



**FACULTAD DE CIENCIAS DEL TRABAJO Y  
COMPORTAMIENTO HUMANO**

**Trabajo de fin de Carrera titulado:**

Rediseño ergonómico de la actividad de manipulación de tanques en una empresa de  
alimentos en Quito

**Realizado por:**

Tnlgo. Roberto Carlos Camacho Rivera

**Director del proyecto:**

Dr. Oswaldo Jara

**Como requisito para la obtención del título de:**

**INGENIERO EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL**

QUITO, ENERO del 2023

## **DECLARACIÓN JURAMENTADA**

Yo, ROBERTO CARLOS CAMACHO RIVERA, ecuatoriano, con Cédula de ciudadanía N° 171963447-7, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional, y se basa en las referencias bibliográficas descritas en este documento.

A través de esta declaración, cedo los derechos de propiedad intelectual a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, reglamento y normativa institucional vigente.



-----

ROBERTO CARLOS CAMACHO RIVERA

C.I.: 171963447-7

## **DECLARACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS**

Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.

A handwritten signature in blue ink, consisting of a stylized 'O' and 'J' with a vertical line through them, positioned above a dashed horizontal line.

Dr. Oswaldo Jara PhD

C.I. 1703721538

**LOS PROFESORES INFORMANTES:**

Msc. Pablo Dávila

Msc. Franz Guzmán

Después de revisar el trabajo presentado lo han calificado como apto para su defensa  
oral ante el tribunal examinador.



---

Msc. Pablo Dávila



Msc. Franz Guzmán

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE**

Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.



---

Tnlgo. Roberto Carlos Camacho Rivera

C.I.: 171963447-7

Artículo de tesis

# Rediseño ergonómico de la actividad de manipulación de tanques en una empresa de alimentos en Quito

Roberto Camacho, Oswaldo Jara

<sup>1</sup> Afiliación 1; rccamacho.sso@uisek.edu.ec

<sup>2</sup> Afiliación 2; Oswaldo.jara@uiseek.edu.ec

**Resumen:** El presente estudio está enfocado en minimizar riesgos ergonómicos producidos por la actividad de empujar tanques de 250 kg por parte de los trabajadores. El riesgo ergonómico es uno de los principales problemas que presenta las industrias productivas debido al tipo de actividad que realizan generan lesiones y enfermedades profesionales a los trabajadores de este sector. Objetivo: Rediseñar la actividad de manipulación de tanques con la implementación de una ayuda mecánica. Método: En la evaluación para determinar el nivel de riesgo, se procedió a utilizar las tablas de Snook y Ciriello como también el Liberty Mutual MMH Equation. Resultados: Se logró disminuir el nivel de riesgo en los trabajadores, generando mejores condiciones de trabajo en cuanto a la actividad que desempeñan. Conclusiones: La implementación de ayudas mecánicas disminuye las lesiones musculoesqueléticas por la aplicación de fuerzas.

**Palabras clave:** Ergonomía, Snock y Ciriello, Empuje y Arrastre, Trastornos Musculoesqueléticos

**Abstract:** This study is focused on minimizing ergonomic risks produced by the activity of pushing 250 kg tanks by workers. Ergonomic risk is one of the main problems in the productive industries due to the type of activity that generates injuries and occupational diseases to workers in this sector. Objective: To redesign the tank handling activity with the implementation of a mechanical aid. Method: The Snook and Ciriello tables and the Liberty Mutual MMH Equation were used in the evaluation to determine the level of risk. Results: It was possible to reduce the level of risk in workers, generating better working conditions in terms of the activity they perform. Conclusions: The implementation of mechanical aids reduces musculoskeletal injuries due to the application of forces.

**Keywords:** Ergonomics, Snock and Ciriello, Pushing and Pulling, Musculoskeletal Disorders

## 1. Introducción.

Según datos y cifras proporcionadas por la Organización Mundial de la Salud, refiere que aproximadamente 568 millones de personas padecen de lesiones musculoesqueléticas especialmente en la zona lumbar. Las lesiones musculoesqueléticas generan la mayor cantidad de ausentismo en los trabajos, así como también afecta a la movilidad y destrezas de las personas. Los trastornos musculoesqueléticos están asociados directamente a la manipulación manual de cargas (MMC) en la cual podemos encontrar el empuje, tracción y transporte de carga. (Organización Mundial de la Salud, 2021)

Es relevante mencionar que las actividades de empuje y tracción son tareas de transporte de cargas, las cuales no son sostenidas directamente por el trabajador, pero sí por elementos de transporte en el cual la persona debe generar dos tipos de fuerzas: la primera que es necesaria para romper la inercia conocida como “fuerza inicial” y la segunda que ayuda a mantener el movimiento llamada “fuerza sostenida”.

Según los datos proporcionados por la Organización Internacional del trabajo define que “2,78 millones de trabajadores mueren cada año de accidentes del trabajo y cada 374 millones de trabajadores sufren accidentes del trabajo no mortales”. (Organización Internacional del Trabajo, 2019)

Estas cifras representan un costo demasiado elevado, dado que demuestran una situación lamentable para los trabajadores donde su seguridad se ve afectada. Sin embargo, muchos de los trabajadores en el mundo continúan con su labor cotidiana, donde cada día deben hacer frente a su situación laboral. Al mismo tiempo cuidar y preservar su vida sin dejar pasar por alto las situaciones de riesgo, por lo que resulta imperativo poder evaluar sus puestos de trabajo aplicando medidas preventivas, oportunas y eficaces.

Según los datos recolectados por el Seguro General de Riesgos del Trabajo correspondiente al boletín estadístico de accidentes laborales, registra que las enfermedades en el año 2017 en la provincia de Pichincha representa el 56.6%, lo cual indica que es la provincia con más enfermedades profesionales calificadas, el mayor porcentaje de las enfermedades profesionales se dan por las condiciones del trabajo “factores de riesgo ergonómico” determinando un 82.3% y como acciones del trabajador que generan estas enfermedades se le atribuye a la manipulación de cargas de manera incorrecta con el 13.8%. (Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, 2018)

Otro dato estadístico importante es registrado en la industria manufacturera con un promedio de 24,6%, donde se refleja como la actividad en la que se debe poner la mayor atención debido a que su valor representa la cantidad de accidentes de trabajo, es por eso que, en las empresas para procesamiento de alimentos es muy habitual que los trabajadores manipulen tanques debido a la limitación de espacio, razón por la cual necesitan utilizar la mayor fuerza necesaria para poder transportarlos sin la utilización de ayudas mecánicas ya que algunas suelen ser muy grandes. Usualmente en este tipo de industria los trabajadores ejecutan tareas de empuje y arrastre donde suelen presentarse diferentes lesiones musculoesqueléticas. (Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, 2018)

El presente artículo tiene como objetivo rediseñar la actividad de la manipulación de tanques para minimizar el riesgo inaceptable a moderado, mejorando las condiciones de trabajo de los empleados.

## **2. Materiales y Método**

### *2.1. Metodología de Investigación*

La presente investigación corresponde a un estudio descriptivo de campo y transversal, el cuál se lleva a cabo dentro de una empresa de alimentos ubicada en la ciudad de Quito, Ecuador. Para la realización de este estudio se delimitó el puesto de trabajo al área de esencias, donde se contó con la participación de un operario de 35 años con 10 años de experiencia dentro de la empresa y la actividad que realiza es de manipulación de tanques que contienen productos como alcohol etílico o ácido glicólico para la elaboración de esencias y saborizantes.

La jornada laboral dentro de la organización es de 8 horas diarias que se extiende a una jornada de 12 horas que son reconocidas legalmente con el pago de horas extras, la actividad del transporte de los tanques tiene una duración aproximada de 2 minutos.

Para la obtención de la información sobre la actividad ergonómica que realizan los trabajadores, se procedió a realizar un estudio ergonómico referente al empuje y arrastre de cargas. Al ser un estudio sobre una actividad ergonómica se pretende utilizar un método de evaluación de empuje y arrastre para determinar el nivel de riesgo al que están expuestos los trabajadores. (Ruiz Ruiz, 2015)

Es indispensable mencionar que en el rediseño del puesto de trabajo se utilizó las tablas de Liberty Mutual con las cuales se logra determinar el nivel de riesgo con la ayuda de un dinamómetro.

Para lograr estudiar el entorno y situación de los trabajadores, se usa la observación como instrumento para recopilar información del entorno, de esta manera se logró determinar e identificar los factores de riesgos presentados al momento de realizar la actividad de manipulación de tanques.

### *2.2. Diseño de la ayuda mecánica*

Para la construcción de la ayuda mecánica propuesta, se usa AutoCAD como herramienta de diseño y modelación del cálculo estructural para determinar la resistencia y medidas de los elementos, para el uso adecuado de la ayuda mecánica sin generar un nuevo riesgo ergonómico.

## **3. Resultados**

### *3.1. Estudio previo*

Se realizó el estudio en dos áreas dentro de la empresa de alimentos las cuales son, almacenamiento de tanques y la de esencias, el estudio ergonómico se centra en el análisis del empuje y arrastre que generan los trabajadores al momento de realizar sus actividades como: colocar los tanques que están situados en el pallet hacia las bombas succionadoras para llevar el producto desde el tanque hasta los cilindros de mezclado para generar los diferentes productos.

A continuación, se detalla la evaluación del puesto de trabajo-área de esencias donde se contó con la participación de un trabajador de sexo masculino con 38 años y con un tiempo de antigüedad estimado de 10 años, en la manipulación de tanques de 250kgs.

Para el este análisis se recopiló diferentes dimensiones para efectuar la operación: Se realizó el estudio en dos áreas dentro de la empresa de alimentos las cuales son, almacenamiento de tanques y la de esencias, el estudio ergonómico se centra en el análisis del empuje y arrastre que generan los trabajadores al momento de realizar sus actividades como: colocar los tanques que están situados en el pallet hacia las bombas succionadoras para llevar el producto desde el tanque hasta los cilindros de mezclado para generar los diferentes productos.

A continuación, se detalla la evaluación del puesto de trabajo-área de esencias donde se contó con la participación de un trabajador de sexo masculino con 38 años y con un tiempo de antigüedad estimado de 10 años, en la manipulación de tanques de 250kgs.

Para el este análisis se recopiló diferentes dimensiones para efectuar la operación:

**Tabla 1.** Empuje y arrastre en el área de esencias

| Nombre del operador | Puesto de trabajo | Observación                    |
|---------------------|-------------------|--------------------------------|
| Operador 1          | Área de esencias  | Movimiento de tanques de 250kg |

**Table 2.** Herramienta de Evaluación

| Riesgo Ergonómico | Observación                                |
|-------------------|--------------------------------------------|
| Fuerza y Arrastre | Guía de fuerzas lineales<br>Liberty Mutual |

Al momento que se realizó el estudio con el dinamómetro se pudo obtener las siguientes fuerzas que realiza el trabajador, estos datos están comprendidos entre 60-70 lbf para poder moverlas de forma giratoria, lo cual dentro de los estándares ergonómicos es demasiado excesiva determinando una condición muy crítica y riesgosa la cual requiere una intervención inmediata. (Yanez, 2021)

|                                                                                     |       | Distancia Horizontal |            |              |              |              |       |   |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------|----------------------|------------|--------------|--------------|--------------|-------|---|
|                                                                                     |       | Cms                  | 0 - 25.4   | >25.4 - 38.1 | >38.1 - 50.8 | >50.8 - 63.5 | >63.5 |   |
|  | Halar | Altura vertical      | >152       | X            | X            | X            |       |   |
|                                                                                     |       |                      | >139 - 152 | 21           | 23           | 25           | X     |   |
|                                                                                     |       |                      | >127 - 139 | 24           | 25           | 25           | 25    | X |
|                                                                                     |       |                      | >114 - 127 | 25           | 25           | 25           | 25    | X |
|                                                                                     |       |                      | >101 - 114 | 21           | 25           | 25           | 25    | X |
|                                                                                     |       |                      | >89 - 101  | 16           | 19           | 22           | X     |   |
|                                                                                     |       |                      | >76 - 89   | 12           | 14           | X            | X     |   |
|                                                                                     |       |                      | >63.5 - 76 | 9            | X            | X            | X     |   |
|                                                                                     |       |                      | ≤63.5      | X            |              |              |       |   |

Figura 1. Guía de fuerza lineales- arrastre, informe ergonómico





Figura 2 Arrastre de tanque, informe ergonómico

En la ilustración 2. se puede observar los movimientos que el trabajador realiza al momento de efectuar la tarea, adicional a esto se puede determinar otro factor de riesgo que es el atrapamiento del pie.

Posterior a este estudio se procedió a evaluar el empuje hacia adelante del tanque para ubicarlos en la bodega de almacenamiento de químicos, en esta parte el trabajador coloca sus manos en la base superior del tanque para efectuar el empuje y donde se pudo observar que todo el cuerpo está involucrado en el esfuerzo.

En el análisis efectuado se determinó una fuerza inicial que genera el trabajador para romper la inercia entre 110-118 lbf pero no se pudo medir la fuerza sostenida. Esta operación de trasladar el tanque de 250kg de una distancia de aproximadamente entre 4 a 5 metros, está sobre los límites permitidos de fuerza que indica la ilustración 3, un valor de 12 lbf cuando se realiza el empuje hacia adelante.

|                                                                                     |                 | Distancia Horizontal |          |              |              |              |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------------------|----------|--------------|--------------|--------------|
|                                                                                     |                 | Cms                  | 0 - 25.4 | >25.4 - 38.1 | >38.1 - 50.8 | >50.8 - 63.5 |
|  | Empuje adelante | Altura vertical      |          |              |              |              |
|                                                                                     |                 | >152                 | X        | X            | X            |              |
|                                                                                     |                 | >139 - 152           | 14       | 14           | 20           | X            |
|                                                                                     |                 | >127 - 139           | 18       | 18           | 24           | 25           |
|                                                                                     |                 | >114 - 127           | 23       | 21           | 22           | 25           |
|                                                                                     |                 | >101 - 114           | 22       | 18           | 14           | 16           |
|                                                                                     |                 | >89 - 101            | 16       | 13           | 12           | X            |
|                                                                                     |                 | >76 - 89             | 11       | 9            | X            | X            |
|                                                                                     |                 | >63.5 - 76           | 9        | X            | X            | X            |
|                                                                                     |                 | ≤63.5                | X        |              |              |              |

Figura 3 Guía de fuerzas lineales-Empuje, informe ergonómico



Figura 4 Empuje de tanque, informe ergonómico

Se desarrolló una ayuda mecánica para el rediseño del puesto de trabajo observando la manera en que los trabajadores realizan el movimiento, dicha ayuda mecánica consistió en la construcción de un coche para transporte de tanques. En el diseño se tuvo en cuenta el tipo de material y el cálculo estructural determinando las fuerzas que soportó la estructura metálica al momento de cargar un peso de más de 250kg, de esta manera se obtuvo seguridad durante la construcción de la ayuda mecánica.

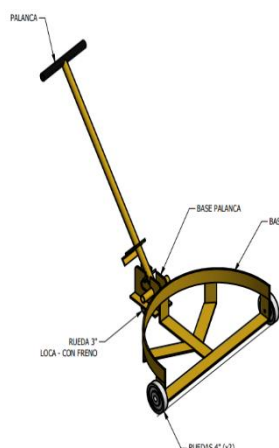


Figura 5 Diseño de la ayuda mecánica, creado por el autor

Posteriormente se procede con la implementación en el puesto de trabajo para la obtención de datos, durante este proceso se utilizó las tablas de Liberty Mutual en el cual se obtuvo los datos presentados a continuación:

**Tabla 3.** Datos para uso de las tablas de Liberty Mutual MMH Equation

| Datos                          |  | Puesto de trabajo |
|--------------------------------|--|-------------------|
| Peso de arrastre               |  | 264 kg            |
| Vertical (V)                   |  | 90cm o 35.43in    |
| Desplazamiento horizontal (DH) |  | 4m o 13.12ft      |
| Frecuencia                     |  | 0.0063rep/min     |
| Carga inicial                  |  | 68.34 lbf         |
| Carga sostenida                |  | 45.41 lbf         |

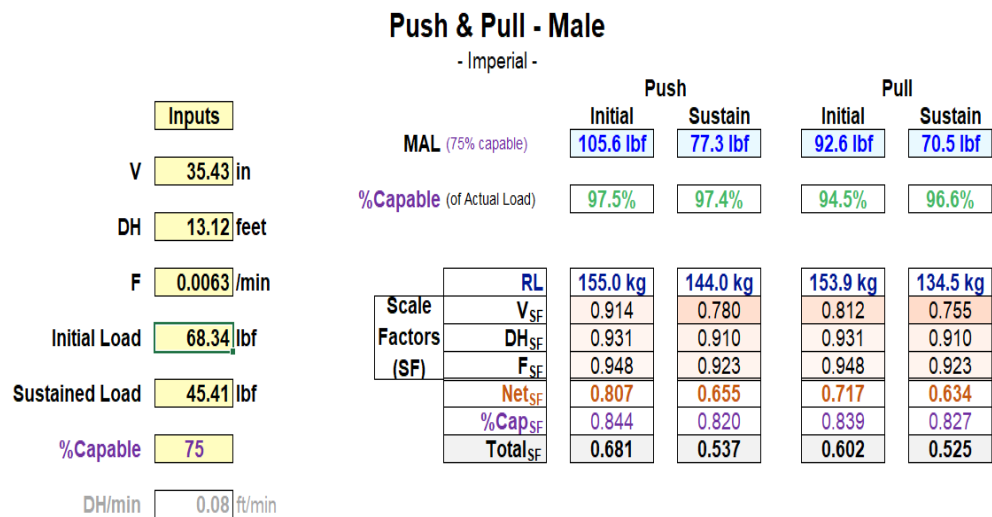


Figura 6 Resultados de la tablas de Liberty Mutual, creado por el autor



Figura 7 Operador usando la ayuda mecánica, creado por el autor

Los datos obtenidos en la medición se ingresaron en las tablas y se determinó lo siguiente: en el Empuje Inicial el 97.5% de la población pueden realizar la actividad con tener riesgo, mientras que en el empuje sostenido da un resultado del 97.4% para efectuar el movimiento sin tener el riesgo.

Los resultados obtenidos en el arrastre son los siguiente: en la Arrastre Inicial que realiza el trabajador el 94.5% de las personas pueden realizar este movimiento de una manera segura, durante el arrastre sostenido el resultado dio que el 96.6% de los trabajadores efectuan el movimiento sin riesgo, determinando que la ayuda mecánica favorece al rediseño del puesto de trabajo en el área de esencias minimizando el nivel riesgo INACEPTABLE a un nivel ACEPTABLE.

#### 4. Discusión

Los trastornos músculo esqueléticos de la zona lumbar son los más comunes cuando hablamos de actividades de esfuerzo físico los cuales se representan en lumbalgias, lumbociatalgias las cuales afectan comprimiendo el nervio ciático por el dolor que se irradia hasta la pierna. (Ministerio del Trabajo, 2019)

En el estudio que se realizó a la empresa de alimentos se determinó que aproximadamente 5 personas efectúan esta actividad de transporte de tanques la cual genera problemas músculo-esqueléticos en la zona lumbar debido al peso excesivo que manipulan al momento de efectuar el empuje o arrastre de tanques adicional a la fuerza que ejercen. Como se conoce dentro de la normativa nos indica que el peso máximo para transportar una persona es de 25kg (Decreto Ejecutivo 2393, 1986), así como los valores máximos para el empuje son de 113.6 lbf y para el arrastre son de 114.5 lbf. En la evaluación de empuje y arrastre se encontró que el nivel de riesgo era inaceptable, determinando que la persona que fue evaluada presentó dolencias lumbares. (Potvin et al., 2021)

Cabe mencionar que en la tarea de transporte de tanques los trabajadores disponen de una ayuda como montacargas, el cual les ayuda en la movilización debido al tipo de terreno que disponen desde la zona de

almacenamiento hasta el ingreso donde requieren movilizarlo siendo este el momento donde el trabajador realiza el mayor esfuerzo.

El piso fue una de las limitaciones que se presentó en el estudio debido a que se utilizó un área plana ya que la ayuda mecánica fue diseñada para esta finalidad, pero se deja abierta la posibilidad a nuevas investigaciones para que puedan desarrollar nuevos elementos mecánicos que ayuden a los trabajadores para el transporte de estos tanques en suelos con pendientes.

En cuanto a la aplicación de los métodos de evaluación ergonómica para la identificación del riesgo se usó dos métodos: Snook y Ciriello que permitió determinar el nivel de riesgo inaceptable al momento de realizar las actividades, este método fue uno de los primeros que permitió evaluar las actividades de empuje y arrastre. Mientras que para la evaluación de la ayuda ergonómica se utilizó un método completo y mejorado llamado Liberty Mutual Manual Materials Handling (LM-MMH) Equations con el cual se logró obtener el nivel de riesgo aceptable.

## 5. Conclusiones

Conforme con la finalidad de la investigación, se logró diseñar una ayuda mecánica para rediseñar el puesto de trabajo y de esta manera reducir el nivel riesgo inaceptable a un nivel de riesgo aceptable, dotando de mejores condiciones de trabajo para los operadores del área de esencias quienes manipulan una carga mayor o igual a 250kg.

De esta manera se llega a conceptualizar el diseño de la ayuda mecánica como un mecanismo basado en la forma de un coche que permite la movilización de tanques de una forma adecuada, sin la necesidad de generar demasiada fuerza y previniendo lesiones músculo-esqueléticas en la zona lumbar.

**Agradecimientos:** A mis padres quienes ha sido un soporte muy importante durante todo este tiempo de preparación académica y profesional. De igual manera agradezco el apoyo brindado por los docentes de la universidad UISEK para cumplir con esta meta.

## Referencias citadas

1. Decreto Ejecutivo 2393. (1986). REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES. [www.lexis.com.ec](http://www.lexis.com.ec)
2. Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social. (2018). SEGURO GENERAL DE RIESGOS DEL TRABAJO BOLETÍN ESTADÍSTICO Resumen. [www.iess.gob.ec](http://www.iess.gob.ec).
3. Ministerio del Trabajo, M. y S. S. (2019). Trastornos músculo esqueléticos.
4. Organización Internacional del Trabajo. (2019). Seguridad y Salud en el Centro del Futuro del Trabajo. OIT, 1–86.
5. Organización Mundial de la Salud. (2021, February 8). Trastornos musculoesqueléticos. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/musculoskeletal-conditions>
6. Potvin, J. R., Ciriello, V. M., Snook, S. H., Maynard, W. S., & Brogmus, G. E. (2021). The Liberty Mutual manual materials handling (LM-MMH) equations. *Ergonomics*, 64(8), 955–970. <https://doi.org/10.1080/00140139.2021.1891297>
7. Ruiz Ruiz, L. (2015). MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS. TABLAS DE SNOOK Y CIRIELLO. NORMA ISO 11228.
8. Yanez, J. C. (2021). Informe de Ergonomía. [www.ariskam.com](http://www.ariskam.com)