

**REDISEÑO ERGONÓMICO DE PUESTOS DE TRABAJO EN LA LÍNEA DE
ARMADO DE TRANSFORMADORES MONOFASICOS, EN LA EMPRESA
MAGNETRON DE LA CIUDAD DE PEREIRA**



Universidad
Tecnológica
de Pereira

ALEJANDRA LOZADA ALVAREZ

ALEJANDRO OTALORA CASTRO

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
PEREIRA
2016**

**REDISEÑO ERGONÓMICO DE PUESTOS DE TRABAJO EN LA LÍNEA DE
ARMADO DE TRANSFORMADORES MONOFASICOS, EN LA EMPRESA
MAGNETRÓN DE LA CIUDAD DE PEREIRA**

ALEJANDRA LOZADA ALVAREZ

ALEJANDRO OTALORA CASTRO

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero
Industrial

Director

M.Sc. Jorge Hernán Restrepo

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

PEREIRA

2016

NOTA DE ACEPTACIÓN

FIRMA DIRECTOR

FIRMA JURADO

Pereira, 15 de Diciembre de 2016

AGRADECIMIENTOS

Aquí se cierra prácticamente la carrera como tal, dejando grandes experiencias y enseñanzas que me acompañaran por toda mi vida, por ello debo agradecer a cada uno de los docentes que me aportó a mi vida como ingeniero, al profesor Jorge Hernán que nos asesoró y nos motivó a realizar este trabajo, a mi familia que siempre serán las bases de mi vida, y por último, a la Universidad y la facultad quienes siempre han estado en pro de seguir graduando grandes profesionales.

El desarrollo del presente trabajo de investigación, se lo debo principalmente a Dios, por permitirme culminar un logro más en mi vida y llenarme de salud y personas maravillosas, que sin la ayuda de ellas este trabajo nunca hubiese sido posible, agradezco a mis padres por todo su apoyo y confianza durante este proceso y sus palabras y bendiciones que siempre me alentaron a salir adelante, claro, también a la colaboración y acompañamiento constante de mi colega y amigo Alejandro y de toda su paciencia y dedicación, sin dejar de lado al Ingeniero Jorge Hernán Restrepo, nuestro director del trabajo que siempre estuvo presente en la realización de este, impulsándonos no solo a realizar una buena investigación, sino también siendo el pilar y el motor de nuestro gusto por el tema, gracias a todos sus conocimientos compartidos en las asignaturas dirigidas por el ingeniero.

Contenido

RESUMEN.....	10
ABSTRACT	12
1. INTRODUCCIÓN	13
2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	14
2.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	14
2.2. DELIMITACIÓN	15
3. JUSTIFICACIÓN	16
3.1. JUSTIFICACIÓN DE ACCIÓN	16
3.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA.....	17
4. OBJETIVOS	19
4.1. OBJETIVO GENERAL.....	19
4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
5. MARCO DE REFERENCIA	20
5.1. MARCO FILOSÓFICO	20
5.2. MARCO TEÓRICO	22
5.3. MARCO ESPACIAL	25
5.4. MARCO TEMPORAL.....	25
6. METODOLOGÍA.....	26
6.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	26
6.2. DISEÑO Y ANÁLISIS DE PLAN DE INVESTIGACIÓN	26
6.2.1. Puesto 1: Dobladora y demarcadora de huecos.....	27
6.2.1.1. Situación actual	27
6.2.1.2. Problemas:	29
6.2.1.3. Propuestas:	30
6.2.2. Puesto 2: Punteado del cilindro, base y pegado de piezas internas.	30
6.2.2.1. Situación Actual	30
6.2.2.2. Problemas.....	31
6.2.2.3. Propuestas	32

6.2.3.	Puesto 3: Bordeado de la base del tanque	32
6.2.3.1.	Situación actual	32
6.2.3.2.	Problema.....	33
6.2.3.3.	Propuestas	34
6.2.4.	Puesto 4: Resoldado de la base y el costado del tanque.....	34
6.2.4.1.	Situación actual:	34
6.2.4.2.	Problemas.....	35
6.2.4.3.	Propuestas	37
6.2.5.	Puesto 5: Punteado de piezas externas.....	37
6.2.5.1.	Situación actual:	37
6.2.5.2.	Problema.....	38
6.2.5.3.	Propuestas	39
6.2.6.	Puesto 6: Resoldado de piezas externas.....	39
6.2.6.1.	Situación actual	39
6.2.6.2.	Problemas.....	39
6.2.6.3.	Propuestas	40
6.2.7.	CONCATENACIÓN DE PROPUESTAS.....	40
7.	REFERENCIAS NORMATIVAS.....	42
8.	CONCLUSIONES.....	55
9.	BIBLIOGRAFÍA.....	58
10.	LISTA DE ANEXOS.....	61

Lista de Imágenes

Imagen	Nombre	Pag.
1	Puesto 1 Doblado de lámina. Deslizar y retirar lamina ondulada (Fuente propia)	31
2	Puesto 1 Demarcación de huecos. Descarga del tanque (Fuente propia)	31
3	Puesto 2 Punteado del cilindro, base y pegado de piezas internas. Levantamiento del cilindro (Fuente propia)	33
4	Puesto 2 Punteado del cilindro, base y pegado de piezas internas. Traslado del tanque (Fuente propia)	33
5	Puesto 2 Punteado del cilindro, base y pegado de piezas internas. Punteado de pieza 2 (Fuente propia)	33
6	Puesto 3. Bordeado de la base del tanque. Posicionar tanque. (Fuente propia)	35
7	Puesto 3. Bordeado de la base del tanque. Torsión. (Fuente propia)	35
8	Puesto 3. Bordeado de la base del tanque. Descarga del tanque. (Fuente propia)	35
9	Puesto 4. Resoldado de la base y el costado del tanque. Levantamiento del cilindro (fuente propia).	38
10	Puesto 4. Resoldado de la base y el costado del tanque. Alinear y posicionar (fuente propia).	38
11	Puesto 4. Resoldado de la base y el costado del tanque. Transporte del cilindro (fuente propia).	38
12	Puesto 4. Resoldado de la base y el costado del tanque. Descarga del tanque (fuente propia)	38
13	Puesto 5. Punteado de piezas externas. Punteado de pieza 2 (fuente propia).	40
14	Puesto 5. Punteado de piezas externas. Posicionamiento y soldadura de pieza 8 (fuente propia).	40
15	Puesto 6. Resoldado de piezas externas. Levantamiento del tanque (Fuente propia).	42

16	Puesto 6. Resoldado de piezas externas. Cordón pieza interna del tanque (Fuente propia).	42
17	Resoldado de piezas externas. Cordón tanque inclinado (Fuente propia).	42
18	Propuesta distribución de la línea de armado.	43
19	Puesto 1 Demarcación de Huecos. Levantar el tanque (Fuente propia)	49
20	Técnica de Postura 1	50
21	Puesto 2. Levantamiento del cilindro (Fuente propia) 2	50
22	Técnica de Postura 2	51
23	Puesto 2. Punteado de Cilindro y de tapa inferior.	51
24	Técnica de postura 3	52
25	Puesto 2. Punteado de Cilindro y de tapa inferior, pega de accesorios internos. (Fuente propia)	52
26	Técnica de postura 4	53
27	Puesto 4 Resoldado de la base y el costado del tanque (Fuente propia)	53
28	Técnica de postura 5	53
29	Puesto 5 .Punteado de piezas externas. Posicionamiento y soldadura de pieza 7 (Fuente propia)	54
30	Técnica de postura 6	54

RESUMEN

La presente investigación muestra la aplicación de los principios de economía de movimientos y técnicas de Lean Manufacturing, para dar solución al problema existente en la línea de armado de transformadores monofásicos en la empresa Magnetrón S.A.S. Dicho problema se da por un diseño inapropiado en los puestos de trabajo, lo que se traduce en un riesgo ergonómico directo en las personas que laboran en dichos puestos.

La investigación se basó inicialmente en un diagnóstico a través de la observación directa. Esto con el fin de definir el tipo de técnica a utilizar para el cálculo del riesgo actual y posteriormente plantear una mejora. Por ello se planteó la realización de visitas, las cuales permitieron obtener registros video gráficos ([Anexo D](#)) con los cuales se trabajó y sirvió de base para el desarrollo de la investigación. A través del método REBA¹ se calculó el riesgo actual y se determinó los puestos y las tareas con las posturas ergonómicamente más críticas. ([Anexo A](#))

Posteriormente, se proponen unas modificaciones a los puestos actuales de trabajo, esto con el fin de disminuir el riesgo ergonómico. Estas modificaciones se hacen con base, en la implementación de los principios de economía de movimientos y técnicas de Lean Manufacturing acordes al problema. A pesar de que el trabajo de grado tiene como limitante, que no se pueda simular el nuevo diseño de los puestos para comparar con exactitud la disminución del riesgo ergonómico, por esta razón se hace un contraste con las posturas actualmente más críticas donde se elimina dicha postura a través del rediseño del puesto.

¹ MAS, JOSE. Evaluación postural mediante el método REBA. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015. [en línea] < <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/reba/reba-ayuda.php> > [citado el 7 de noviembre de 2016].

Por último, se espera que la empresa tome en consideración esta propuesta ya que mejoraría notablemente las condiciones actuales de los trabajadores en los puestos de trabajo de la línea de armado de la empresa Magnetron.

ABSTRACT

The present research shows the application of Lean Manufacturing principles of motion economics and techniques to solve the existing problem in the single - phase transformer assembly line at Magnetron S.A.S. This problem is due to an inappropriate design in the workstations, which translates into a direct ergonomic risk in the people who work in those positions.

The research was initially based on a diagnosis through direct observation. This in order to define the type of technique to be used for the calculation of the current risk and subsequently to propose an improvement. Therefore, visits were made, which allowed to obtain videos with which they worked. Through the REBA method, the current risk was calculated and the positions and tasks were determined with the ergonomically most critical postures.

Subsequently, modifications are proposed to the current jobs, in order to reduce the ergonomic risk. These modifications are based, in the implementation of the principles of economy of movements and Lean Manufacturing techniques according to the problem. Although the work of degree has as a limitation, it is not possible to simulate the new design of the posts to accurately compare the reduction of ergonomic risk, for this reason a contrast is made with the currently more critical positions where it is eliminated Posture through the redesign of the post.

Finally, the company is expected to take this proposal into consideration as it would significantly improve the current conditions of workers in the jobs of the magnetron assembly line.

1. INTRODUCCIÓN

Este proyecto es un rediseño ergonómico de los puestos de trabajo en la línea de armado de los tanques para transformadores monofásicos en la empresa MAGNETRÒN S.A.S en la planta 2, ubicada en el Km 2 vía Cerritos la Virginia. El proyecto tiene como objetivo principal evaluar el riesgo ergonómico actual y proponer mejoras a cada uno de los puestos y a su vez minimizar el impacto que tiene la ejecución de las tareas en los 6 puestos actuales de la línea de armado.

Además de eso, se busca implementar las teorías de Lean Manufacturing: el sistema de punto de uso, la filosofía de los 7 desperdicios, de la manufactura celular se implementara la parte de reducir el sostenimiento y tiempo de flujo.

Se identifica la distribución actual de los puestos y las herramientas usadas en el proceso y a partir de esto se propone las mejoras tomando como premisa los principios de economía de movimientos.

2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

2.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

“Magnetron es una empresa productora y comercializadora de transformadores para la distribución de energía eléctrica”² ubicada en el Km 2 vía Cerritos la Virginia.

En la empresa Magnetron S.A.S, existe una línea de producción encargada del armado del cuerpo de los transformadores monofásicos. Dicha línea cuenta con 6 puestos de trabajo, en los cuales se busca el rediseño de su área de trabajo, dado que se detectó en los trabajadores posturas incorrectas en el momento de ejecutar sus diferentes tareas y también se observó que operan cargas de difícil manipulación, no solo en el mismo puesto de trabajo, sino también en el transporte entre estaciones de trabajo. Esto se debe a la distribución actual de los puestos, a las alturas en las zonas de trabajo y la ausencia de filosofías de lean Manufacturing.

Actualmente la empresa no cuenta con información sobre los niveles de riesgo en la línea de armado de monofásicos, por esto no se tiene un punto de partida el cual nos pueda servir para proponer las mejoras, por esta razón se debe medir el riesgo actual a través de una metodología, y así identificar los puestos donde se evidencia riesgo ergonómico.

² GRUPO ECONOMICO MAGNETRON. Misión [en línea]. <
http://magnetron.com.co/magnetron/index.php?option=com_content&view=article&id=16&Itemid=24 >
[citado el 5 de Noviembre del 2016]

2.2. DELIMITACIÓN

El problema se delimita a los 6 puestos de la línea de Armado de la planta 2 de la empresa Magnetron S.A.S ubicada en el Km 2 vía Cerritos la Virginia en Risaralda Colombia, encontrado y analizado en el periodo del segundo semestre del año 2016. En la evaluación y propuesta del rediseño de los puestos de trabajo solo se tuvieron en cuenta los factores de distribución de los puestos, diseño de herramientas de trabajo y riesgo físico de los operarios, sin tener en cuenta los factores ambientales.

3. JUSTIFICACIÓN

3.1. JUSTIFICACIÓN DE ACCIÓN

La empresa debe mantener su fuerza laboral haciendo un control y una mejora continua sobre los riesgos ergonómicos, manteniendo la capacidad de trabajo de los empleados puesto que estos son su principal recurso para el logro de sus objetivos.

Partiendo de la identificación del problema, sobre la baja implementación de ergonomía en el diseño de los puestos de trabajo en la línea de armado de Magnetron, se identificaran los problemas actuales, para aplicar los respectivos principios de economía de movimientos y técnicas de lean Manufacturing acordes al problema.

A través de estas técnicas y principios, se buscará disminuir la desmotivación, el ausentismo y el riesgo ergonómico que está presente por una baja implementación de la ergonomía en los puestos de trabajo, causante de enfermedades profesionales como: lumbalgias, síndrome de fatiga crónica, síndrome del túnel carpiano o trastornos de trauma acumulativo³. De igual manera mejorar las condiciones actuales de trabajo para que el operario pueda desarrollar sus tareas de una manera cómoda y ergonómicamente amigable.

Primero se debe diagnosticar las condiciones actuales a través de un método que permita evaluar el riesgo ergonómico, el cual proporciona información para la toma

³ EEMPLLEO Investigación laboral [en línea] < http://www.eempleo.com/colombia/investigacion_laboral/enfermedades-mnes-frecuentes-en-el-trabajo-/7502189 > [citado el 7 de noviembre de 2016]

de decisiones dependiendo del nivel de actuación arrojado en la implementación del método.

3.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

A través de los resultados obtenidos se visualizan posibles mejoras relacionadas con espacios de tránsito y operación, altura de las mesas de trabajo, instrumentos de transporte para material en proceso y en general a los problemas del diseño en los puestos de trabajo observados en la línea de armado de la empresa MAGNETRÓN S.A.S, dichas mejoras inciden en la disminución de los niveles de riesgo de los puestos de trabajo.

Por último, el presente proyecto investigativo es realizado como requisito de los autores para optar al título de Ingeniero Industrial.

4. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL

Rediseño Ergonómico de los puestos de trabajo en la línea de armado de la empresa MAGNETRÓN S.A.S con base en los principios de economía de movimientos y técnicas de lean Manufacturing.

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Documentar los movimientos que se realizan los operarios para manipular el material de trabajo.
- Determinar la distribución de puestos de trabajo que se presentan en la línea de armado.
- Determinar los equipos y de herramientas que utiliza el operario para manipular el producto en proceso.
- Plantear la propuesta de rediseño de los puestos de trabajo buscando disminuir el riesgo ergonómico actual.

5. MARCO DE REFERENCIA

5.1. MARCO FILOSÓFICO

Según el artículo de La importancia de la Ergonomía para los profesionales de la salud:

La ergonomía es una multidisciplina preocupada de la adaptación del trabajo al hombre. Su desarrollo es reciente en nuestro medio, existiendo una gran necesidad de que los profesionales del área de la salud incorporen criterios ergonómicos en sus actividades, ya que en el mundo moderno existe un conjunto de patologías que pueden ser desencadenadas o agravadas por el trabajo. En estos casos, los tratamientos no son efectivos si no se corrigen las causas que los generan.⁴

Partiendo de esta concepción lo más apropiado es hacer un adecuado diseño de los puestos, evaluando el impacto del puesto sobre el trabajador y proponiendo mejoras partiendo de las evaluaciones, así se tendrá un adecuado proceso de prevención y disminución del impacto del trabajo.

Los profesionales del área de la salud atienden trabajadores que, en muchos casos, presentan patologías derivadas de sus condiciones de trabajo. Por ejemplo, en el mundo moderno el estrés laboral, los síntomas músculo-esqueléticos asociados a trabajo repetitivo, posturas inadecuadas y manejo manual de materiales, la obesidad vinculada a trabajo sedentario, la fatiga crónica, etc., podrían disminuir o aminorarse con un adecuado diseño del trabajo. Desde este punto de vista, es importante incluir en la formación de los

⁴ APUD, Elias y MEYER, Felipe. La importancia de la ergonomía para los profesionales de la salud. [en línea]. Disponible en: < http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95532003000100003#a1 > [citado el 29 de agosto de 2016]

profesionales de la salud conceptos de ergonomía, ya que, si los agentes causales persisten en el medio ambiente laboral, los tratamientos no serán efectivos y los trabajadores seguirán reiterando síntomas que les alteran su bienestar físico y mental.⁵

La ergonomía es de vital importancia dentro de la organización, porque no se debe deteriorar la capacidad productiva del trabajador por un mal diseño de los puestos de trabajo, pues el recurso más valioso de las organizaciones son los empleados, ya que sin ellos sería prácticamente imposible la consecución de las metas planteadas.

Las consecuencias por un mal diseño del puesto son accidentes de trabajo o enfermedades profesionales, “**los accidentes** son aquellos sucesos sorpresivos que ocurren cuando los trabajadores hacen caso omiso a la seguridad industrial para desarrollar su labor y que altera la operación de la empresa”⁶ y **las enfermedades profesionales** “Son enfermedades que se originan por las actividades que el operario tiene que realizar en su trabajo, estas tienen como característica que no se conoce fecha de inicio, son de evolución lenta, requiere varios años de exposición, son degenerativas y son totalmente irreversibles”⁷.

Una de las enfermedades profesionales más comunes es el Dolor en Múltiples Localizaciones y según el Artículo del DR. José Luis Vallejo Gonzalez, “El trabajo pesado que implica cargar o transportar de manera frecuente más de 12 kg de peso está relacionado con la aparición de este tipo de dolor.”⁸, para el caso de la empresa MAGNETRÓN que se desarrolló en el presente trabajo de

⁵ *Ibíd.*

⁶ APUNTES DE CLASE de Jaime Alberto Osorio, profesor de Salud Ocupacional “Seguridad e higiene Industrial” de la Universidad Tecnológica de Pereira. Pereira, 9 de febrero del 2016.

⁷ *Ibíd.*

⁸ VALLEJO GONZALEZ, José Luis. Trabajadores con dolor en múltiples partes o localizaciones del cuerpo. [en línea]. Disponible en: < <http://www.ergocupacional.com/4910/201667.html> > [citado el 7 de octubre del 2016]

investigación, fácilmente se podría presentar en los trabajadores de la línea dicha enfermedad porque el cargue y transporte de peso hace parte de la rutina de los mismos.

Pero esta es solo una de muchas enfermedades y/o lesiones que se pueden presentar como consecuencia de un mal diseño de puestos de trabajo, “A menudo los trabajadores no pueden escoger su actividad 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”⁹, por esta razón el correcto diseño de un puesto de trabajo previene al máximo consecuencias irreversibles.

5.2. MARCO TEÓRICO

Dentro del estudio que se realizó, es importante aclarar algunos conceptos manejados dentro de la investigación, primero que todo es el concepto de:

Ergonomía: que “es el conjunto de conocimientos de carácter multidisciplinar aplicados para la adecuación de los productos, sistemas y entornos artificiales a las necesidades, limitaciones y características de sus usuarios, optimizando la eficacia, seguridad y bienestar, y tiene como objetivo adaptar el trabajo a las capacidades y posibilidades del ser humano.”¹⁰.

⁹ VARELA CAMPOS, Ruben y MORALES, Aaron. Ergonomía parte fundamental para una mayor producción y menor fatiga del trabajo. [en línea]. Disponible en: < <http://www.ergocupacional.com/4910/88001.html> > [citado el 7 de octubre del 2016]

¹⁰ ASOCIACION ESPAÑOLA DE ERGONOMIA. ¿Qué es la ergonomía? [En línea]. Disponible en: < <http://www.ergonomos.es/ergonomia.php> > [citado el 20 de agosto de 2016]

Ahora bien *el riesgo ergonómico* que para este trabajo se tomará como los sobreesfuerzos que “producen trastornos o lesiones músculo-esqueléticos (TME) en los trabajadores, por ejemplo; dolores y lesiones inflamatorias o degenerativas generalmente en la espalda y en las extremidades superiores”¹¹.

El método REBA, utilizado para determinar el nivel de riesgo actual, es una “Evaluación del cuerpo entero. Se dirige especialmente a muñeca, antebrazo, codos, hombros, cuello, tronco, espalda, piernas y rodillas. Los factores de riesgo evaluados son: Repetición, fuerza y postura forzada.”¹² A través de este método se determinó la propuesta de rediseño, esto con el fin de minimizar los accidentes de trabajo y evitar posibles apariciones de enfermedades profesionales.

“Cuando existe una buena implementación de los principios ergonómicos, generados por la necesidad de mejorar los problemas encontrados en los principios de economía de movimientos los cuales son: la utilización del cuerpo humano, el diseño de puestos de trabajo y modelos de máquinas, equipos y herramientas”¹³, se logra un beneficio tanto para el empleado (confort), como para el empleador (mayor productividad).

¹¹MADRID JOVENES EMPRESARIOS. Riesgos Ergonómicos y medidas preventivas. [en línea]. Disponible en: <http://www.ajemadrid.es/wp-content/uploads/aje_ergonomicos.pdf > [citado el 20 de agosto de 2016]

¹² MINISTERIO DE SALUD. Guía de Atención Integral Basada en la Evidencia para Desórdenes Musculoesqueléticos (DME) relacionados con Movimientos Repetitivos de Miembros Superiores (Síndrome de Túnel Carpiano, Epicondilitis y Enfermedad de De Quervain (GATI- DME). Pag 51 [en línea]. Disponible en: <<https://www.minsalud.gov.co/Documentos%20y%20Publicaciones/GATISO-DESORDENES%20MUSCULARES%20ESQUELETICOS.pdf> > [citado el 9 de agosto del 2016].

¹³ ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO, INTRODUCCIÓN AL ESTUDIO DEL TRABAJO: 1996 CUARTA EDICIÓN P.142.

Para la propuesta, se usaron **los principios de la economía de movimientos** estos “son un conjunto de normas que permiten mantener la comodidad y salud del trabajador, tanto en trabajos de taller como de oficina, las cuales se basan en una comprensión elemental de la psicología humana y son de gran utilidad en la aplicación del análisis de métodos con el operario. Estos principios son 3: utilización del cuerpo, distribución del puesto y lugar de trabajo, modelos de máquinas equipos y herramientas.”¹⁴, también de las técnicas de **Lean Manufacturing** que “Es una filosofía que busca mejorar la productividad de la empresa por medio de un conjunto de técnicas y herramientas que ayudarán a eliminar desperdicios y agrega valor al producto o servicio.”¹⁵ se usaron en específico el **sistema de punto de uso** que “Es una estrategia que se utiliza en la zona de producción y garantiza la ubicación de los recursos, herramientas, componente e instrucciones estándares al alcance del empleado en el lugar de manufactura, permitiendo la eliminación de desperdicios e incrementando la productividad”¹⁶ y el **Poka Yoke** (Poka= error, Yoke= evitar)¹⁷ que es una estrategia de diseño para la calidad que ubica la responsabilidad para prevenir defectos con el diseño producto y/o procesos.

¹⁴ Principio de Economía de Movimientos. [en línea]. disponible en < <https://sites.google.com/site/et111221057312211582/principio-de-economia-de-movimientos> > : [Citado el 13 de abril de 2016]

¹⁵ PROYECTA INNOVACION. Aclarando conceptos sobre lean Manufacturing [en línea] disponible en < <http://www.proyectainnovacion.com/2015/01/08/aclarando-conceptos-sobre-lean-manufacturing/> > [Citado el 13 de abril de 2016]

¹⁶ APUNTES DE CLASE de Jorge Hernán Restrepo, profesor de Ingeniería de métodos “Principios de economía de movimientos” de la Universidad Tecnológica de Pereira. Pereira, 5 de abril del 2016.

¹⁷ *Ibíd.*

5.3. MARCO ESPACIAL

El problema se va a resolver en Colombia, en el departamento de Risaralda en el municipio de la Virginia donde se encuentra ubicada la empresa MAGNETRÓN S.A.S planta 2 en una línea de armado con 6 puestos de trabajo

5.4. MARCO TEMPORAL

El estudio se realizó entre el primer semestre y el segundo semestre del año 2016.

6. METODOLOGÍA

6.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El método para este trabajo de investigación es de tipo descriptivo. Este tipo de investigación trata de tener información acerca del fenómeno o proceso para describir sus implicaciones, y se va a aplicar una fórmula ya preestablecida.

Se aplicó la investigación descriptiva, por cuanto el estudio requiere detallar cuidadosamente cada uno de los puestos que conforman la línea de armado y para ellos implementar según sus necesidades, mejoras ergonómicas basadas en los principios de economía de movimientos y en técnicas de lean Manufacturing.

6.2. DISEÑO Y ANÁLISIS DE PLAN DE INVESTIGACIÓN

El trabajo de investigación se desarrolló partiendo de la observación, allí se planteó la hipótesis de la existencia de problemas ergonómicos con el diseño de puestos de trabajo en la línea de armado de tanques para transformadores monofásicos.

Inicialmente se debía medir el riesgo que se presentaba en la línea, para ello se identificó que el método más apropiado para este tipo de trabajo era el método REBA. Dicho método se encarga de valorar las posturas que a criterio de los investigadores presentaban mayor riesgo para el trabajador.

Para llevar a cabo el desarrollo del método, se tomaron registros en video de cada uno de los puestos de la línea de armado, luego se analizaron cada uno y se extrajeron imágenes con las posturas que a consideración eran más riesgosas, para su posterior valoración a través del método.

Las imágenes extraídas fueron examinadas, midiendo y determinando los ángulos, apoyo, torsiones y la carga manipulada que presentaba dicha postura, según fuese el caso, en el cuello, tronco, piernas, brazo, antebrazo y muñeca. Los datos arrojados se registraban en una tabla automática diseñada por los investigadores con los criterios del método, para determinar el nivel de actuación sobre la postura. Con los resultados de la evaluación se determinaron las tareas que requerían un cambio por la baja implementación de herramientas y que conducían al trabajador a hacer sobre esfuerzos y optar por posturas riesgosas.

Con base a las tareas que requerían un rediseño del puesto que fuese apropiado para minimizar el riesgo, se planteó una propuesta con cambios puntuales a cada uno de los puestos, dependiendo de los problemas observados y con el sustento de la evaluación por el método REBA que se puede observar en el ANEXO A.

A continuación se especificará la situación actual, los problemas y las propuestas de mejoramiento para cada uno de los puestos de la línea de armado.

6.2.1. Puesto 1: Dobladora y demarcadora de huecos.

6.2.1.1. Situación actual

En este puesto se ejecutan dos tareas, una es la que se realiza con la máquina dobladora para curvar la lámina, y la otra es la demarcación de los huecos. Inicialmente el operario toma la lámina de una mesa auxiliar, que se encuentra en frente de la máquina dobladora para trasladar una pequeña distancia hacia la máquina y ahí la sostiene, mientras tanto con la ayuda del pedal, da la orden a la máquina de girar los rodillos para efectuar el dobles de la lámina, llevando la lámina de un lado a otro, lo que permite que la lámina pase de extremo a extremo por los rodillos, cuando la lámina se encuentra lo suficientemente ondulada a consideración del operario, este la retira para volverla a introducir pero ahora girándola, entrando la lámina a la máquina por donde el operario en la acción anterior la sostenía al

introducirla, aquí se vuelve a dar la orden a la máquina por medio del pedal accionado por el operario de girar de la misma forma que la acción anterior, cuando la lámina está totalmente ondulada de tal forma que se cierre por sí sola y se empiece a enrollar en ella misma, el operario procede a parar la máquina y a retirar el rodillo de ondulación para poder retirar la lámina ondulada. El operario transporta la lámina ondulada ya convertida en cilindro, hacia el puesto de intersección o de material en espera con la segunda tarea del puesto 1, recostando primero

El cilindro contra su cuerpo e inclinándose hacia atrás para poder ejercer bien la fuerza sobre el cilindro y luego lo arrastra de forma vertical por el suelo, realizando torsiones e inclinaciones en su cuerpo, principalmente en la muñeca.

En la ejecución de la segunda tarea del puesto 1, la demarcación de agujeros, el operario gira el cilindro arrastrándolo en el suelo para acercarlo a la máquina en la cual se opera en esta parte de la línea, realiza un inclinación aproximada de 36° para levantar el cilindro del suelo con sus dos manos distanciadas y ubicarlo en la máquina demarcadora, después de ubicado el cilindro el operario procede a accionar el pedal de operación de la máquina para demarcar los huecos, el operario demarca un hueco y gira manualmente el cilindro para demarcar el siguiente y así hasta demarcar todos los huecos del cilindro, cuando se han demarcado todos los huecos el operario procede a retirar el cilindro de la máquina realizando una torsión en su tronco y estirando uno de sus brazos para alcanzarlo y bajarlo al suelo, igualmente de manera manual, también gira el cilindro por el suelo para ubicarlo en la estación de espera al puesto siguiente.

6.2.1.2. Problemas:

En la dobladora se determinó que el transporte del cilindro, al momento de extraerlo de la dobladora (Imagen 1) representa un riesgo para el operario, apoyándonos no solo en la observación sino también en el nivel de actuación arrojado por el método REBA, siendo este último influenciado en gran medida por las torsiones presentes en las diferentes partes del cuerpo en estudio.

En la demarcadora de huecos no había como tal un problema, las posturas críticas que se presentaban eran durante el cargue y descargue (Imagen 2) del cilindro al punto de trabajo. Allí se presentaban sobreesfuerzos, ángulos de inclinación y torsiones que indicaban un nivel de actuación alto en el método.



Imagen 1. Puesto 1 Doblado de lámina. Deslizar y retirar lamina ondulada (Fuente propia)



Imagen 2. Puesto 1 Demarcación de huecos. Descarga del tanque (Fuente propia)

6.2.1.3. Propuestas:

La propuesta general para los dos puntos de trabajo inmersos en el puesto 1, es una herramienta de transporte aéreo que permita minimizar el trabajo manual de cargue, descargue y transporte de cilindro en la operación, que opere de manera mecánica y así se eliminarían la manipulación de cargas en el proceso.

6.2.2. Puesto 2: Punteado del cilindro, base y pegado de piezas internas.

6.2.2.1. Situación Actual

Inicialmente el operario hace un esfuerzo para levantar el cilindro que se encuentra en el suelo y procede transportándolo a la mesa de trabajo, allí puntea los extremos del cilindro, para lograr puntear el tanque el operario debe hacer una inclinación del cuerpo para ejercer una pequeña presión en la lámina con el fin de fijarla y continuar el proceso, cabe aclarar que uno de estos extremos se le hace un cordón de soldadura de aproximadamente 5 cm para evitar que se despegue. Posteriormente, el operario ejerciendo presión al costado del tanque por medio de una barra metálica hace el proceso de cerrado con el objetivo de puntear el centro del cilindro. Al terminar el punteado del costado, el operario baja manualmente el tanque al piso para ubicar la base del tanque, este proceso se hace con ayuda de la barra metálica de aproximadamente 10 Kg. En el momento en que la base está en el punto apropiado según el criterio del operario, el tanque se vuelve a colocar manualmente en la mesa de trabajo para puntear la base, y se hace un cordón de soldadura en los espacios más grandes. Estos espacios se presentan porque la lámina no logra ser perfectamente cilíndrica, y como la tapa si lo es, se presentan unos espacios alrededor de la base. Una vez punteada la lámina y la base, el último paso del puesto es pegar las piezas internas. Para este paso el tanque es ubicado nuevamente en el suelo. Estas piezas se pegan con ayuda de una plantilla predeterminada, para evitar medir y demarcar los lugares donde deben ir pegadas.

Para proceder a pegar las piezas, el operario debe trabajar inclinado y por tiempo prolongado ya que el tanque está a nivel del suelo. Cuando termina este proceso el tanque se deja cerca del próximo puesto de trabajo.

6.2.2.2. Problemas

En este puesto, el problema que se evidencia es el cargue, descargue y la distancia recorrida por el operario para transportar del cilindro (Imagen 3) desde el puesto 2 al puesto de trabajo número 3. Al momento de realizar las tareas y después de haber punteado el cilindro y la base, el operario debe descargar el tanque al suelo para pegar las piezas internas (Imagen 4), y al trabajar a nivel del suelo el operario debe adoptar una postura prolongada y riesgosa mientras ejecuta su labor (Imagen 5). Además de que por observación las posturas se ven riesgosas, el método da el soporte para determinar el mal diseño del puesto.



Imagen 3. Puesto 2 Punteado del cilindro, base y pegado de piezas internas.. Levantamiento del cilindro (Fuente propia).



Imagen 4. Puesto 2 Punteado del cilindro, base y pegado de piezas internas. Traslado del tanque (Fuente propia).

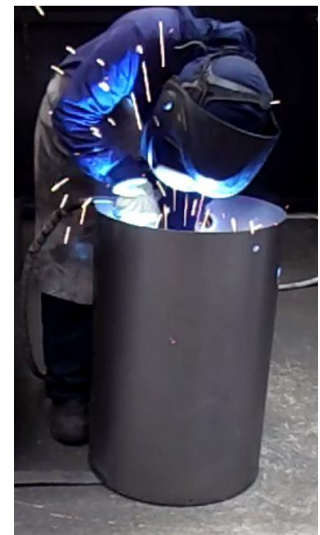


Imagen 5. Puesto 2 Punteado del cilindro, base y pegado de piezas internas. Punteado de pieza 2 (fuente propia)

6.2.2.3. Propuestas

Partiendo de la propuesta inicial de la mesa auxiliar que recibe los tanques del puesto 1, continúa el trabajo a nivel de la altura de la mesa. Primero habrá rodillos de transporte de la mesa de recepción a la mesa de trabajo donde se efectuará el punteado del cilindro. La otra propuesta para este puesto de trabajo es el cambio de la mesa de trabajo por una mesa con altura ajustable en cada una de las patas, una solución aplicable es la inclusión de un sistema hidráulico en las patas, como ejemplo el sistema hidráulico de las sillas de escritorio. La anterior propuesta es con el fin de que el operario no tenga que descargar el tanque al suelo para acomodar la tapa inferior o base del tanque antes de puntearla, así mismo cuando solda las piezas internas. Cuando termina el trabajo en el puesto 2 seguiría una conexión de rodillos entre la mesa de trabajo y la propuesta que abarcaría los puestos siguientes, esta es la interconexión de los puestos a través de rodillos o banda de transporte a la altura de la mesa de trabajo, para evitar el levantamiento y descargue del tanque en los puestos.

6.2.3. Puesto 3: Bordeado de la base del tanque

6.2.3.1. Situación actual

El operario debe transportar el tanque desde el punto en el que quedó el tanque hasta el punto de trabajo, allí debe hacer un esfuerzo mientras lo posiciona para que empezar el proceso. El operario enciende la máquina para que el tanque empiece a girar, simultáneamente el operario aplica fuerza paulatinamente para hacer una presión a la lámina por medio de una prensa mecánica, cuando el tanque tiene el borde correcto a criterio del trabajador, posteriormente el operario detiene el giro del tanque, lo libera de la presión mecánica, libera el tanque de la base e inmediatamente lo toma y lo transporta hasta el punto donde es recogido por el operario del próximo puesto.

6.2.3.2. Problema

En este puesto se evidencia varios problemas, el primero es el transporte y la alineación y posicionamiento (imagen 6) del tanque desde el puesto anterior hasta el punto donde la máquina hace el bordeado. Luego en el proceso se debe hacer una presión a la lámina para que a través del giro se haga el bordeado, dicha presión se hace a través de una torsión mecánica (imagen 7) que actualmente se hace manual. Y por último está la descarga del tanque, que como en los otros puestos requiere gran participación física del operario (imagen 8). Además de la observación también se tiene como soporte las calificaciones otorgadas por el REBA en el cual determinan un nivel de actuación alto en estas posturas.



Imagen 6. Puesto 3. Bordeado de la base del tanque. Posicionar tanque. (Fuente propia)



Imagen 7. Puesto 3. Bordeado de la base del tanque. Torsión. (Fuente propia)



Imagen 3. Puesto 3. Bordeado de la base del tanque. Descarga del tanque. (Fuente propia)

6.2.3.3. Propuestas

Tomando como base las mejoras propuestas en los anteriores puestos, donde se busca que el tanque no esté a nivel del suelo hasta que termine el proceso, este puesto cambiaría su distribución. La línea de transporte compuesta por rodillos estaría en la parte que actualmente es la trasera del puesto. De tal modo que cuando llegue el tanque a ser bordeado, el traslado del tanque a la máquina se haga a través de una ayuda, ejemplo una grúa. Y luego que termine el proceso el tanque sea devuelto a la línea de rodillos para ser trasladado al puesto próximo. Con respecto a la fuerza aplicada por el operario para que la prensa ejerza presión sobre la lámina con la finalidad de cumplir con el procedimiento de bordeado, se propone que la prensa funcione de forma automatizada o semiautomatizada a través de un motor para evitar el sobreesfuerzo y las posturas inadecuadas por el operario para cumplir con su labor.

6.2.4. Puesto 4: Resoldado de la base y el costado del tanque

6.2.4.1. Situación actual:

El operario hace un esfuerzo para transportar el tanque desde el punto donde terminó el proceso del puesto anterior hasta la primera máquina, la cual realiza el resoldado de la base del tanque, cuando el operario ubica el tanque en la zona de operación de esta máquina, él debe hacer un esfuerzo porque la máquina tiene una altura superior a la capacidad de carga del operario. Allí la máquina opera semi - automáticamente por esta razón el operario se cerciora que el tanque esté en la posición correcta para activar la máquina de soldado, dicha máquina está programada para realizar la soldadura de forma circular en la totalidad del borde de la base. El operario debe ir revisando constantemente que la máquina realice el proceso de soldadura correctamente. Al terminar este proceso, el trabajador, levanta el tanque con ayuda de un gancho metálico para evitar el contacto directo

con la alta temperatura presente en la base. Posteriormente el operario debe trasladar el tanque a la siguiente máquina presente en el mismo puesto de trabajo, donde este debe ubicar sobre dicha máquina el tanque y modificar el caudín para ubicarlo en el punto de inicio de soldadura, es decir en un extremo para que la máquina solde el costado del tanque de manera semi – automática. Mientras la máquina opera, el operario realiza constantemente revisiones, cerciorándose de que la máquina opere correctamente, cuando la máquina termina de hacer el resoldado a lo largo, el operario debe renovar el caudín y pulir la unión de soldadura para finalmente descargar el tanque al piso, con ayuda de un gancho metálico resistente a las altas temperaturas presentes por la soldadura acabada de realizar.

6.2.4.2. Problemas

En este puesto también hay problemas con el transporte (imagen 9), cargue y descargue del tanque desde el puesto anterior y en el puesto como tal, por las dos máquinas que maneja. Después de transportar el tanque desde el puesto anterior hasta la máquina que hace la soldadura de la base del tanque, el operario debe hacer un sobreesfuerzo cuando debe posicionar el tanque en punto de ejecución de la tarea (imagen 10). El transporte evidenciado en el mismo puesto de trabajo (imagen 11) es un esfuerzo adicional, y posteriormente el descargue del tanque para que sea manipulado en el siguiente puesto (imagen 12) hacen parte del problema principal que es el transporte del tanque entre puestos y en el puesto de trabajo.



Imagen 5. Puesto 4. Resoldado de la base y el costado del tanque. Levantamiento del cilindro (fuente propia).

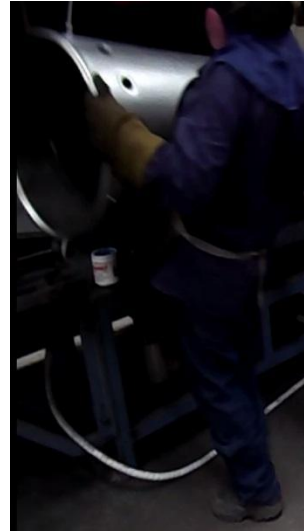


Imagen 4. Puesto 4. Resoldado de la base y el costado del tanque. Alinear y posicionar (fuente propia).



Imagen 7. Puesto 4. Resoldado de la base y el costado del tanque. Transporte del cilindro (fuente propia).



Imagen 6. Puesto 4. Resoldado de la base y el costado del tanque. Descarga del tanque (fuente propia).

6.2.4.3. Propuestas

Además de implementar en este puesto la propuesta que cubre todos los puestos a partir del segundo, que es la intercomunicación de los mismos a través de rodillos de transporte a la altura de las mesas de trabajo, la propuesta central para este puesto es cambiar la distribución actual, que influye en el transporte excesivo del tanque en la zona de operación, ya que el puesto cuenta con 2 máquinas semiautomáticas para soldar que deben ser abastecidas. La propuesta sería acomodar las máquinas una en frente de la otra para así evitar largos trayectos en transporte del tanque. La máquina más cercana a los rodillos sería la que resolda la base del tanque, el transporte del tanque de los rodillos a esta máquina sería por medio de una grúa o transporte mecánico, cuando esta máquina termine su operación, el operario igualmente por medio de la grúa transportará el tanque a la máquina de resoldado del costado del tanque, para posteriormente terminada su operación el operario trasladar el tanque por la misma grúa hasta los rodillos de transporte al puesto de trabajo siguiente.

6.2.5. Puesto 5: Punteado de piezas externas

6.2.5.1. Situación actual:

El operario levanta el cilindro desde la posición donde el operario del puesto pasado lo descargó, para transportarlo, levantándolo manualmente hacia la mesa de trabajo y luego con ayuda del caudín puntear las piezas externas del transformador, seleccionándolas una a una de la caja de elementos y piezas, para luego pre-ubicarlas y ubicarlas en su posición correspondiente y puntearlas en sus extremos permitiendo la unión de dichas piezas con el transformador. Se realiza la misma serie de actividades hasta terminar de puntear todas las piezas del cilindro.

Si la pieza se debe adherir en la parte inferior del cilindro, el operario debe agacharse al nivel del piso para poder puntearla, después de terminadas todas las piezas el operario debe proceder a transportar el cilindro de manera manual al sitio de espera para terminar su proceso en el puesto de trabajo siguiente.

6.2.5.2. Problema

Además del mismo problema de transporte de los puestos anteriores, que en este caso sería el transporte del puesto anterior a la mesa de trabajo, se añade la poca flexibilidad que hay en el puesto. En este hay una mesa de trabajo estándar que no permite ninguna modificación y a raíz de esto el trabajador realiza la tarea en posiciones incómodas (imagen 13 y 14), dichas posiciones son repetitivas y en ángulos de inclinación distintos. Además de esto las piezas requeridas para la operación no tienen una ubicación en el puesto que permita la fácil identificación de las mismas.



Imagen 8. Puesto 5. Punteado de piezas externas. Punteado de pieza 2 (fuente propia).



Imagen 9. Puesto 5. Punteado de piezas externas. Posicionamiento y soldadura de pieza 8 (fuente propia).

6.2.5.3. Propuestas

La primera propuesta está enfocada en el transporte. Continuando con los rodillos de interconexión presentes en las propuestas anteriores, la forma de pasar el tanque de los rodillos a la mesa de trabajo, sería a través de una banda transportadora para evitar el cargue y descargue del mismo.

Partiendo de la propuesta presentada en el puesto dos, sobre la mesa ajustable hidráulica que contribuya a disminuir las posiciones riesgosas por la flexibilidad de la misma. Así los operarios tendrán la posibilidad de ajustarlas a sus medidas antropométricas y trabajar de forma cómoda.

6.2.6. Puesto 6: Resoldado de piezas externas

6.2.6.1. Situación actual

Primero el operario levanta manualmente el tanque inclinando su cuerpo hacia atrás y acercando sus brazos al cuerpo para generar una mejor sensación de agarre, para posteriormente ubicarlo en la mesa de trabajo y proseguir a resoldar las piezas punteadas en el puesto de trabajo anterior, teniendo que agacharse al nivel del piso para trabajar con las piezas que se encuentren a nivel inferior del cilindro que se está ubicado sobre una mesa de trabajo fija.

6.2.6.2. Problemas

Los problemas del puesto 6 son similares a los presentes en el puesto 5, comenzando por el transporte desde el piso hasta la mesa de trabajo (imagen 15), además las posturas que debe adoptar el operario para resoldar las piezas son riesgosas (imagen16). Las posturas adoptadas es por la poca flexibilidad que hay en el puesto (imagen 17).



*Imagen 10. Puesto 6.
Resoldado de piezas externas.
Levantamiento del tanque
(Fuente propia).*



*Imagen 11. Puesto 6.
Resoldado de piezas externas.
Cordón pieza interna del
tanque (Fuente propia).*



*Imagen 12. Puesto 6.
Resoldado de piezas externas.
Cordón tanque inclinado
(Fuente propia).*

6.2.6.3. Propuestas

Las propuestas relacionadas de este puesto son exactamente las mismas del puesto 5, y esto se debe a que los puestos y las tareas a desarrollar son similares.

6.2.7. CONCATENACIÓN DE PROPUESTAS

Las propuestas de mejoramiento ergonómico de los puestos de trabajo en la línea de armado, expuestas en los numerales inmediatamente anteriores, se pueden ver en conjunto en el siguiente plano:

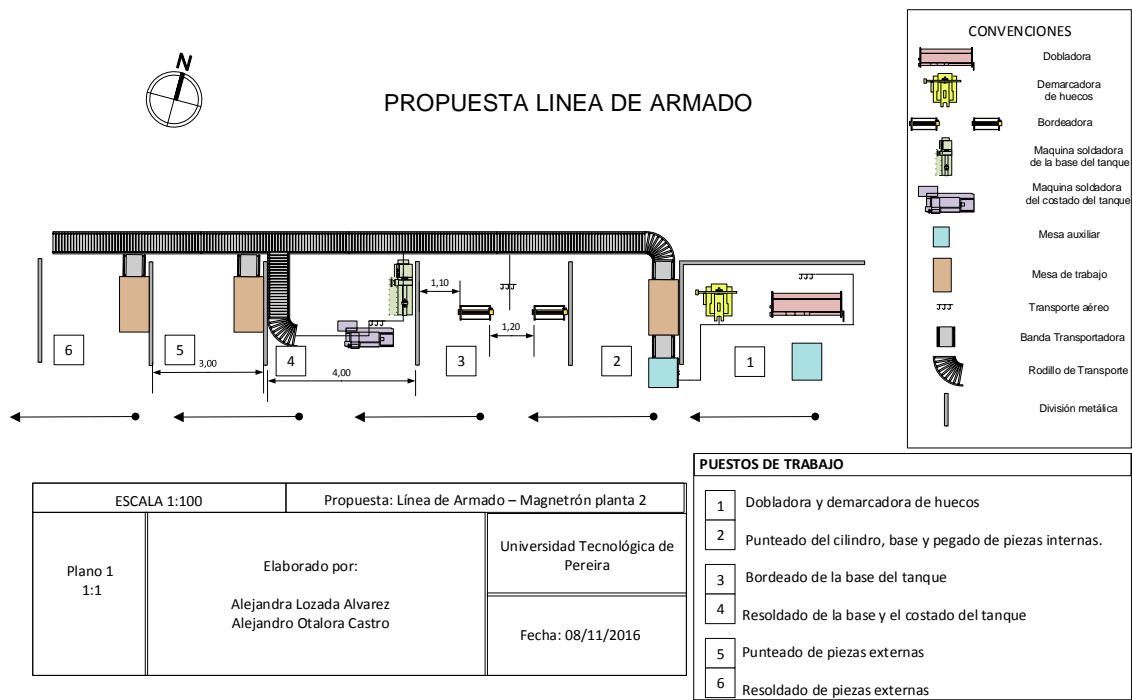


Imagen 138. Propuesta distribución de la línea de armado. [Anexo B](#)

7. REFERENCIAS NORMATIVAS

El Consejo colombiano de seguridad en sus tips de Seguridad al día en la manipulación Manual de Cargas establece que:

“El empresario debe aplicar las medidas de organización del trabajo adecuadas, así como proporcionar los medios para realizar el trabajo de forma segura.”¹⁸

Y con base en esta pequeña premisa se redacta las siguientes normas que rigen y apoyan el Tip citado:

El propósito del documento presente, es establecer acciones concretas para que la línea de la empresa caso de estudio, se sujete a ellas en la realización de su trabajo y actividades afines a la ejecución de este, que se deben tener en cuenta en la línea de ensamble de Tanques monofásicos en la empresa Magnetrón, para evitar enfermedades y dolores lumbares relacionados especialmente con mal manejo de cargas y por no aplicar correctamente las recomendaciones en capacitaciones sobre posturas correctas y medidas preventivas para la Manipulación Manual de Cargas para la cual se tiene como soporte La Guía de Atención Integral de Salud Ocupacional (Gatiso) que “constata que la principal razón de la existencia de dolores lumbares se debe a la realización de trabajos relacionados con manejo de cargas y con más frecuencia cuando la carga es tomada por el operario desde el piso.”¹⁹

¹⁸ CONSEJO COLOMBIANO DE SEGURIDAD. Seguridad al día. Tips de seguridad, Manipulación manual de cargas. [en línea] Disponible en: <<http://ccs.org.co/img/publicaciones/sdia570/#3>> [citado el 7 de noviembre del 2016]

¹⁹ CORREA, Jorge. Riesgos y normas de levantamiento de cargas pesadas son reiteradas por guía de salud ocupacional. En: Periódico el Tiempo [En línea], Disponible en: <<http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-3721756>> : [Citado el 7 de noviembre del 2016]

Durante la toma de datos e información en la línea, se observó que en los puestos de trabajo habían falencias con respecto a ergonomía, más explícitamente sobre manipulación de cargas y distribución del puesto de trabajo en donde se encontró que el transporte de la lámina, cilindro o tanque dependiendo del puesto y/o proceso que se encontrara en el momento, se manejaba casi en su totalidad de manera manual sin importar ni tener en cuenta el peso del objeto ni la distancia a transportar.

Otra de las observaciones importantes y acordes con las leyes y normas a mencionar en el presente escrito, son las alturas de las mesas de trabajo no acordes a la estatura del operario y la inclinación que algunas de ellas deberían tener para evitar estiramientos dañinos e innecesarios en el cuello, brazo, antebrazo, muñeca, tronco y piernas del trabajador.

También se observó, que los espacios de tránsito en los puestos de trabajo son estrechos y a su vez la baja altura (suelo o mesa) de donde los operarios liberan y sujetan el cilindro o tanque al presentarse un cambio de puesto del producto en proceso, es decir, por ejemplo se ha efectuado el proceso en la dobladora y en la demarcación de huecos y su siguiente operación es el punteado del cilindro y de la base en el cual se observa un desgaste del operario al ejecutar la acción, en la cual tiene que inclinar su tronco en una posición inadecuada para el cuidado de su salud .

Mencionada la problemática, el objetivo es perseguir el cumplimiento de las siguientes normas.

Este artículo compete a la problemática en estudio, puesto que establece que “Los establecimientos industriales deberán tener una adecuada distribución de sus dependencias, con zonas específicas para los distintos usos y actividades, claramente separadas, delimitadas o demarcadas y, cuando la actividad así lo exija, tendrán espacios independientes para depósitos de materias primas, elaboración,

procesos especiales, depósitos de productos terminados y demás secciones requeridas para una operación higiénica y segura”²⁰. En el desarrollo de la toma de datos del problema de investigación, se encontró que los espacios para depósitos de producto en proceso están ubicados dentro de las zonas de operación lo que representa un riesgo para la integridad física del operario.

Mencionamos anteriormente que uno de los problemas observados estaba relacionado con el espacio insuficiente de tránsito o circulación. Para ello encontramos este artículo como soporte, el cual “las áreas de circulación deberán estar claramente demarcadas, tener la amplitud suficiente para el tránsito seguro de las personas y estar provistas de la señalización adecuada y demás medidas necesarias para evitar accidentes.”²¹

Este artículo confirma la propuesta de implementar en las mesas de trabajo dispositivos o pedales que permitan la inclinación de ellas para facilitar su trabajo y evitar estiramientos excesivos, ya que el presente artículo, nos menciona que “Todas las maquinarias, equipos y herramientas deberán ser diseñados, contruidos, instalados, mantenidos y operados de manera que se eviten las posibles causas accidente y enfermedad.”²²

²⁰ ALCALDIA DE BOGOTA. LEY 9 DE 1979, salud ocupacional, De las edificaciones destinadas a lugares de trabajo. Artículo 91, con fecha de expedición 24/01/1979 [en línea] disponible en: < <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=1177> > [citado el 7 de noviembre del 2016]

²¹ ALCALDIA DE BOGOTA. LEY 9 DE 1979, salud ocupacional De las edificaciones destinadas a lugares de trabajo. Artículo 93, con fecha de expedición 24/01/1979 [en línea] disponible en: < <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=1177> > [citado el 7 de noviembre del 2016]

²² ALCALDIA DE BOGOTA. LEY 9 DE 1979, salud ocupacional, De la seguridad industrial. Maquinarias, equipos y herramientas. Artículo 112, con fecha de expedición 24/01/1979 [en línea] disponible en: < <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=1177> > [citado el 7 de noviembre del 2016]

Unas de las propuestas listadas son la implementación de bandas transportadoras, rodillos de transporte y mecanismos de transporte aéreo, para esta implementación se deberá tener en cuenta lo mencionado en este artículo donde afirma que “los vehículos, equipos de izar, bandas transportadoras y demás elementos para manejo y transporte de materiales, se deberán mantener y operar en forma segura”²³

“Las actividades de Salud Ocupacional tienen por objeto propender por el mejoramiento y mantenimiento de las condiciones de vida y salud de la población trabajadora”²⁴, siendo esta parte del numeral a del presente artículo que nos orienta a estar en constante mejoramiento para que las condiciones del trabajador sean óptimas y no lesivas ni dañinas para su integridad física, así como también el numeral b y d que dicen respectivamente *“prevenir todo daño para la salud de las personas, derivado de las condiciones de trabajo”²⁵* y *“Eliminar o controlar los agentes nocivos para la salud integral del trabajador en los lugares de trabajo”²⁶* aplicando estos dos últimos numerales en la eliminación de transporte manual, que actualmente los operarios de la línea hacen con las láminas, cilindros o tanques, también aplicado en la distribución del puesto y los espacios disponibles para el tránsito de este mismo.

²³ ALCALDIA DE BOGOTA. LEY 9 DE 1979, salud ocupacional, Manejo, transporte y almacenamiento de materiales. Artículo 120, con fecha de expedición 24/01/1979 [en línea] disponible en: < <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=1177> > [citado el 7 de noviembre del 2016]

²⁴ ALCALDIA DE BOGOTA. Decreto 614 de 1984, Disposiciones generales y definiciones, Artículo 2, con fecha de expedición 14/03/1984 [en línea] disponible en: < <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=1357#1> > [citado el 7 de noviembre del 2016]

²⁵ *Ibíd.*

²⁶ *Ibíd.*

Los riesgos más frecuentes por la incorrecta manipulación de cargas que se mencionan en las normas Ohsas y que competen al caso de estudio son:

“Sobreesfuerzos Esfuerzos que sobrepasan la capacidad de funcionamiento normal del organismo al manipular cargas de peso/volumen excesivo, o de forma incorrecta”.²⁷

“Fatiga física Ocasionada por la manipulación reiterada de la carga, o por un largo período de sujeción de la misma”²⁸

Interesan estas dos normas prioritariamente debido a la no implementación de ayuda mecánica para el transporte de producto en proceso en todos los puestos de trabajo de la línea de armado de monofásicos, sino que por el contrario el operario debe cargar en su totalidad el peso de dichos transformadores de forma repetitiva, lo que hace mucho más dañinos los movimientos.

Dentro de las normas Ohsas²⁹, existen criterios que determinan las lesiones dorsolumbares más frecuentes en los operarios que realizan posturas de manera inadecuada durante el manejo manual de cargas, aplicando para el caso de los operarios de la línea en estudio, las mencionadas en la presente norma. Las siguientes son algunas de las imágenes de las posiciones inadecuadas que pueden causar lumbalgia y otras lesiones dorsolumbares.

²⁷ SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO, SISTEMA DE GESTIÓN BASADOS EN LAS NORMAS OHSAS 18001-2007. Manipulación de cargas. Manipulación de cargas. [en línea] disponible en: < <http://norma-ohsas18001.blogspot.com.co/2012/09/manipulacion-de-cargas.html> > [citado el 7 de noviembre del 2016]

²⁸ *Ibíd.*

²⁹ SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO, SISTEMA DE GESTIÓN BASADOS EN LAS NORMAS OHSAS 18001-2007. Manipulación de cargas. Lesiones dorsolumbares. [en línea] disponible en: < <http://norma-ohsas18001.blogspot.com.co/2012/09/manipulacion-de-cargas.html> > [citado el 7 de noviembre del 2016]

“Lumbalgia: Dolor localizado en la región lumbar, Ciática: Inflamación dolorosa del nervio ciático que comienza en la región lumbar y se irradia a glúteos, pierna e incluso pié, Hernia discal: Es la dislocación del disco intervertebral. Puede producir dolor intenso, que se irradia desde la zona lumbar hasta el pié, pudiendo ocasionar pérdida de fuerza del nervio afectado.”³⁰



Imagen 19. Puesto 1 Demarcación de Huecos. Levantar el tanque (Fuente propia)

³⁰ *Ibíd.*

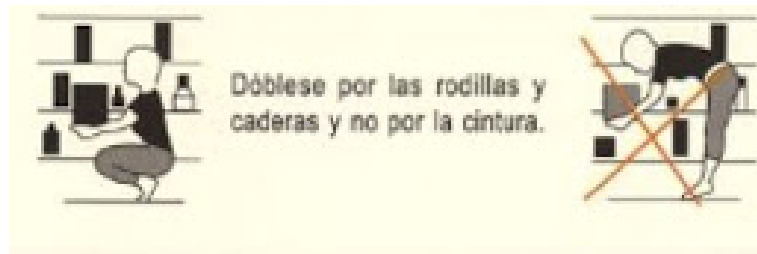


Imagen 20. Técnica de Postura 1³¹



Imagen 21. Puesto 2. Levantamiento del cilindro (Fuente propia) 2

³¹ Saiku Alternativo. Lumbalgia, técnicas posturas correctas [En línea]. Disponible en: << <http://saikualternativo.blogspot.com.co/2015/08/lumbalgia.html> > [citado el 7 de noviembre del 2016]

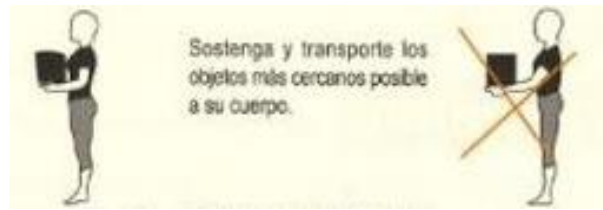


Imagen22. Técnica de Postura ²³²



Imagen 23. Puesto 2. Punteado de Cilindro y de tapa inferior. (Fuente propia)

³² Ibíd.

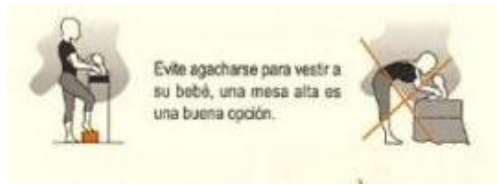


Imagen 24. Técnica de postura ³³



Imagen 25. Puesto 2. Puenteado de Cilindro y de tapa inferior, pega de accesorios internos. (Fuente propia)

³³ *Ibíd.*

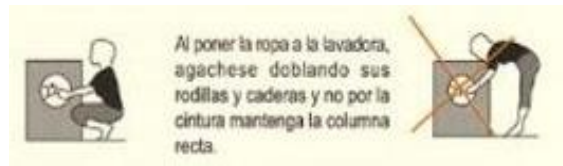


Imagen 26. Técnica de postura 4³⁴

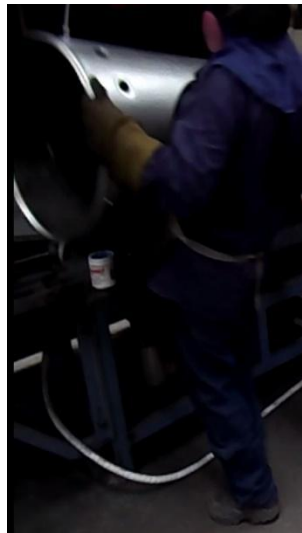


Imagen 27. Puesto 4 Resoldado de la base y el costado del tanque (Fuente propia)

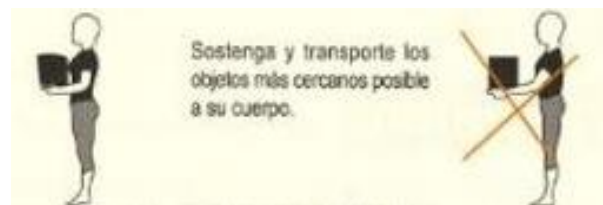


Imagen 28. Técnica de postura 5³⁵

³⁴ Ibíd

³⁵ Ibíd.



Imagen 29. Puesto 5 .Punteado de piezas externas. Posicionamiento y soldadura de pieza 7 (Fuente propia)

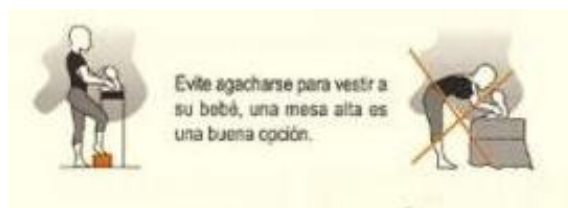


Imagen 30. Técnica de postura 6³⁶

En el presente se mencionan los tips que dirige el consejo colombiano de seguridad en la manipulación manual de cargas y que nos competen en la investigación del

³⁶ *Ibíd.*

presente trabajo de la línea de armado de monofásicos en Magnetron, y dando claridad a la aplicación de cada recomendación en nuestro caso particular:

- “Examinar la carga antes de manipularla para localizar zonas que pueden resultar peligrosas al momento de agarrar y manipular la carga”³⁷

En este caso en particular es de vital importancia, dado que se manipula material en proceso a alta temperatura por la implementación de soldadura representando este un peligro de quemaduras, por el contacto directo que tiene el operario con los objetos calientes que se están soldando y con los electrodos al cortarlos y reemplazarlos.

- “Planificar el levantamiento y decidir el punto o puntos de agarre más adecuados, dónde hay que depositar la carga y apartar del trayecto cualquier elemento que pueda interferir en el transporte”³⁸

Para la línea es indispensable la implementación del transporte aéreo como lo hemos venido planteando, puesto que así se decide el punto de agarre y transporte del material en proceso sin tener contacto directo con este, así como también la implementación de los rodillos de transporte, las mesas de carga y descarga de material en proceso y la remodelación de algunos de los espacios de tránsito o circulación dentro de los puestos específicamente.

³⁷ CONSEJO COLOMBIANO DE SEGURIDAD, seguridad al día, tips de seguridad, medidas preventivas. [en línea]. Disponible en: < <http://ccs.org.co/img/publicaciones/sdia570/#3> > [citado el 7 de noviembre del 2016]

³⁸ *Ibíd.*

- “Situación la carga en el lugar más favorable para la persona que tiene que manipularla, de manera que la carga esté cerca de ella, enfrente y a la altura de la cadera.”³⁹
- “Utilizar ayudas mecánicas, siempre que sea posible. En los alcances a distancias importantes se pueden usar ganchos o varas. La hiperextensión del tronco se evita colocando escaleras o tarimas.”⁴⁰

Estas recomendaciones son importantes para el rediseño ergonómico de los puestos propuesto en el trabajo de investigación. Lo que se busca es facilitar el trabajo al operario para que no exista un riesgo musculoesquelético gracias a la implementación de nuevas herramientas de trabajo y mesas hidráulicas, que permitan la inclinación de las diferentes mesas de operación, así como también ya mencionado herramientas mecánicas de transporte aéreo.

³⁹ *Ibíd.*

⁴⁰ *Ibíd.*

8. CONCLUSIONES

El trabajo presentado fue un trabajo sin precedentes en la universidad tecnológica, por esta razón fue difícil construir la información y definir la técnica a usar para calificar los riesgos actuales de la línea. A Pesar de ello, hubo un exhaustivo trabajo investigativo donde se consultó la parte metodológica para el desarrollo correcto del mismo. Se espera que en un futuro más personas puedan desarrollar trabajos similares tomando como ejemplo el presente trabajo.

El análisis ergonómico de las condiciones a las cuales están sometidos los operarios, es de vital importancia en cualquier tipo de empresa, debido a que todo empleador debe velar por mantener y preservar la integridad física de sus empleados para lograr los objetivos propuestos por la organización con eficiencia y eficacia reduciendo así el nivel de ausentismo y por ende también el de incapacidades.

Las hipótesis del problema planteadas por medio de una evaluación visual, fue comprobada a través de la metodología expuesta en el trabajo, allí se evidenció el criterio de los investigadores para identificar problemas presentes en una línea de producción.

Además de cualquier metodología planteada, siempre se debe escuchar al operario o trabajador que hace parte del objeto de estudio, pues estas personas al estar permanentemente en los puestos ejecutando las tareas, son los verdaderos expertos en el tema. Como investigadores proponemos las mejoras no solo con los conocimientos adquiridos en las asignaturas, sino también con las observaciones y sugerencias expuestas por los operarios y el jefe de línea.

Hay un factor oculto que a pesar de no ser una de las variables de estudio, vale la pena resaltar, y es el nivel de ruido en la empresa como tal, que hace parte de los riesgos ambientales, mas no de los riesgos físicos de los cuales se basa la investigación del trabajo.

La toma de datos fue un poco compleja por el ausentismo presente en la línea en los días en que se tomaban los registros de video, por esta razón, hubo la necesidad de ir varias veces a la planta para completar los videos de los operarios trabajando en los 6 puestos de la línea. Además, otra de nuestras limitantes fue la calidad de los videos que se presentó por la distorsión que generan el sonido en las áreas de trabajo

Hubo gran disposición de las personas que se encontraban laborando los días en que se visitó la planta y del jefe de la línea quien ayudó proporcionando información técnica de los tanques. Se ve que son personas con un gran sentido de pertenencia con la empresa.

Hay problemas que se identificaron solo al aplicar el método de evaluación de riesgo, y esto es porque según las posturas hay riesgos ocultos. También hay riesgos observables y fácilmente identificables porque los operarios no utilizan las herramientas que la empresa les proporcionó un tiempo atrás para minimizar algunos factores de riesgo, como es el caso de una mesa que permite la inclinación para reducir los ángulos de flexión, en especial del tronco del operario para operar correctamente sobre el tanque o transformador.

Si llega a haber un rediseño para que haya un menor impacto ergonómico de los puestos en los operarios, además de las condiciones técnicas debe haber un interés por parte de toda la organización de que se cumpla la forma de trabajo integrando el nuevo diseño.

Además de la propuesta de rediseño, debe haber un estudio a fondo para que haya un balanceo de línea ya que hay puestos con mayor carga laboral que otros. Pero es evidente que al proponer mejoras no siempre va a ser en pro de más rapidez o productividad, allí se debe evaluar el costo beneficio que se mediría con el ausentismo actual que afecta la productividad de la línea.

El problema principal evidenciado en todos los puestos de trabajo es el transporte del tanque entre puestos y en el puesto.

9. BIBLIOGRAFÍA

ELEMPLEO Investigación laboral [en línea] <
http://www.elempleo.com/colombia/investigacion_laboral/enfermedades-mnes-frecuentes-en-el-trabajo-7502189 > [citado el 7 de noviembre de 2016]

APUD, Elias y MEYER, Felipe. La importancia de la ergonomía para los profesionales de la salud. [en línea]. Disponible en: <
http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95532003000100003#a1 > [citado el 29 de agosto de 2016]

APUNTES DE CLASE de Jaime Alberto Osorio, profesor de Salud Ocupacional “Seguridad e higiene Industrial” de la Universidad Tecnológica de Pereira. Pereira, 9 de febrero del 2016.

VALLEJO GONZALEZ, José Luis. Trabajadores con dolor en múltiples partes o localizaciones del cuerpo. [en línea]. Disponible en: <
<http://www.ergocupacional.com/4910/201667.html> > [citado el 7 de octubre del 2016]

VARELA CAMPOS, Ruben y MORALES, Aaron. Ergonomía parte fundamental para una mayor producción y menor fatiga del trabajo. [en línea]. Disponible en: <
<http://www.ergocupacional.com/4910/88001.html> > [citado el 7 de octubre del 2016]

ASOCIACION ESPAÑOLA DE ERGONOMIA. ¿Qué es la ergonomía? [En línea]. Disponible en: <
<http://www.ergonomos.es/ergonomia.php> > [citado el 20 de agosto de 2016]

MADRID JOVENES EMPRESARIOS. Riesgos Ergonómicos y medidas preventivas. [en línea]. Disponible en: <
http://www.ajemadrid.es/wp-content/uploads/aje_ergonomicos.pdf > [citado el 20 de agosto de 2016]

MINISTERIO DE SALUD. Guía de Atención Integral Basada en la Evidencia para Desórdenes Musculoesqueléticos (DME) relacionados con Movimientos Repetitivos de Miembros Superiores (Síndrome de Túnel Carpiano, Epicondilitis y Enfermedad de De Quervain (GATI- DME). Pag 51 [en línea]. Disponible en: <
<https://www.minsalud.gov.co/Documentos%20y%20Publicaciones/GATISO-DESORDENES%20MUSCULARES%20ESQUELETICOS.pdf> > [citado el 9 de agosto del 2016].

ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO, INTRODUCCIÓN AL ESTUDIO DEL TRABAJO: 1996 CUARTA EDICIÓN P.142.

Principio de Economía de Movimientos. [en línea]. disponible en < <https://sites.google.com/site/et111221057312211582/principio-de-economia-de-movimientos> > : [Citado el 13 de abril de 2016]

PROYECTA INNOVACION. Aclarando conceptos sobre lean Manufacturing [en línea] disponible en < <http://www.proyectainnovacion.com/2015/01/08/aclarando-conceptos-sobre-lean-manufacturing/> > [Citado el 13 de abril de 2016]

APUNTES DE CLASE de Jorge Hernán Restrepo, profesor de Ingeniería de métodos “Principios de economía de movimientos” de la Universidad Tecnológica de Pereira. Pereira, 5 de abril del 2016.

CONSEJO COLOMBIANO DE SEGURIDAD. Seguridad al día. Tips de seguridad, Manipulación manual de cargas. [en línea] Disponible en: < <http://ccs.org.co/img/publicaciones/sdia570/#3> > [citado el 7 de noviembre del 2016]

CORREA, Jorge. Riesgos y normas de levantamiento de cargas pesadas son reiteradas por guía de salud ocupacional. En: Periódico el Tiempo [En línea], Disponible en: <<http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-3721756>> : [Citado el 7 de noviembre del 2016]

ALCALDIA DE BOGOTA. LEY 9 DE 1979, salud ocupacional, De las edificaciones destinadas a lugares de trabajo. Artículo 91, con fecha de expedición 24/01/1979 [en línea] disponible en: < <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=1177> > [citado el 7 de noviembre del 2016]

ALCALDIA DE BOGOTA. LEY 9 DE 1979, salud ocupacional De las edificaciones destinadas a lugares de trabajo. Artículo 93, con fecha de expedición 24/01/1979 [en línea] disponible en: < <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=1177> > [citado el 7 de noviembre del 2016]

ALCALDIA DE BOGOTA. LEY 9 DE 1979, salud ocupacional, De la seguridad industrial. Maquinarias, equipos y herramientas. Artículo 112, con fecha de expedición 24/01/1979 [en línea] disponible en: <

<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=1177> > [citado el 7 de noviembre del 2016]

ALCALDIA DE BOGOTA. LEY 9 DE 1979, salud ocupacional, Manejo, transporte y almacenamiento de materiales. Artículo 120, con fecha de expedición 24/01/1979 [en línea] disponible en: < <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=1177> > [citado el 7 de noviembre del 2016]

ALCALDIA DE BOGOTA. Decreto 614 de 1984, Disposiciones generales y definiciones, Artículo 2, con fecha de expedición 14/03/1984 [en línea] disponible en: < <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=1357#1> > [citado el 7 de noviembre del 2016]

SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO, SISTEMA DE GESTION BASADOS EN LAS NORMAS OHSAS 18001-2007. Manipulación de cargas. Manipulación de cargas. [en línea] disponible en: < <http://norma-ohsas18001.blogspot.com.co/2012/09/manipulacion-de-cargas.html> > [citado el 7 de noviembre del 2016]

SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO, SISTEMA DE GESTION BASADOS EN LAS NORMAS OHSAS 18001-2007. Manipulación de cargas. Lesiones dorsolumbares. [en línea] disponible en: < <http://norma-ohsas18001.blogspot.com.co/2012/09/manipulacion-de-cargas.html> > [citado el 7 de noviembre del 2016]

Saiku Alternativo. Lumbalgia, técnicas posturas correctas [En línea]. Disponible en: < < <http://saikualternativo.blogspot.com.co/2015/08/lumbalgia.html> > [citado el 7 de noviembre del 2016]

CONSEJO COLOMBIANO DE SEGURIDAD, seguridad al día, tips de seguridad, medidas preventivas. [en línea]. Disponible en: < <http://ccs.org.co/img/publicaciones/sdia570/#3> > [citado el 7 de noviembre del 2016]

10. LISTA DE ANEXOS

[ANEXO A](#). Calculo nivel de actuación Método REBA

[ANEXO B](#). Propuesta distribución de la línea de Armado

[ANEXO C](#). Imágenes de los puestos de la línea de Armado

[ANEXO D](#). Registros Video gráficos de la operación en la línea

[ANEXO E](#). Posiciones y ángulos críticos de los puestos

[ANEXO F](#). Dimensiones y pesos de los tanques

Elaborado por:
Alejandra Lozada Álvarez
Alejandro Otálora Castro