráfico se observa que el 46% considera que los hombros son el punto de enfoque para mejorar y evitar incrementar el riesgo ergonómico por movimientos repetitivos. El 33% dice que el tiempo en recuperación es mayor que las muñecas de las manos siendo el 15% que así lo considera.

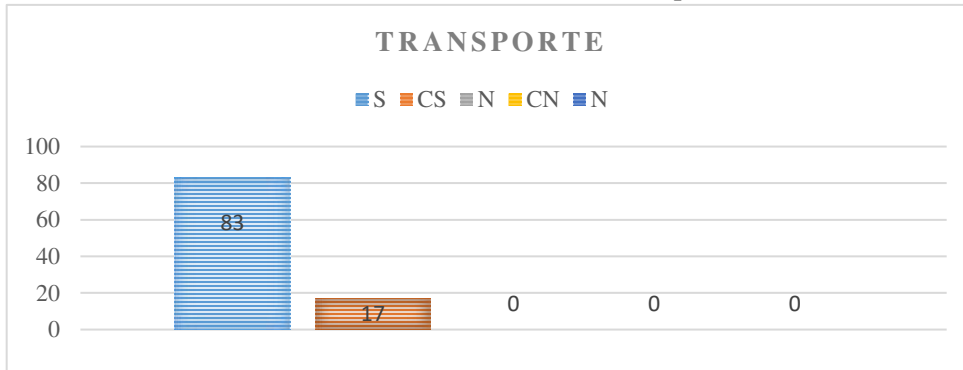
**Gráfico 3. Levantamiento**



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 3. En el gráfico de levantamiento, se observa que continúan los hombros como factor de mayor riesgo ergonómico según las respuestas del 62% mientras que el 38% dice que el peso es mayor a sus fuerzas.

**Gráfico 4. Transporte**



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 4. Al analizar la variable de transporte se puede identificar que el 83% manifiesta que se debe revisar las distancias en el momento de transportar el material, ya sea inicial o terminado, con la finalidad de disminuir un riesgo ergonómico latente. El 17% no está implicado en esta situación.



**Gráfico 5. Aplicación de fuerza**

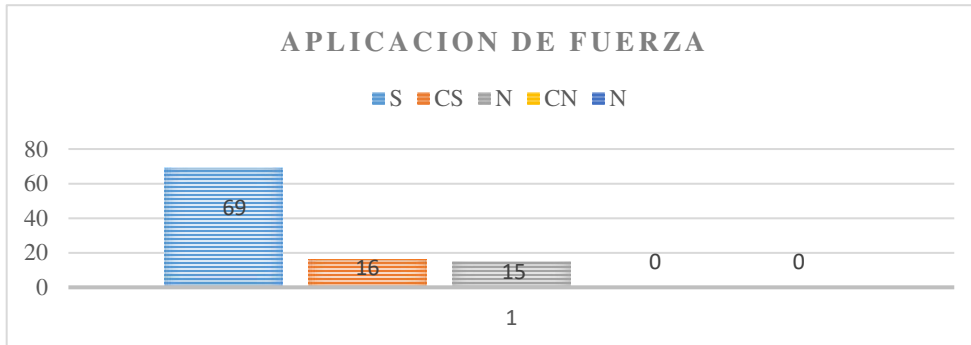


Gráfico 5. En este grafico se concluye que la aplicación de fuerza en la operación perjudica la velocidad en la que se trabaja, según las respuestas del 69% lo que hace que incremente el riesgo ergonómico de la operación por forzar al trabajador en alcanzar la meta. El 16% no tiene directamente esa presión y el 15% dice que ese aspecto si es cuidado.

**Hipótesis**

HI: Más del 80% de las operaciones utilizadas en producción laser, de una maquiladora de Piedras Negras, Coahuila cuenta con ergonomía aplicada.

HO: Menos del 80% de las operaciones utilizadas en producción laser, de una maquiladora de Piedras Negras, Coahuila, cuenta con ergonomía aplicada.

**Prueba de hipótesis**

Para confirmar los resultados de esta investigación, se utilizó la prueba de hipótesis Z de dos colas, con los siguientes componentes:

Nivel de significancia: 0.05

VC:  $0.05/2=0.025 \rightarrow 0.5-0.025=0.475$

Según el apéndice D las fronteras son:  $1.9+0.06=1.96$

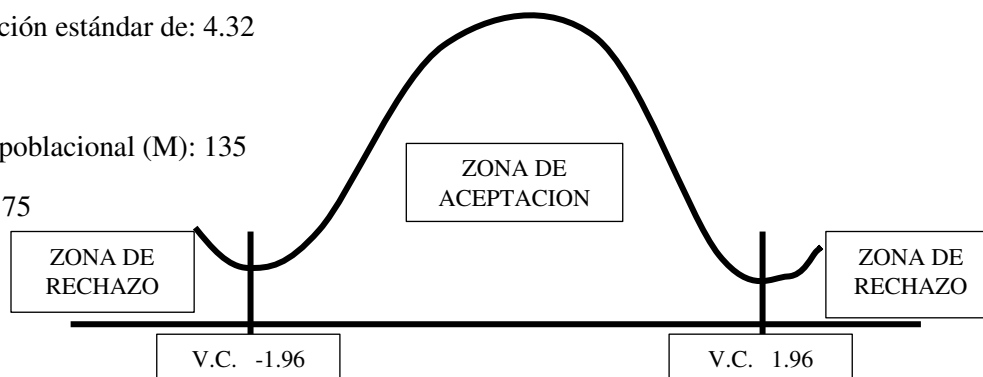
Media muestral (x): 239.84

Desviación estándar de: 4.32

n: 54

Media poblacional (M): 135

Z=180.75



Se puede concluir que  $Z=180.75$  y este cayó en la zona de rechazo de  $H_0$ , por lo tanto, en esta prueba se rechaza  $H_0$  y se acepta  $H_1$ , que nos dice que más del 80% de las operaciones de laser en una empresa maquiladora de Piedras Negras, Coahuila, cuentan con ergonomía.

### **Conclusión y discusión**

Al finalizar la investigación se puede considerar que los riesgos ergonómicos pueden ser evaluados, esto con la finalidad de identificar posibles áreas de oportunidad dentro de una entidad. Existen diferentes variables para cada posición laboral y es de suma de importancia conocerlas para poder evaluarlas, esto nos indica que cada entidad presenta diferentes variables y van de la mano con las diferentes operaciones que se realizan. Se puede determinar que la empresa está realizando grandes esfuerzos por cuidar este aspecto, así mismo muestra el interés de seguir con una evaluación continua.

Las entidades deben saber que habilidades necesitan los empleados para cada área u operación, para evitar lastimar a un trabajador durante la jornada o forzar al mismo para realizar una operación, considerando que no todos los seres humanos soportan lo mismo, ya sea en fuerza, en movimiento o en algo tan simple como las condiciones ambientales.

La ergonomía analiza todo el cuerpo humano, desde la posición de la cabeza, los movimientos que se realizan de manera horizontal, la inclinación, la postura del tronco corporal, las flexiones de las piernas, brazos, manos, dedos, los movimientos giratorios, los movimientos repetitivos, la fuerza, el levantamiento, la distancia, el transporte, entre otras variables que interactúan con las características físicas del individuo, como pueden ser la altura y el peso; también analiza las características de la operación que son: cantidad de piezas requeridas, el peso de la materia inicial, la complejidad necesaria para realizar una buena operación, la distancia para transportar la materia ya sea inicial o terminada, etc. etc.

El conjunto de todas estas variables pueden ser medidas con mayor facilidad a través de un Check List, donde se puntualizan las variables y las condiciones requeridas para cada operación, dependiendo de las necesidades de cada entidad.

Otro punto relevante para mejorar el riesgo ergonómico es identificar operaciones que requieran mayor agilidad y escoger al personal que cuente con esta habilidad, para cumplir con este punto, es importante el apoyo del área de capacitación con alguna prueba de habilidad y destreza que se les aplique a los trabajadores.

Es importante y recomendable que al iniciar proyectos de implantación, reestructuración o evaluación de este sistema de producción, se tomen el mínimo de previsiones para evitar contrariedades en la seguridad y bienestar del trabajador, que junto a la eficacia, constituyen los objetivos fundamentales de la ergonomía.

Los principios ergonómicos continúan quedando en segundo plano dentro del nivel de importancia considerada por los sistemas de producción; la prioridad parece orientarse en la satisfacción de las necesidades de los clientes o en la forma de obtener más rentabilidad para la empresa, pero poco se enfatiza sobre las necesidades y el beneficio que obtendrán quienes se harán cargo de llevar a cabo la implantación de estos sistemas dentro de la empresa, sin considerar además, la gran dedicación por parte de los trabajadores, que se desprende de cualquier proceso de transformación, que viene acompañada de más responsabilidades y controles. El gran reto dentro de la implementación exitosa de un sistema de producción viene dado por la integración de los fundamentos de productividad con los principios fisiológicos, psicológicos y sociológicos del ser humano.

## **Referencias**

- Cruz, A. (2010). *Ergonomía Aplicada (4a. ed.)*. Ecoe Ediciones.
- Cruz, A. y Garnica, A. (2001). *Principios de ergonomía*. Bogotá: Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.
- Fernandez Garcia, R. (2007). *Manual de prevencion de riesgos laborales para no iniciados*. ECU.
- Hernandez Sampieri, R. (2004). *Metodologia de la investigacion*. Mc. Graw Hill.
- Lolorca Rubio, J. (2015). *Manual de ergonomia: aplicada a la prevencion de riesgos laborales*. Difusora Larousse.
- Mondelo, Gregori Torada, Blasco Busquets. (2013, 01 01). *Ergonomia 3: Diseño de puestos de trabajo*. Universitat Politècnica de Catalunya.
- Mondelo, P. G. (2013). *Ergonomia 3: Diseño de puesto de trabajo*. Universitat Politecnica de Catalunya.

- Mondelo, Pedro. y Barrau Bombardo, Pedro. (2010). *Ergonomia 1: Fundamentos*. Universitat Politècnica de Catalunya.
- Obregón Sánchez, M. (2016). *Fundamento de Ergonomia*. Grupo Editorial Patria.
- Perez Aguilera, F. (2011). *Cuaderno de ergonomía: formación para el empleo*. Editorial CEP, S.L.
- Ramírez, C. (2006). Ergonomía y productividad, Segunda edición. México: Limusa. Rodríguez, E. (2010). *Protección de la seguridad y salud de los trabajadores. Una revisión desde la perspectiva global, latinoamericana y venezolana. Ingeniería Industrial, Actualidad y Nuevas Tendencias*, 2 (5), 81-96.
- Ricardo Rivas, R. (2009). *Ergonomia en el diseño y la producción industrial*. Editorial Nobuko.
- Rodríguez Jouvencel, M. (1994). *Ergonomia basica*. Ediciones Diaz de Santos.
- Rubio Romero, J. C. (2004). *Metodos de evaluacion de riesgos laborales*. Ediciones Diaz de Santos.
- Rubio Romero, J. C. (2005). *Manual para la formación de nivel superior en prevención de riesgos laborales*. Ediciones Diaz de Santos.
- Rubio Romero, J. C. (2005). *Prevención de riesgos laborales*. Ediciones Diaz de Santos.
- Rubio-Romero, J. C., Rubio, M. C., & García-Hernández, C. (2013). *Analysis of construction equipment safety in temporary work at height*. Journal of Construction Engineering and Management, 139(1), 9-14. doi: 10.1061/(ASCE)CO.1943- 7862.0000567
- Rubio-Romero, J. C., Suárez-Cebador, M., & Abad, J. (2014). *Modeling injury rates as a function of industrialized versus on-site construction techniques*. Accident Analysis and Prevention, 66, 8-14. doi: 10.1016/j.aap.2014.01.005
- Wolfgang, L. (2012). *Capítulo 29 Ergonomia. En: enciclopedia de la OIT*. D-INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo).