



FACULTAD DE CIENCIAS DEL TRABAJO Y COMPORTAMIENTO HUMANO

Trabajo de fin de Carrera titulado:

**Análisis Ergonómico Comparativo de la Operación Manual y Mecanizada de los Operadores
de Colado de Franz Viegner**

Realizado por:

DAVID ISAAC LANAS CEVALLOS

Director del proyecto:

Jorge Oswaldo Jara Díaz, PhD

Como requisito para la obtención del título de:

INGENIERO EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

QUITO, 28 de Julio del 2022

DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, David Isaac Lanas Cevallos, ecuatoriano, con Cédula de ciudadanía N° 1725726598, 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.



David Isaac
Lanas Cevallos

Firmado digitalmente por
David Isaac Lanas Cevallos
Fecha: 2022.08.23
09:30:40 -05'00'

David Isaac Lanas Cevallos

C.I.: 1725726598

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.



Jorge Oswaldo Jara Díaz, PhD



LOS PROFESORES INFORMANTES:

Ing Franz Paul Guzmán Galarza Msc

Ing Rubén Guillermo Vasconez Illapa . MsC

Después de revisar el trabajo presentado lo han calificado como apto para su defensa

oral ante el tribunal examinador.



Ing Franz Paul Guzmán Galarza Msc



Ing Rubén Guillermo Vasconez Illapa . MsC

Quito, 28 de Julio de 2022

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.



David Isaac
Lanas Cevallos

Firmado digitalmente por
David Isaac Lanas Cevallos
Fecha: 2022.08.23
09:30:40 -05'00'

David Isaac lanas Cevallos

C.I.: 1725726598

Artículo de tesis

Análisis Ergonómico Comparativo de la Operación Manual y Mecanizada de los Operadores de Colado de Franz Viegenger

David Isaac Lanas Cevallos ¹, Jorge Oswaldo Jara Díaz, PhD²

¹ Estudiante; dlanas.sso@uisek.edu.ec

² Tutor de Proyecto; Oswaldo.jara@uisek.edu.ec

Resumen: En el siguiente artículo analizaremos dos puestos de trabajo donde se encuentra la presencia de riesgo ergonómico, los más importantes son la presencia de postura forzadas y el levantamiento manual de cargas. Los operadores en los que se hará referencia en este estudio pertenecen al sector de colado yeso y colado alta presión de la empresa Franz Viegenger Ecuador, empresa dedicada a la fabricación de grifería y sanitarios que tiene como sede principal en Ecuador la Fábrica ubicada en el sector de Amaguaña.

Este estudio presenta un análisis comparativo, del proceso de fabricación de tapas de inodoros, donde podemos identificar que la actividad se realiza de forma manual y mecanizada, al igual revisaremos la utilización de un Exoesqueleto para evaluar si es que el riesgo de posturas forzadas y levantamiento manual de cargas se disminuye e incrementa la producción en el proceso.

Materiales: Se aplicó la metodología R.E.B.A para el análisis de posturas forzadas, el aplicativo "MEASURE" para registrar los ángulos de los segmentos posturales de los videos recopilados, y la utilización de la cámara de un celular para filmar el proceso de todo el sector de colado.

Para levantamiento manual de cargas se aplicó la metodología de la ecuación de NIOSH, para obtener los resultados pertinentes.

Resultados: Podemos observar la prevalencia de posturas forzadas en el proceso de colado alta presión, además pudimos concluir que la utilización del exoesqueleto como mecanismo para disminuir posturas forzadas fue óptimo, pero debido a los tiempos de producción que deben ser respetados, este debe entrar en un próximo análisis para evaluar el cumplimiento del mismo. Al igual que el uso de este mecanismo aumenta la presencia de levantamiento de cargas por lo que debe ser configurado de tal manera que sea desmontable en el momento donde no representa riesgo.

Conclusiones: Las actividades que realizan los operadores del sector de colado, si presentan un riesgo significativo, es la razón por la que el departamento de ASySO siempre está en constante mejora en todos sus procesos.

Palabras clave: Posturas Forzadas; Exoesqueleto; Levantamiento Manual de Cargas; Riesgo Ergonómico; Fabricación de Sanitarios

Abstract: In the following article we will analyze two jobs where the presence of ergonomic risk is found, the most important being the presence of forced posture and manual lifting of loads. The operators in which this study will refer belong to the plaster casting and high-pressure casting sector of the company Franz Viegenger Ecuador, a company dedicated to the manufacture of taps and toilets whose main headquarters in Ecuador are the Factory located in the sector of Amaguaña.

This study presents a comparative analysis of the toilet lid manufacturing process, where we can identify that the activity is conducted manually and mechanized, as well as review the use of an Exoskeleton to assess whether the risk of postures forced, and manual lifting of loads decreases and increases production in the process.

Materials: The R.E.B.A methodology was applied for the analysis of forced postures, the "MEAZU-RE" application to record the angles of the postural segments of the videos collected, and the use of a cell phone camera to film the entire process. casting area.

For manual lifting of loads, the NIOSH equation methodology was applied to obtain the pertinent results.

Results: We can observe the prevalence of forced postures in the high-pressure casting process, we were also able to conclude that the use of the exoskeleton as a mechanism to reduce forced postures was optimal, but due to the production times that must be respected, this should enter a future analysis to assess compliance with it. Just as the use of this mechanism increases the presence of lifting loads, it must be configured in such a way that it can be removed when it does not represent a risk.

Conclusions: The activities conducted by the operators of the casting sector, if they present a significant risk, that is why the Says department is always in constant improvement in all its processes.

Keywords: Forced postures; Exoskeleton; Manual Lifting of Loads; Ergonomic Risk; Manufacture of Sanitary.

1. Introducción

En la tercera edición de la Enciclopedia de la OIT, publicada en 1983, la ergonomía se resumió en un artículo de tan sólo cuatro páginas. (Vedderr) desde esa primera introducción de ergonomía a lo que se ha estudiado hasta el año 2022, se podría decir que el cambio ha sido radical y de buena manera tanto para los técnicos que nos encargamos de hacer cumplir la seguridad y salud en nuestras empresas, y para los trabajadores que con base a ellos hacemos cumplir nuestro trabajo. “El trabajo es por ellos y para ellos”.

Ergonomía Literalmente significa el estudio o la medida del trabajo de una persona (Singleton). Desde mi punto de vista es la definición que más se acerca con mi pensamiento a lo que es la materia, existen mucho otros significados uno más acertados que otros, pero no pierde en sí la esencia, el querer encontrar, adecuar, rediseñar el puesto de trabajo para nuestro personal, y esto simplemente, va de la mano con la producción que es lo que más necesitas una empresa, fábrica, sistema, etc. Es mejorar exponencialmente todo nuestro entorno laboral.

De la ergonomía generalmente explicada señalaremos dos principales riesgos que son los que estudiaremos en este artículo; Las posturas forzadas y el levantamiento manual de cargas son el principal riesgo a los que se exponen los operadores del sector de colado en la empresa Franz Viegner, por lo que redireccionaremos este estudio hacia la comparativa de un puesto de trabajo con actividad mecanizada, y el mismo como actividad manual.

Desde el punto de vista de levantamiento manual de cargas nos apoyamos de concepto del RD 487/1997, entendemos por manipulación manual de cargas cualquier operación de transporte o sujeción de una carga por parte de uno o varios trabajadores, como el levantamiento, la colocación, el empuje, la tracción o el desplazamiento.

Posturalmente hablando lo definiremos como la posición relativa de los segmentos corporales. Las posturas de trabajo son uno de los factores asociados a los trastornos musculoesqueléticos, cuya aparición depende de varios aspectos: en primer lugar, de lo forzada que sea la postura, pero también, del tiempo que se mantenga de modo continuado, de la frecuencia con que ello se haga, o de la duración de la exposición a posturas similares a lo largo de la jornada. (INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO).

En el mundo la problemática en cuanto a posturas forzadas es considerable, siendo esta la región cervical y la región lumbar las más afectadas. Según (Carrera, 2021).

En el Ecuador la problemática que hay en cuanto a riesgos ergonómicos no solo es por su falta de desconocimiento sino también involucra el desinterés que se tiene por los mismos técnicos de seguridad y salud ocupacional en el País, donde descuidan uno de los más importantes riesgos del mundo. A esto le sumamos el deficiente modelo de gestión que muchas de las grandes empresas.

Esta es la problemática por la que pasan muchas empresas en el Ecuador, una de estas Franz Viegner que, con su amplia gama de fabricación de grifería y porcelanato, se encuentra trabajando día a día por el bienestar de sus funcionarios y la empresa.

Es por eso que para solventar esta problemática en la empresa además de contar con los distintos programas de seguridad y salud ocupacional y con el apoyo de las distintas directivas, distintos departamentos, y el departamento de ASYSO (Ambiente, Seguridad y Salud Ocupacional) está implementando diferentes estudios para dos trabajos donde más implica un riesgo ergonómico, y estos son en el proceso de Colado Yeso y el nuevo proceso de Colado Alta presión.

2. Materiales y Métodos

Se realizó un estudio descriptivo de corte transversal en 4 operadores del sector de colado de la empresa Franz Viegner en el año 2022, dicha empresa se dedica a la fabricación de sanitarios y grifería en la ciudad de Quito.

Se evaluará dos puestos de trabajo del sector de colado, estos son Colado Alta Presión y Colado Yeso, además de las múltiples tareas y/o producción que contempla, nos centraremos directamente en la fabricación de tapas de inodoros. En los dos procesos se desarrolla el mismo producto salvo que en Colado Yeso tenemos un trabajo manual que involucre el factor humano para producir las piezas. Mientras que en Colado Alta Presión vemos un trabajo que además del factor humano, también contamos con la máquina que es la que produce las piezas, el cual mejora la productividad, por lo que es una actividad mecanizada.

Es por eso que este estudio investigará los dos puestos de trabajo (Manual y Mecanizado), con el fin de determinar si mejora la productividad de la empresa, aumenta el nivel de riesgo o determinar la mejor opción para disminuir los riesgos existentes.

Principalmente serán dos variables identificadas,

- a) Postura Forzadas
- b) Manipulación manual de cargas

que lograremos identificar, estas son:

- a) Posturas forzadas: Esto debido al posicionamiento de los segmentos corporales al momento de retirar el producto de la máquina automatizada del proceso de colado-alta presión.

Se utilizará el método REBA que se trata de un nuevo sistema de análisis que incluye factores de carga postural dinámicos y estáticos, la interacción persona-carga, y un nuevo concepto que incorpora tener en cuenta lo que llaman "la gravedad asistida" para el mantenimiento de la postura de las extremidades superiores, es decir, la ayuda que puede suponer la propia gravedad para mantener la postura del brazo (TRABAJO, 2001)

Al igual que el aplicativo Measure qué es una herramienta de medición con la que se puede analizar las dimensiones y proporciones de todo lo que se puede visualizar en la pantalla.

- b) Manipulación Manual de cargas: Tanto en el proceso de colado yeso y colado alta presión tenemos levantamiento de cargas, sin embargo, en el proceso de colado alta-presión es donde el riesgo se incrementa.

Para evaluar el levantamiento manual de cargas, ver su impacto y verificar si se estará cumpliendo con la normativa vigente utilizaremos el método de la ecuación impartida por "THE NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH" (NIOSH).

Dicho método consiste en calcular un Índice de levantamiento (IL), que proporciona una estimación relativa del nivel de riesgo asociado a una tarea de levantamiento manual correcta (Cuixart, 1998).

Con los resultados obtenidos lograremos determinar cuál puesto de trabajo es el con más nivel de riesgo, al igual que en cuál de los dos procesos tendríamos mejor producción.

En el momento de realizar el estudio se pondrá a consideración el uso de un Exoesqueleto para disminuir las posturas forzadas existentes, evaluaremos su uso y determinaremos el veredicto sobre si es existente la disminución del riesgo.

Al momento de culminar con este informe, se podrá mejorar la productividad y eliminar o minimizar el riesgo el cual, mejorará la relación entre la empresa y los operadores, dando así un ambiente saludable de trabajo.

El fin de la realización de este artículo científico es determina la calidad de trabajo y los riesgos que se involucra en dichos trabajos, se cuenta con dos procesos que hasta el día de hoy han sido eficientes, sin embargo, estos procesos como todos siempre están re direccionados a la mejora y a la aportación social y empresarial a nivel nacional, la idea de mejorar un puesto de trabajo al igual que mejorar la salud de los trabajadores, es de vital importancia para todas las empresas en el mundo.

Por este motivo es de suma importancia la divulgación de los resultados de este presente artículo.

3. Resultados

Para el sector de colado alta presión se ha propuesto la adaptación de una máquina con el fin de aumentar la producción de Tapas de inodoros. Dicho diseño se ha puesto en consideración con el departamento de ASYSO para evaluar si es que la máquina cumple con la normativa vigente en cuanto a la disminución de riesgos laborales.

Dicha máquina tiene como función principal abastecer al colador con bandejas de tres tapas, donde la máquina las dispondrá en 3 niveles de recolección:

- Nivel 1: 2.10 metros
- Nivel 2: 1.60 metros
- Nivel 3: 0,90 metros

Para disminuir la altura de la bandeja superior (2.10m de altura) se propone la idea de hacer una plataforma de (0,40 cm). Debido al espacio que existe entre máquinas, no es factible colocar una plataforma de mayor altura, por lo que está chocaría con el primer nivel de la máquina.

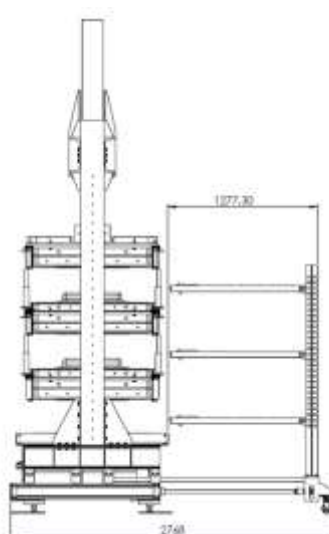


Figura 1. Diseño Preliminar Map-Tapas

Datos de producción de la MAP-TAPAS

La producción de la MAP-TAPAS es significativa ya que se plane empezar con cuatro de las máquinas ya mencionadas, sin embargo, la estima total de maquinarias es de siete.

La maquinaria al tener un sistema de bandejas que a su vez colara tres tapas por nivel, nos deja una producción de nueve tapas por cada veintidós minutos que se demora la producción de la misma máquina.

Con respecto a los datos del operador este será de un solo colador por jornada de ocho horas de trabajo dando así un total de tres coladores por día laborado.

Se utilizará un solo colador que su distribución de trabajo sería la misma manera de siempre.

Ya mencionado todos los datos de producción más importantes procederemos a utilizar la metodología REBA (Rapid Entire Body Assessment) A1-Análisis realizado bajo normativa NTP 601 del INSSBT

Tabla 1. Cuadro Comparativo de nivel de riesgo de ambos sectores

Nivel de Riesgo en el Sector de Colado			
Proceso: Desmolde de tapas de Inodoros			
Sector	Riesgo Evaluado	Nivel de Riesgo	Producción Diaria de Tapas por Jornada de 8 h
Colado Yeso	Posturas Forzadas	Medio	600
	Levantamiento manual de Cargas	Tolerable	
Colado Alta Presión	Posturas Forzadas	Alto	1512
	Levantamiento manual de Cargas	Importante	
Colado Alta Presión con Exoesqueleto	Posturas Forzadas	Medio	1512
	Levantamiento manual de Cargas	Moderado	

¹ Nivel donde se requiere intervención.

3.1.1.1.1 Datos del operador para aplicar el método REBA

Altura del personal Evaluado: 1,66 m

Puesto: Operario

Altura mínima del personal operario de colado AP: 1,56 m

- *Altura 1: 1,75 metros de altura*
- *Se proyectan 1512 tapas en 1 jornada por persona*
- *Peso de las piezas 3,1 Kg en seco*
- *Peso de la bandeja: 9,03 Kg en seco*
- *3.1.1.1.2 Resultados de la evaluación*



(a)



(b)

Figura 2. En las siguientes figuras podemos observar un ejemplo de las mediciones que se tomó, en este caso del lado derecho del operador, la tarea se realizó utilizando la ayuda de un exoesqueleto para evaluar la disminución del peso de la misma. (a) Angulación del tronco *Existe Extensión. (b) Figura donde podemos observar que no existe flexión ni extensión de la muñeca, pero si existe desviación cubital.

Table 2. Resultados Método REBA

Cálculo de la puntuación REBA										
	Puntos brazos	Puntos an- tebrazos	Puntos muñecas	Puntos agarre	Puntuación Grupo B	Puntos tronco	Puntos cuello	Puntos piernas	Puntuación grupo A	Puntuación fi- nal REBA
Brazo izquierdo	4	2	2	1	7	2	2	1	4	8
Brazo derecho	4	2	2	1	7	2	2	1	4	8
Puntuación final REBA						Nivel de riesgo				
Brazo izquierdo	8					Alto				
Brazo derecho	8									

Table 3. Datos Introducidos

Grupo B (extremidades superiores)		Puntuaciones	
Brazos	Puntos	Brazo	Brazo
		izquierdo	derecho

Si eleva el hombro: +1 Si brazo separado o rotado: +1 Si el brazo está apoyado: -1	El brazo está entre 20 grados de flexión y 20 grados de extensión.	1	5	5
	Entre 20° y 45° de flexión o más de 20° de extensión.	2		
	El brazo se encuentra entre 45° y 90° de flexión de hombro.	3		
	El brazo está flexionado más de 90 grados.	4		
Antebrazos		Puntos	Brazo izquierdo	Brazo derecho
	El antebrazo está entre 60 y 100 grados de flexión.	1	2	2
	El antebrazo está flexionado por debajo de 60 grados o por encima de 100 grados.	2		
Muñecas		Puntos	Brazo izquierdo	Brazo derecho
Si existe torsión o desviación lateral de muñeca: +1	La muñeca está entre 0 y 15 grados de flexión o extensión	1	1 + 1	1 + 1
	La muñeca está flexionada o extendida más de 15 grados.	2		
Agarre		Puntos	Brazo izquierdo	Brazo derecho
Bueno		0	1	1
Regular		1		
Malo		2		
Inaceptable		3		

Grupo A (tronco-espalda)			Puntuaciones	
Tronco			Pun- tos	
Si existe torsión del tronco o incli- nación lateral: +1	Posición totalmente neutra	1	2 + 0	
	Tronco en flexión o extensión entre 0 y 20 °	2		
	Tronco flexionado entre 21 y 60 ° y extensión más de 20°	3		
	Tronco flexionado más de 60ª	4		
Cuello			Pun- tos	
Si existe torsión del cuello o incli- nación lateral: +1	El cuello está entre 0 y 20 grados de flexión.	1	3 + 0	
	El cuello está en flexión más de 20º o en extensión.	2		

Piernas		Pun- tos	
Flexión de rodilla/s 30-60°: +1	Andar, sentado, de pie sin plano inclinado.	1	1 + 0
Flexión de rodilla/s >60°: +2	De pie con plano inclinado, unilateral o inestable.	2	
Carga / Fuerza		Pun- tos	
Ejecutado de manera rápida o brusca: +1	La carga o fuerza es < de 5 kg	0	1 + 0
	La carga o fuerza está entre 5 y 10 kg	1	
	La carga o fuerza es > de 10 kg	2	
Actividad muscular		Pun- tos	
	Una o más partes del cuerpo se encuentran en misma postura más de 1 minuto de forma estática	+1	0
	Movimientos repetidos de mismo grupo articular > 4 veces por minuto	+1	+1
	Rápidos y amplios cambios de postura o superficie inestable	+1	0

3.1.2 Proceso Tarea Manual

3.1.2.1 Sector Colado Yeso

En el sector de colado yeso a pesar de que es la misma producción si es diferente la metodología que implementas los operadores del sector.

Por otro lado, este es un trabajo más antiguo y artesanal, los riesgos pueden ser más significativos.

La actividad colada contempla desde el primer turno de trabajo siendo este a las 06:00 am en preparar toda la mezcla donde el proceso de colada para la producción de tapas demora aproximadamente 3 horas para poder retirarlas.

El yeso es la parte fundamental en este proceso debido que ahí es donde se va a depositar toda la fórmula de la colada (incluye barbotina, arcilla, algunos agentes químicos).

Justo en el momento donde se va a proseguir a retirar las piezas el operador debe retirar todo el excedente de la colada, aquí es donde podremos observar que existe una postura crítica debido a que el trabajador opta por una postura al nivel inferior para poder verter el excedente.

El trabajo se compone no solo en realizar la actividad de colado de tapas, debido a que el operador debe realizar más actividades alrededor de la planta.

Ya mencionado todos los datos de producción más importantes procederemos a utilizar la metodología REBA (Rapid Entire Body Assessment) A1-Análisis realizado bajo normativa NTP 601 del INSST

Los datos del operador con los que se realizó el estudio son los siguientes:

Altura del personal Evaluado: 1,69 m

Puesto: Operario

Altura mínima del personal operario de colado Yeso: 1,62 m

- Altura 1: 1,75 metros de altura
- Se proyectan 600 piezas en 1 jornada por persona
- Peso de las piezas 3,1 Kg en seco

Los resultados fueron los siguientes:

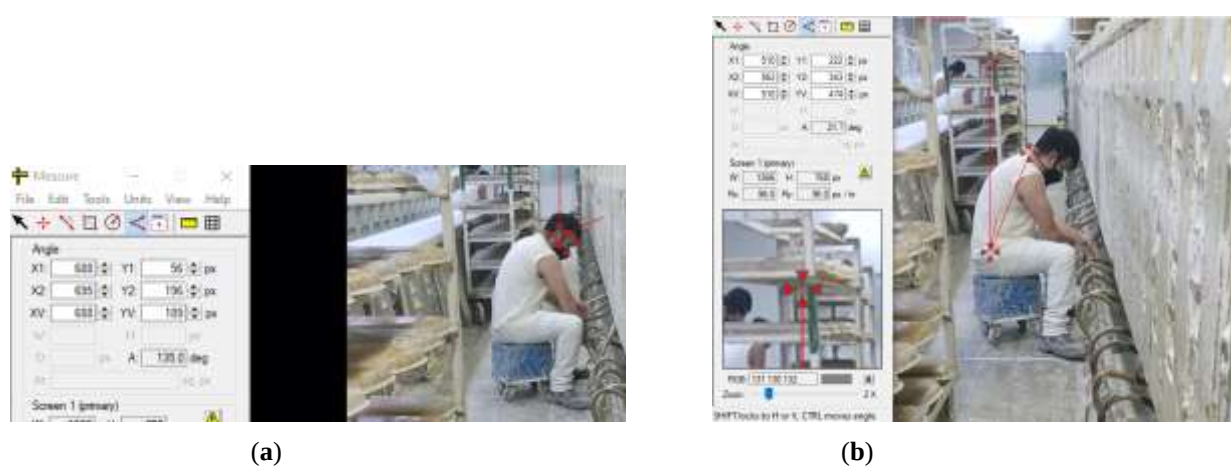


Figura 3. En las siguientes figuras podemos observar un ejemplo de las mediciones que se tomó, en este caso del lado derecho del operador. (a) Angulación del cuello. (b) Angulación del tronco

Table 4. Resultados Método REBA

Cálculo de la puntuación REBA										
	Puntos brazos	Puntos an- tebrazos	Puntos muñecas	Puntos agarre	Puntuación Grupo B	Puntos tronco	Puntos cuello	Puntos piernas	Puntuación grupo A	Puntuación fi- nal REBA
Brazo izquierdo	2	1	2	1	3	2	2	1	3	4
Brazo derecho	2	2	1	1	3	2	2	1	3	4
Puntuación final REBA						Nivel de riesgo				
Brazo izquierdo	4					Medio				
Brazo derecho	4									

Table 5. Datos Introducidos

Grupo B (extremidades superiores)				Puntuaciones	
Brazos				Puntos	Brazo izquierdo
Si eleva el hombro: +1	El brazo está entre 20 grados de flexión y 20 grados de extensión.	1		3	3
	Entre 20° y 45° de flexión o más de 20° de extensión.				
Si brazo separado o rotado: + 1	El brazo se encuentra entre 45° y 90° de flexión de hombro.	3			
Si el brazo está apoyado: -1	El brazo está flexionado más de 90 grados.	4			

Antebrazos		Puntos	Brazo izquierdo	Brazo derecho
	El antebrazo está entre 60 y 100 grados de flexión.	1	1	2
	El antebrazo está flexionado por debajo de 60 grados o por encima de 100 grados.	2		
Muñecas		Puntos	Brazo izquierdo	Brazo derecho
Si existe torsión o desviación lateral de muñeca: + 1	La muñeca está entre 0 y 15 grados de flexión o extensión	1	1 + 1	1
	La muñeca está flexionada o extendida más de 15 grados.	2		
Agarre		Puntos	Brazo izquierdo	Brazo derecho
Bueno		0	1	1
Regular		1		
Malo		2		
Inaceptable		3		
Grupo A (tronco-espalda)			Puntuaciones	
Tronco		Puntos		
Si existe torsión del tronco o inclinación lateral: +1	Posición totalmente neutra	1	2 + 0	
	Tronco en flexión o extensión entre 0 y 20 °	2		
	Tronco flexionado entre 21 y 60 ° y extensión más de 20°	3		
	Tronco flexionado más de 60ª	4		
Cuello		Puntos		
Si existe torsión del cuello o inclinación lateral: +1	El cuello está entre 0 y 20 grados de flexión.	1	2 + 0	
	El cuello está en flexión más de 20° o en extensión.	2		
Piernas		Puntos		
Flexión de rodilla/s 30-60°: +1	Andar, sentado, de pie sin plano inclinado.	1	1 + 0	
	De pie con plano inclinado, unilateral o inestable.	2		
Flexión de rodilla/s >60°: +2				
Carga / Fuerza		Puntos		
Ejecutado de manera rápida o brusca: +1	La carga o fuerza es < de 5 kg	0	0 + 0	
	La carga o fuerza está entre 5 y 10 kg	1		
	La carga o fuerza es > de 10 kg	2		

Actividad muscular		Puntos	
	Una o más partes del cuerpo se encuentran en misma postura más de 1 minuto de forma estática	+1	0
	Movimientos repetidos de mismo grupo articular > 4 veces por minuto	+1	+1
	Rápidos y amplios cambios de postura o superficie inestable	+1	0

Siguiendo el mismo procedimiento ya descrito anteriormente podemos determinar los siguientes resultados en el sector de Colado Yeso, en referente a la manipulación manual de cargas.

Para la realización del estudio contemplamos los siguientes datos:

- El peso de la carga es de 3kg
- El desplazamiento vertical de carga en su máximo punto más crítico es de 50cm
- La distancia recorrida de la carga es de 0,50 metros
- El operador realiza este movimiento 3 veces en su jornada laboral
- La actividad tiene una duración de dos cargas por minuto
- El agarre de la carga al ser una bandeja de plástico lo colocamos como medio



Figura 4. Levantamiento realizado por el operador de colado Yeso

Tabla 6. Resultados de la aplicación de la metodología

	Constante De Peso (LC)	HM	VM	DM	AM	CM	FM	RWL
Origen	23	1	0.85	1	1	1	0.5	9.78
Destino	23	0.45	0.84	1	1	0	0.5	4.36

Tabla 6. Nivel de riesgo identificado

INDICE DE LEVANTAMIENTO	Nivel de riesgo
0.69	Tolerable

Tabla 7. Datos Introducidos

Control significativo en destino	No
Peso del objeto manipulado	3 kg

Constante de peso, Límite de carga	23 kg
Origen (Distancia horizontal)	25 cm
Origen (Distancia Vertical)	125 cm
Destino (Distancia horizontal)	55 cm
Destino (Distancia Vertical)	130 cm
Desplazamiento vertical de carga	5 cm
Asimetría origen (grados)	0
Asimetría destino (grados)	0
Frecuencia	6 lev/min
Duración del trabajo	1 - 2 horas
Calidad de agarre	Regular

EL peso que logramos identificar es de 9,78 Kg por lo que nos encontramos con un riesgo tolerable, estos resultados se encuentran identificados sin la presencia de ninguna ayuda mecánica.

Continuando con el procedimiento ya descrito anteriormente podemos determinar los siguientes resultados en el sector de Colado Alta presión, en referente a la manipulación manual de cargas.

Para la realización del estudio contemplamos los siguientes datos:

- *El peso de la carga es de 9kg, debido a que cada bandeja soporta 3 tapas*
- *El desplazamiento vertical de carga en su máximo punto más crítico es de 50cm*
- *Podemos apreciar la presencia leve de giro del tronco*
- *La distancia recorrida de la carga es de 1,40 metros*
- *El operador realiza este movimiento 3 veces por cada máquina por lo que en cada colada realiza 21 levantamientos*
- *La actividad tiene una duración de tres cargas por minuto*
- *A lo largo del día el operador realiza esta actividad en 5 minutos por cada 21 minutos que demora la colada*
- *El agarre de la carga al ser una bandeja lo colocamos como medio*



Figura 5. Levantamiento realizado por el operador de Colado Alta Presión**Tabla 8.** Resultados de la aplicación de la metodología

	Constante De Peso (LC)	HM	VM	DM	AM	CM	FM	RWL
Origen	23	0.56	0.7	0.88	1	1	0.5	3.94
Destino	23	0.56	0.92	0.88	1	0	0.5	5.18

Tabla 9. Nivel de riesgo identificado

INDICE DE LEVANTAMIENTO	Nivel de riesgo
2.28	Importante

Tabla 10. Datos Introducidos

Control significativo en destino	No
Peso del objeto manipulado	9 kg
Constante de peso, Límite de carga	23 kg
Origen (Distancia horizontal)	45 cm
Origen (Distancia Vertical)	175 cm
Destino (Distancia horizontal)	45 cm
Destino (Distancia Vertical)	102 cm
Desplazamiento vertical de carga	73 cm
Asimetría origen (grados)	0
Asimetría destino (grados)	0
Frecuencia	6 lev/min
Duración del trabajo	1 - 2 horas
Calidad de agarre	Regular

EL peso aceptable que logramos identificar es de 3, 98 Kg por lo que nos encontramos con un riesgo importante, estos resultados se encuentran identificados sin la presencia de ninguna ayuda mecánica. Por lo que la tarea es crítica al realizarla a este nivel,

4. Discusión

POSTURAS FORZADAS

El nivel de riesgo por postura disminuye a riesgo medio, sin embargo, nos sigue indicando un nivel de intervención necesario.

Al evaluar un operario más pequeño existe un aumento de riesgo a nivel de cuello ya que requiere una mayor extensión de cuello para visualizar las piezas. Ninguna metodología permita cierto ángulo de extensión de cuello, existe riesgo de lesión a existir una extensión de cuello.

El nivel de riesgo en los brazos y ante brazos disminuye

El análisis de riesgo fue realizado tomando en cuenta la plataforma estática de 30 cm de alto, por lo que sin esta el nivel de riesgo será más alto.

USO DEL EXO ESQUELETO PARA REDUCIR POSTURAS FORZADAS

Un exoesqueleto es un sistema mecánico-textil portado por una persona para realizar ciertas tareas, a la que proporciona un suplemento de fuerza local en la espalda, hombros, codos, muñecas, etc. (RETOS)

La idea del uso de exoesqueletos es por que ofrecen asistencia física en actividades donde la carga física del trabajo es elevada, estos ayudan a la disminución de la tensión muscular.

Varios estudios sobre el uso de exoesqueletos no robotizados (Exosqueletos au travail: impact sur la santé et la sécurité des opérateurs état des connaissances, INRS, octubre 2018) avalan estas ventajas, cuantificando la reducción de los esfuerzos que realizan las personas trabajadoras, y de los que se han obtenido ciertas conclusiones, entre las que se encuentran:

- *Los destinados a elevar los miembros superiores disminuyen la percepción del esfuerzo sobre los hombros en más de un 50%.*
- *En tareas de manipulación en flexión/extensión del tronco reducen las fuerzas de compresión sobre las vértebras lumbares entre un 23 y 29%.*
- *Se ha observado un incremento significativo del tiempo durante el cual el personal de la sección de ensamblaje que mantiene el tronco flexionado hacia delante no refiere dolor o molestia.*

Sin embargo, realizamos la aplicación de los mismo en nuestra actividad de colado alta presión como se observa a continuación



Figura 6. Prueba de uso de exoesqueleto en operador evaluado

El exoesqueleto nos permitirá regular hasta una fuerza aplicable para la reducción de 3 kg a 7kg por lo que se nos aumenta una nueva variable que es la determinación del peso.

El paso de cada tapa colada es de 3Kg dado a que la máquina en su producción arroja una producción de 3 tapas por nivel esta tendría un total de peso por bandeja de 9kg.

Con los datos evaluados se volvió a realizar la evaluación donde se consta lo siguiente:

NIVEL DE RIESGO CON LA AYUDA DE UN EXOESQUELETO

TABLA C

Puntuación A	Puntuación B											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Actividad

+1: Una o más partes del cuerpo estáticas, por ej. aguantadas más de 1 min.
+1: Movimientos repetitivos, por ej. repetición superior a 4 veces/minuto.
+1: Cambios posturales importantes o posturas inestables.

Nivel de acción	Puntuación	Nivel de riesgo	Intervención y posterior análisis
0	1	Inapreciable	No necesario
1	2-3	Bajo	Puede ser necesario
2	4-7	Medio	Necesario
3	8-10	Alto	Necesario pronto
4	11-15	Muy alto	Actuación inmediata

Figura 7. Interpretación en REBA con la ayuda de un exoesqueleto

¿Dónde disminuye?

BRAZOS

Posición	Puntuación	Corrección
0°-20° flexión/extensión	1	Añadir
> 20° extensión	2	+ 1 si hay abducción o rotación
21°-45° flexión	3	+ 1 elevación del hombro
46°-90° flexión	4	- 1 si hay apoyo o postura a favor de la gravedad
> 90° flexión		

Figura 8. La metodología indica que se debe restar un punto al existir apoyo a favor de la gravedad

Este peso a una altura mayor a la del operador que en este caso esta evaluado es totalmente errónea, por lo que con la ayuda del exoesqueleto se logra ver que hay una reducción de este peso sin embargo se pone a consideración lo siguiente:

- El peso de la bandeja se reduce, pero el trabajador debe aplicar una fuerza adicional para poder bajar el exoesqueleto
- El exoesqueleto cuenta con un pistón adaptable por lo que el operador puede retirárselo en cualquier momento. Sin embargo, esto en términos de producción se evaluó que esta acción retarda los tiempos para el etiquetado y limpieza de la tapa por lo que se llegó a la conclusión de que los operadores no harán uso de esta ayuda.

En conclusión, el uso del exoesqueleto a pesar de que nos ayuda mecánicamente a reducir la postura y ayuda en el peso de la carga. Este representa un gasto innecesario ya que en el mundo la limitante de información sobre el uso de exoesqueletos es una interrogante aun planteada.

MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS

Podemos identificar que la tarea sin la ayuda de un exoesqueleto es crítica, esto es debido a la altura a la que el operador realiza el levantamiento, que a pesar de la plataforma seguiría siendo crítica, a pesar de la ayuda mecánica que esta tendría tendríamos que considerar también que realiza el levantamiento un tiempo considerable en su jornada laboral.

EVALUACIÓN DE MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS

Con los resultados obtenidos podemos determinar que no existe riesgo en referente a levantamiento manual de cargas en el sector de colado yeso, esto se debe a que el operador levanta una sola pieza en total 3 por cada matriz, al igual que el factor tiempo es más considerable debido al que al ser una tarea manual, requiere más tiempo de preparación de la colada.

5. Conclusiones

Posturas Forzadas

La oportunidad del crecimiento y desarrollo de la empresa es importante, por lo que la mejora de la producción de esta siempre debe ser contemplada por el departamento de seguridad y salud ocupacional.

Este estudio fomenta la mejora continua, las ideas propuestas no son las únicas que se pueden presentar, pero si pueden ser el inicio de la dirección a la que queremos llevar este estudio.

El principal objetivo de la empresa es cuidar a sus trabajadores y que los mismos siempre estén consientes de los riesgos a los que están expuestos en su jornada diaria.

Aunque ya pudimos identificar que el exoesqueleto nos corrige la postura y nos ayudaría a disminuir el impacto en el riesgo de levantamiento de cargas, este también involucra aumentar el tiempo entre las coladas debido a que los operadores deberán quitar el pistón adaptable para los otros dos niveles donde no hay riesgo. Por lo que en el momento de contemplar los tiempos de producción con los supervisores del sector de colado alta presión, se logró determinar que no se dispondrá del tiempo necesario, para el correcto uso del exoesqueleto.

Por otro lado, en las evaluaciones en referencia a la comodidad de uso, el exoesqueleto no se evalúa de forma completa en el sector. Hasta el momento se logró determinar que los operadores sienten incomodidad en el momento de ajustar el pistón.

Por lo tanto, el Exoesqueleto queda descartado por su incomodidad en ser ajustable y su incremento en los tiempos entre las coladas.

La propuesta del uso de un exoesqueleto para la reducir el impacto ergonómico puede servir como punto de partida para observar y definir el funcionamiento del mismo. No se descarta su uso, sin embargo, se recomienda darle seguimiento al mismo.

Levantamiento manual de Cargas

El levantamiento manual de cargas es más importante en el sector de Colado Alta Presión esto debido a que las bandejas representan un mayor peso para un destino muy limitado, a pesar de la evaluación y readecuación del puesto de trabajo, logramos identificar que el riesgo persiste.

El uso del exoesqueleto para reducir los pesos puede ser más aplicable en el sector de colado yeso debido a que adoptan una misma postura para el desmolde de las piezas, sin embargo según los estudios podemos observar que no existe riesgo significativo, por lo que dotar de este instrumento lo único que hará es ralentizar los tiempos de producción.

6. Recomendaciones

POSTURAS FORZADAS

Este estudio tuvo como punto de partida el impacto de los trastornos músculo esqueléticos en este caso posturas forzadas y manipulación manual de cargas, que presentan los operadores del sector colado alta presión y colado yeso.

Los principales hallazgos de este artículo fueron que los operadores de colado alta presión se encuentran en una situación crítica en cuanto a la manipulación manual de cargas. El factor postural que ejerce la MAP-TAPAS es perjudicial para cualquier operador, debido a que la altura a la que están saliendo las bandejas de tapas, es una altura que el trabajador ejerce un sobre esfuerzo considerable, por lo que sin el uso de la plataforma no se podría realizar la actividad, debido a que se volvería crítica.

Se recomienda la evaluación de la ubicación del puesto de trabajo, de tal manera que se brinde el espacio necesario para poder diseñar la plataforma y que esta funcione de tal manera para eliminar el riesgo.

Por otro lado, la oportunidad del uso del exoesqueleto se puede dejar como una ventana abierta a futuros estudios, pero debemos tomar en cuenta el factor tiempo y la disponibilidad de los operadores para poder retirar el pistón ajustable. Por lo que se puede probar su uso por una frecuencia de tiempo que consideremos apropiada.

Por el lado del sector de colado yeso podemos apreciar que la postura al momento del drenaje de producto es importante, por lo que se podría considerar un aspecto para la reducción del riesgo en esa actividad, y este es el utilizar a dos operadores para realizar esta actividad, debido a esto mejoraremos los tiempos de producción y no será tan riesgosa para un solo operador, o por el otro lado rotar el puesto de trabajo entre operadores para que el trabajo acumulado en todo el día se el mínimo.

Sin embargo, con todas las recomendaciones propuestas deberemos volver a evaluar el riesgo.

MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS

Como pudimos observar en ambos trabajos existe manipulación manual de cargas, en el caso de la actividad manual, es decir en el sector de colado Yeso no existe riesgo debido a que el peso de la carga es referente a una sola tapa.

En la actividad mecanizada si podemos ver que existe un riesgo no tolerable en cuanto al peso de las mismas, por lo que lo óptimo sería reducir el peso de la carga, pero esto a su vez dificultaría el diseño de la máquina, al igual que no se estaría aprovechando toda la producción de la misma.

El uso del exoesqueleto nos ayudaría a disminuir el peso de la carga, pero al igual que en el punto anterior se debería seguir buscando un mejor producto y con mayor tecnología que nos ayude para lo mismo, al igual el uso del mismo se puede dejar como punto de partida para futuras investigaciones en referente a este tema.

7. Referencias citadas

1. 4.0, P. Y. (s.f.). EXOESQUELETOS EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES . Obtenido de <http://www.prlcuatro-puntocero.es/>
2. Amendaño, S. E. (2021). Prevalencia de trastornos musculoesqueléticos por posturas forzadas en. Conecta Libertad, 1-12.
3. Carrera, D. X. (30 de 06 de 2021). Evaluación del riesgo ergonómico por posturas forzadas en fisioterapeutas. Obtenido de https://docs.bvsalud.org/biblioref/2021/10/1292873/cambios_20_vol_1_2021_art_10.pdf
4. Carrera, Vilaret A. Repositorio Digital Universidad Internacional Sek. [Online].; 2019 [cited 2019 10 12. Available from: <http://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/3568>.
5. Cuixart, S. N. (1998). Levantamiento manual de cargas. ecuación del NIOSH . Obtenido de https://www.insst.es/documents/94886/326962/ntp_477.pdf/ac6514ab-a43f-4fe4-bb93-ac1a65d9c19d
6. Galván Ruiz CJ, Prado P. Factores de riesgo ergonómico y lumbalgia en trabajadores de una empresa de plásticos. RIST. 2018 Sep; 1(2).
7. Luttmann A, Jager M, Griefahn B. Prevención de trastornos músculoesqueléticos en el lugar de trabajo. Ser Prot la salud los Trab [Internet]. 2004;(5):1–30. Available from: http://www.who.int/occupational_health/publications/musculosorders/es/
8. RETOS, P. Y. (s.f.). EXOESQUELETOS EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES . Obtenido de <http://www.prlcuatro-puntocero.es/>
9. Ruiz, L. E. (Febrero de 2020). POSTURAS FORZADAS Y TRASTORNOS MÚSCULO ESQUELÉTICOS EN .
10. TRABAJO, I. N. (2001). NTP 601: : Evaluación de las condiciones de trabajo: carga postural. Método REBA. Obtenido de https://www.insst.es/documents/94886/326775/ntp_601.pdf/2989c14f-2280-4eef-9cb7-f195366352ba
11. Trabajo, I. N. (2015). Posturas de trabajo: evaluación del riesgo. Madrid: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT).