

Facultad de Ciencias
Químicas e Ingeniería



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS E INGENIERÍA

**Propuesta de mejora en el área de Sellado Vx basada en
evaluación de riesgo ergonómico.**

DESARROLLO PROFESIONAL POR ETAPAS
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL

PRESENTA:

ALEJANDRA AYALA BOTELLO

ASESORA:

MARTHA ROSELIA CONTRERAS VALENZUELA

CUERNAVACA MORELOS

2021

Resumen

El presente estudio de tesis, plantea una propuesta de mejora en el área de Sellado Vx basada en la evaluación de riesgo ergonómico, que se ofrece como solución a los problemas ergonómicos, identificados durante el periodo 2018 y 2019 en un proceso de elaboración de soluciones y bolsas plásticas de una empresa farmacéutica. Durante el desarrollo del planteamiento del problema se encontró que, en el área de sellado, la cual cuenta con 150 trabajadores que se dedican a la elaboración de las bolsas, se generaron 205 días de incapacidad en el 2018 y 220 en 2019.

Los puestos desarrollados en el área se denominan como: mecánicos y operadoras, los primeros se encargan de abastecer las máquinas y darles mantenimiento, mientras que las operadoras revisan que las bolsas cumplan con las especificaciones de calidad.

Para la elaboración de este proyecto la empresa facilitó los resultados de las herramientas de evaluación simple de riesgo ergonómico, denominadas REBA y RULA. La herramienta RULA evalúa el riesgo en las extremidades superiores, mientras que la herramienta REBA evalúa las posturas de cuerpo completo que toman los trabajadores. Los resultados indicaron que los mecánicos son los trabajadores más expuestos a riesgos, esto debido a las posturas que tienen que tomar, ya que los rollos que manipulan llegan a superar los 100kg.

Para evaluar la tarea que conlleva mayor riesgo a los mecánicos, se diseñaron 3 formatos para estimación de riesgo de fuerzas aplicadas en cada una de las tareas, estos formatos están basados en la norma ISO 11228, en la herramienta RAPP (Risk Assessment for Pushing and Pulling) y en el método Mondelo (Mondelo P. 1998).

Al terminar el análisis de la evaluación de riesgo, se desarrolló una propuesta de mejora que consiste en: adaptar el rack para que el rollo repose sobre una superficie plana antes de ser movido e implementar un polipasto para que los trabajadores no tengan que cargar el rollo.

Agradecimientos

Primeramente, agradezco a mi familia por siempre confiar en mí, apoyarme a lograr mis metas día a día y por ser mi motivación para seguir adelante.

A mi asesora de tesis la Doctora Martha Contreras por compartir conmigo parte de su conocimiento ayudándome en la realización de este proyecto.

A mis profesores por haber formado a la persona en la que me he convertido, enseñándome tanto en sus clases como fuera de ellas poniendo el ejemplo.

Y para finalizar a mis compañeros de carrera por hacer más amena mi estancia en la universidad.

Contenido

Resumen	II
Agradecimientos	III
Capítulo 1 Introducción y planteamiento del problema.....	1
1.1 Antecedentes	1
1.1.1 Descripción del Área de Sellado	1
1.1.2 Descripción del proceso de operación y manipulación de carga.....	3
1.1.3 Recorrido de los mecánicos	4
1.1.4 Determinación del grupo de trabajadores con mayor riesgo	6
1.2 Planteamiento del problema	8
1.2.1 Costos de los riesgos disergonómicos	8
1.2.2 Resultados de las herramientas REBA y RULA	9
1.3 Justificación	10
1.4 Objetivo general.....	10
1.5 Objetivos específicos	11
1.6 Hipótesis	11
1.7 Alcances	11
1.8 Conclusión del capítulo.....	11
Capítulo 2 Marco teórico y estado del arte.....	13
2.1 Marco teórico	13
2.2 Estado del arte.....	28
2.3 Conclusión	39
Capítulo 3 Metodología	40
3.1 Introducción al capítulo	40
3.2 Metodología	40

3.3 Formatos para la evaluación de la manipulación manual	42
Capítulo 4.....	69
Resultados.....	69
4.1 introducción al capítulo	69
4.2 Resultados.....	69
4.3 Conclusión del capítulo.....	76
Capítulo 5 Propuesta de mejora.....	77
5.1 Introducción al capítulo	77
5.2 Propuesta de mejora.....	77
5.3 Resultados de la propuesta de mejora	80
Capítulo 6 Conclusiones y bibliografía	85
6.1 Conclusiones	85
6.2 Bibliografía.....	87
Figura 1.1 Layout del área de Sellado (Desarrollo propio)	2
Figura 1.2 Layout del área 1 de Sellado (Desarrollo propio)	3
Figura 1.3 Diagrama de espagueti de los mecánicos (Desarrollo propio)	5
Figura 1.4 Diagrama de flujo de las tareas realizadas por los mecánicos (Desarrollo propio).....	6
Figura 2.1 Formato para la evaluación del método RULA, desarrollado en el laboratorio de ergonomía de la UAEM	16
Figura 2.2 Formato para la evaluación del método REBA, desarrollado en el laboratorio de ergonomía de la UAEM	21
Figura 3.1 Plataforma elevadiza y rack (Desarrollo propio).....	40
Figura 3.2 Plataforma y carro transportador (Desarrollo propio)	41
Figura 3.3 Diagrama de espagueti de los mecánicos (Desarrollo propio)	42
Figura 3.4 Formato basado en el método Mondelo (Desarrollo propio)	43

Figura 3.5 Sección 1 del formato.....	44
Figura 3.6 Ejemplo de la imagen a evaluar	45
Figura 3.7 Manera correcta de marcar las fuerzas de W y P	46
Figura 3.8 Manera correcta de medir los brazos de giro	46
Figura 3.9 Manera correcta de medir el ángulo.....	47
Figura 3.10 Sección de momentos de giro.....	47
Figura 3.11 Sección del cálculo de fuerzas.....	48
Figura 3.12 Formato para la resolución de la ecuación NIOSH	51
Figura 3.13 Formato para la evaluación de transporte de rollos de tela (Desarrollo propio)	57
Figura 4.1 Manipulación manual del rack a la plataforma. Formato 1 (Desarrollo propio)	70
Figura 4.2 Evaluación de la manipulación manual del rack a la plataforma. Formato 2 (Desarrollo propio)	72
Figura 4.3 Resultados de la fuerza ejercida en el disco del trabajador para la manipulación manual de la plataforma al carro transportador (Desarrollo propio). 73	
Figura 4.4 Resultados de la ecuación NIOHS. Tarea 2 (Desarrollo propio)	74
Figura 4.5 Resultados para el transporte manual de rollos del rack a la máquina hidráulica (Desarrollo propio)	75
Figura 5.1 Rack con las puertas cerradas (Desarrollo propio)	78
Figura 5.2 Rack con polipasto (Desarrollo propio)	79
Figura 5.3 Postura al momento de utilizar el polipasto.....	79
Tabla 1.1 Materiales a manipular en el área de Sellado	4
Tabla 1.2 Costos de los riesgos disergonómicos	8
Tabla 1.3 Niveles de acción REBA.....	9
Tabla 1.4 Niveles de acción RULA.....	9
Tabla 1.5 Resultados de las operadoras	10
Tabla 1.6 Resultado de los mecánicos.....	10
Tabla 2.1 Procedimiento de llenado del formato RULA.....	16
Tabla 2.2 Procedimiento de llenado de la evaluación REBA	21

Tabla 3.1 Tabla de variables REFA.....	50
Tabla 3.2 Multiplicador de frecuencia.....	55
Tabla 3.3 Multiplicador de agarre.....	56
Tabla 3.4 Nivel de riesgo de la postura basada en la herramienta RAPP.....	59
Tabla 3.5 Fuerzas máximas permitidas por la norma iso 11228-2 para la fuerza inicial de empujar.	62
Tabla 3.6 Fuerzas máximas permitidas por la norma iso 11228-2 para la fuerza inicial de jalar.....	63
Tabla 3.7 Fuerzas máximas permitidas por la norma iso 11228-2 para la fuerza sostenida de empujar.....	65
Tabla 3.8 Fuerzas máximas permitidas por la norma iso 11228-2 para la fuerza sostenida de jalar.....	66
Tabla 3.9 Riesgo en base al tamaño del carro y el peso de la carga basada en la herramienta RAPP.	68
Tabla 4.1 Valores establecidos por el método REFA.....	71
Tabla 5.1 Comparación de resultados.....	84
Ecuación 3.1 Momento de giro para la fuerza W.....	47
Ecuación 3.2 Momento de giro para la fuerza P.....	47
Ecuación 3.3 Sumatoria de Fuerzas.....	48
Ecuación 3.4 Cálculo de fuerzas producidas por los músculos.....	48
Ecuación 3.5 Ecuación de equilibrio.....	48
Ecuación 3.6 Ecuación para calcular la fuerza de cizallamiento.....	48
Ecuación 3.7 Teorema de Pitágoras.....	49
Ecuación 3.8 Obtención de los kilogramos fuerza.....	49
Ecuación 3.9 Ecuación para distancia vertical mayor o igual a 25cm.....	52
Ecuación 3.10 Ecuación para distancia vertical menor a 25cm.....	52
Ecuación 3.11 Límite recomendado de peso (LPR).....	54
Ecuación 3.12 Multiplicador horizontal.....	54
Ecuación 3.13 Multiplicador vertical.....	54

Ecuación 3.14 Multiplicador de distancia	54
Ecuación 3.15 Multiplicador asimétrico	55
Ecuación 3.16 Índice de levantamiento	56
Ecuación 3.17 Evaluación de riesgo de la fuerza inicial ejercida	61
Ecuación 3.18 Ecuación para la evaluación de riesgo de la fuerza sostenida	64

Capítulo 1 Introducción y planteamiento del problema

1.1 Antecedentes

La empresa farmacéutica dedicada a la elaboración de productos médicos presenta altos costos de incapacidad debido a los riesgos disergonómicos (Oseda Gago, 2020), por este motivo la empresa organizó un concurso durante el periodo de Julio 2019-Enero 2020 denominado “Segunda ERGOCOPA”, proyecto de vinculación entre la empresa y la Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería. El proyecto consistió en identificar factores de riesgo disergonómico y hacer propuestas de mejora para su corrección y posible eliminación. Durante el desarrollo del proyecto se reclutaron 18 estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial, que conformaron 6 equipos de 3 integrantes cada uno, los cuales fueron asignados a las siguientes áreas de la empresa: Llenado, Extrusión, Sellado, Mezclas, Empaque y Twin Bag. A mi equipo, identificado con el número 3 se le asignó el área de Sellado. Cabe mencionar que este equipo gano el primer lugar en la ERGOCOPA.

1.1.1 Descripción del Área de Sellado

En el área de sellado se manufacturan las bolsas para los diferentes productos que ofrece la empresa. Esta área se divide por un pasillo en dos sub-áreas: el área 1 de Sellado y el área 2 de sellado (ver Figura 1.1).

- En el área 1 se manufacturan las bolsas que son distribuidas en México.
- En el área 2 se manufacturan las bolsas que se exportan a Estados Unidos.

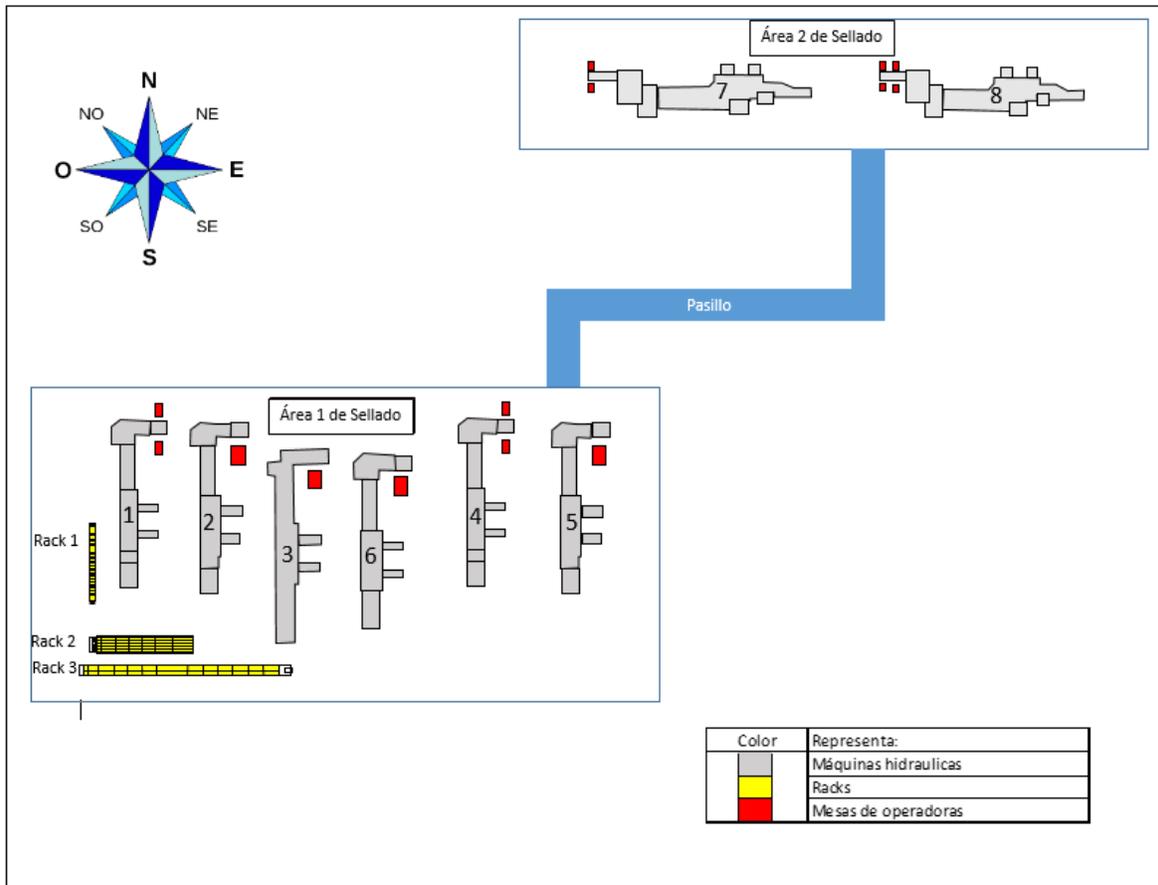


Figura 1.1 Layout del área de Sellado (Desarrollo propio)

Esta tesis se centra únicamente en el área 1 de Sellado, ya que en área 2, las herramientas y maquinas utilizadas hacen que la manipulación manual sea casi nula y el riesgo ergonómico bajo.

En la Figura 1.2 se observa que el área 1 se compone de 6 máquinas hidráulicas, 6 racks y 8 mesas.

Durante el proceso de fabricación las maquinas hidráulicas forman las bolsas a través de calor y están representadas en la Figura 1.2 con el color gris, los racks almacenan los rollos de tela con los que se abastecen las máquinas y están representados con color amarillo, mientras que de color rojo se representa a las mesas, donde las operadoras inspeccionan que las bolsas cumplan con la calidad requerida.

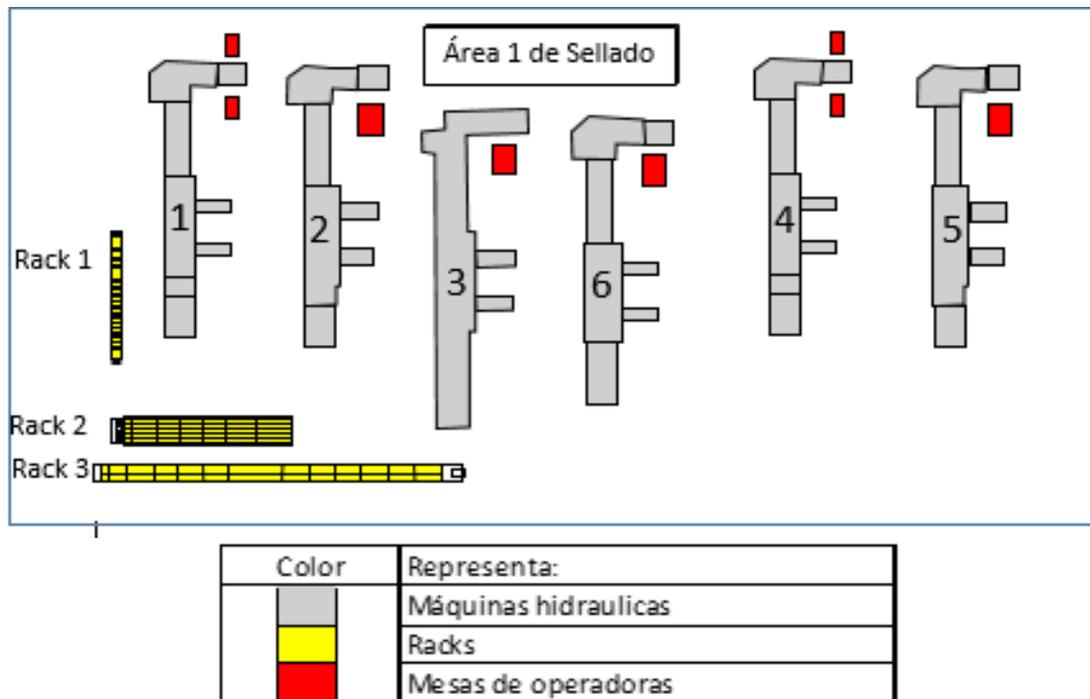


Figura 1.2 Layout del área 1 de Sellado (Desarrollo propio)

1.1.2 Descripción del proceso de operación y manipulación de carga

En el área de Sellado laboran 96 operadoras y 24 mecánicos. Las operadoras trabajan en mesas situadas al final de las maquinas hidráulicas, su tarea tiene la opción de posicionar a la trabajadora de pie o sentada y consiste en:

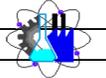
- Manipular paquetes de 40 bolsas (ver Tabla 1.1),
- Asegurar que las bolsas no tengan ningún tipo de materia extraña,
- Inspeccionar la bolsa para asegurarse que se cumpla con las especificaciones de calidad,
- Ensamblar a las bolsas el tapón plástico (donde se introduce la aguja).

Los mecánicos no tienen un puesto de trabajo fijo y se encargan de:

- Dar mantenimiento mecánico correctivo a las máquinas,
- Abastecer las maquinas con los rollos de tela,
- Transportan los rollos utilizando carros trasportadores.

En la Tabla 1.1 se observan cuatro columnas: la primera muestra la imagen del material a manipular por las operadoras y los mecánicos, la segunda identifica el peso de los materiales, la tercera y cuarta identifican las dimensiones en centímetros.

Tabla 1.1 Materiales a manipular en el área de Sellado (Desarrollo propio)

 FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS E INGENIERIA 			
PROGRAMAS EDUCATIVOS DE CALIDAD RECONOCIDOS POR CIEES Y CACEI			
Laboratorio de Ergonomía y Antropometría			
<small>UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS</small> ÁREA: Sellado		Duración de la tarea: 440 minutos	
Materiales	Peso (kg)	Largo (cm)	Ancho (cm)
 Twin Bag de 2500 ml para drene	0.4378kg por bolsa 17.512kg por 40 bolsas	28.8cm	21.5
 Rollo de Tela	105 kg	35cm	50cm
 Carrito con rollos de tela	70 kg sin rollos 385 kg con rollos	149.5 cm	49.5 cm

1.1.3 Recorrido de los mecánicos

Como se mencionó anteriormente, los mecánicos no cuentan con una estación de trabajo fija, esto se debe a que se encargan de abastecer las maquinas con los rollos de tela que contienen los racks.

En la Figura 1.2 se aprecia, a través de un diagrama de espagueti, el recorrido que hacen los mecánicos, este recorrido está representado en la imagen con el color verde. El diagrama presentado en la Figura 1.2 no está a escala, ni tiene cotas, simplemente es para representar de qué rack toma los rollos cada máquina, las distancias recorridas en metros y el peso de los rollos en kilogramos.

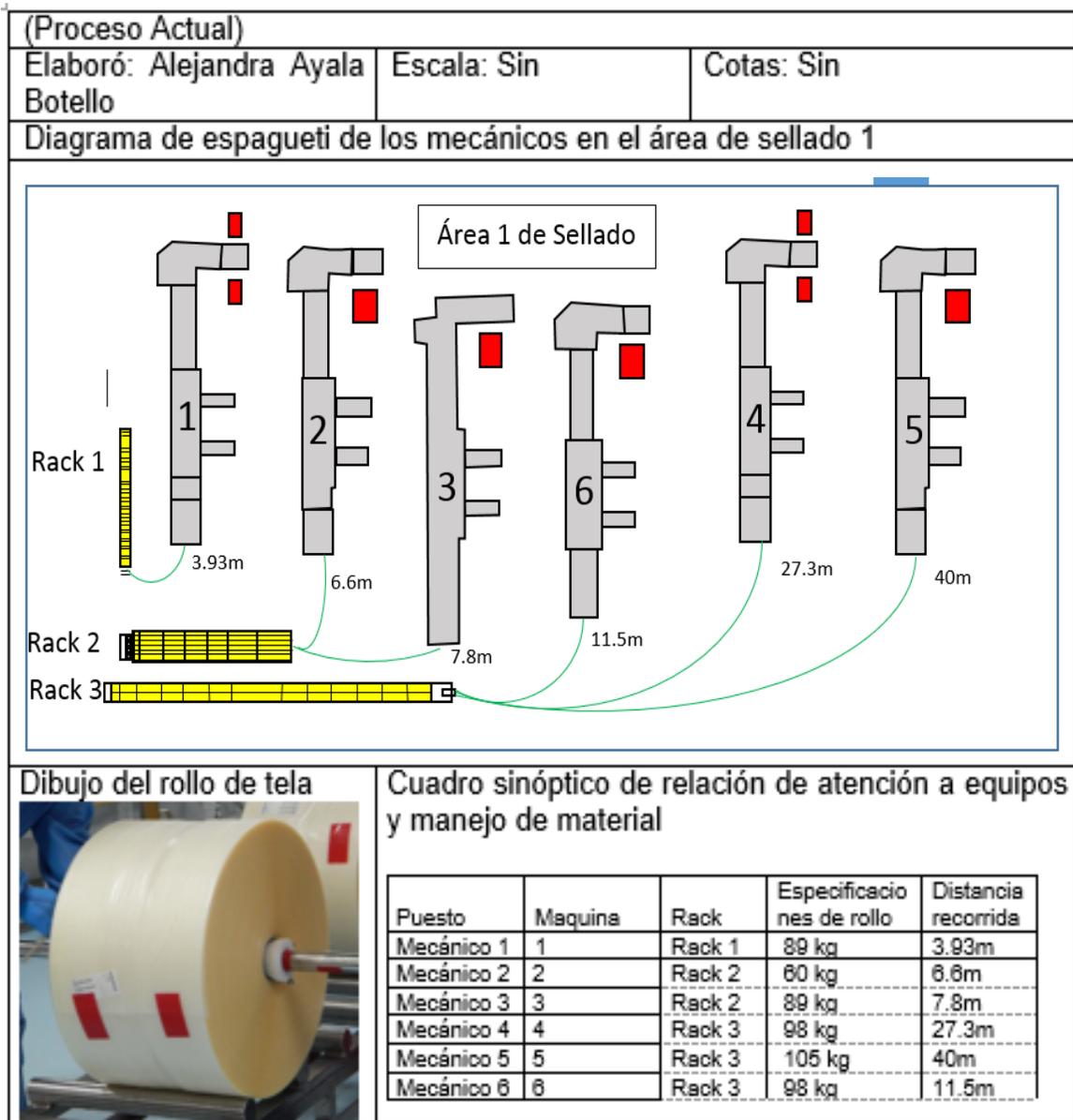


Figura 1.3 Diagrama de espagueti de los mecánicos (Desarrollo propio)

1.1.4 Determinación del grupo de trabajadores con mayor riesgo

Para identificar el grupo de trabajadores que presenta un mayor riesgo ergonómico, la empresa proporcionó resultados de evaluaciones REBA y RULA, con las cuales se determinó que el grupo trabajador más expuesto a los riesgos era el de los mecánicos. En el planteamiento del problema se realiza un comparativo de los resultados.

Al identificar a los mecánicos como los trabajadores más expuestos se procedió a dividir la actividad de manipulación manual y transporte de rollos en 5 tareas. En la Figura 1.4 se puede observar mediante un diagrama de flujo las 5 tareas en las que se dividió la actividad.

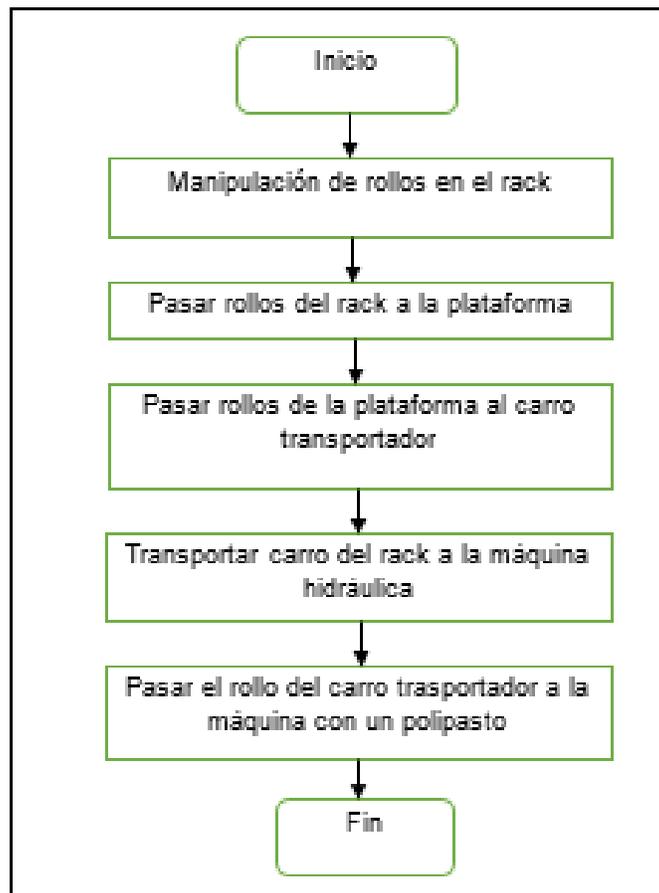


Figura 1.4 Diagrama de flujo de las tareas realizadas por los mecánicos (Desarrollo propio)

De las 5 tareas mencionadas anteriormente se seleccionaron únicamente las 3 siguientes: la manipulación manual del rack a la plataforma, la manipulación manual de la plataforma al carro transportador y el transportar el carro del rack a la máquina. Estas tareas se seleccionaron porque en ellas predomina la manipulación manual.

Las tareas eliminadas fueron la manipulación manual de los rollos en el rack y la colocación del rollo en la máquina, ya que cuentan con equipo que permite mantener posturas ergonómicas.

1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 Costos de los riesgos disergonómicos

La empresa gasta aproximadamente en promedio medio millón de pesos por año, considerados como costos por riesgos disergonómicos. En la Tabla 1.2 se exponen estos costos para los años 2018 y 2019.

Tabla 1.2 Costos de los riesgos disergonómicos (Desarrollo propio). El desarrollo de esta tabla cumple con la Manifestación del Impacto Regulatorio de la Norma Oficial NOM STPS 036-1:2018

Costos de los riesgos disergonómicos.			
De acuerdo con el Manifestación de Impacto Regulatorio		Norma Oficial NOM STPS 036-1:2018	
Concepto		Costos por día MXP	
Costo por día de terapia (sesión de Medicina física y rehabilitación)		\$	1,288.00
Costos estudios especializados (radiodiagnóstico, ultrasonografía, otros)		\$	811.00
Costo por día de incapacidad por causa laboral de trabajador de planta		\$	438.50
Pago proporcional trabajador prima IMSS por día		\$	185.94
Año:	2018	No. De casos:	24
Concepto	No. De días	Costo MXP	Los días se toman en cuenta antes y despues de la rehabilitación
Terapias	144	\$ 185,472.00	
Estudios especializados	28	\$ 45,416.00	
Incapacidades	205	\$ 128,010.20	
Costo interno	133	\$ 59,451.00	
Total		\$ 418,349.20	
Año:	2019	No. De casos:	26
Concepto	No. De días	Costo MXP	Los días se toman en cuenta antes y despues de la rehabilitación
Terapias	236	\$ 303,968.00	
Estudios especializados	52	\$ 84,344.00	
Incapacidades	220	\$ 137,376.80	
Costo interno	142	\$ 63,474.00	
Total		\$ 589,162.80	
Suma total por los dos años			\$1,007,512.00

Los valores presentados en la Tabla 1.2 fueron proporcionados por el área de salud ocupacional, a continuación, se muestra el costo que representa cada uno de ellos:

- Terapias: con un costo por día de \$1288 en relación con los salarios de los terapeutas que laboran en la empresa.
- Estudios especializados: con un costo por día de \$811 en relación con los proveedores de la empresa.

- Incapacidades: con un costo de \$438.50 por día el cuál es un promedio del salario de los trabajadores de la empresa.
- Costo interno: con un costo de \$185.94 por día la cual es la prima que se paga al IMSS por parte de la empresa.

Se puede observar que el costo por disergonomía superó el millón de pesos en tan solo 2 años.

1.2.2 Resultados de las herramientas REBA y RULA

Los niveles de acción que se deben de tomar al finalizar una evaluación de riesgo con las herramientas RULA y REBA, se muestran en las tablas 1.3 y 1.4. Mientras que los resultados REBA y RULA proporcionados por la empresa se muestran en las tablas 1.5 y 1.6.

Tabla 1.3 Niveles de acción REBA

Nivel de acción REBA	
1	Cambios no necesarios
2 a 3	Puede necesitar cambios
4 a 7	Cambios necesarios
8a 10	Cambios necesarios pronto
11 a 15	Cambios requeridos inmediatamente

Tabla 1.4 Niveles de acción RULA

Nivel de acción RULA	
1	Postura aceptable
2 a 3	Puede requerir cambios
4 a 7	Cambios son requeridos pronto
8a 10	Cambios son requeridos inmediatamente

Las Tablas 1.5 referente a operadoras y 1.6 referente a mecánicos.

Tabla 1.5 Resultados de las operadoras

Operadoras	REBA	RULA
Promedio	7	4

Tabla 1.6 Resultado de los mecánicos

Mecánicos	Reba	RULA
Promedio	12	7

En la Tabla 1.6 se observa un resultado con una puntuación de 12 para REBA y 7 para RULA ambas en color rojo, lo que indica que las tareas que desarrollan los mecánicos requieren un rediseño inmediato en las tareas que realizan, así que el desarrollo de esta tesis se basará únicamente en la evaluación de estas tareas.

La Tabla 1.5 indica que las tareas de las operadoras también tienen que ser rediseñadas, ya que el color amarillo significa que no están libres de riesgo. Sin embargo, no serán parte del alcance de la presente tesis.

1.3 Justificación

La presente tesis se justifica, ya que como se puede observar en el planteamiento del problema, los mecánicos están expuestos a un riesgo disergonómico alto, generándoles enfermedades de trabajo debido a las cargas que estos manipulan. Lo que implica que se debe de realizar un estudio de evaluación de riesgo ergonómico para saber cuál es la tarea de mayor riesgo.

1.4 Objetivo general

Identificar la tarea desarrollada por los mecánicos que conlleve un mayor riesgo ergonómico, mediante evaluaciones de manejo manual de cargas basadas en la

norma ISO 11228, la herramienta RAAP y el método Mondelo, para así desarrollar una propuesta de mejora que disminuya dicho riesgo.

1.5 Objetivos específicos

1. Diseñar un formato para la evaluar el riesgo de la tarea que involucra la manipulación manual de los rollos de tela, para calcular la resultante de la fuerza ejercida en el disco lumbar del trabajador, mediante el método Mondelo.
2. Diseñar un formato para la resolución de la ecuación NIOSH.
3. Diseñar un formato basado en la norma ISO 11228-2 y la herramienta RAPP, para evaluar el riesgo al transportar el carro con los rollos.
4. Detectar la tarea específica que genere un mayor riesgo para los trabajadores, tomando en consideración los resultados de los formatos anteriores.

1.6 Hipótesis

Mediante la evaluación de riesgo ergonómico, a través del uso de formatos basados en fuerzas, que determinan el riesgo en la tarea de la manipulación manual, se identificará la tarea que represente un mayor riesgo para los trabajadores mecánicos que permita presentar una propuesta de mejora.

1.7 Alcances

El alcance de esta tesis es únicamente la realización de los estudios de riesgo basados en la norma ISO 11228, la herramienta RAPP y el método Mondelo, para identificar la tarea de mayor riesgo ergonómico para los trabajadores mecánicos del área de Sellado Vx y así poder presentar una propuesta de mejora.

1.8 Conclusión del capítulo

El planteamiento del problema indica que los mecánicos son los más expuestos a riesgos ergonómicos, las cargas que manipulan llegan a superar los 100 kilogramos

y adoptan posturas forzadas que les pueden ocasionar enfermedades con el paso del tiempo, para disminuir este riesgo se deben de rediseñar las tareas que realizan.

Capítulo 2 Marco teórico y estado del arte.

2.1 Marco teórico

La ergonomía es el conjunto de conocimientos científicos aplicados para que el trabajo, los sistemas, productos y ambientes se adapten a las capacidades y limitaciones físicas y mentales de la persona (Asociación Internacional de Ergonomía). 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 (Asociación Española de Ergonomía).

La norma ISO 11228 fue elaborada por la Organización Internacional de Normalización con el objeto de uniformizar los criterios de análisis y prevención entre los países que están afiliados al organismo, donde las partes 1 y 2 especifican los límites recomendados para el levantamiento, descenso y transporte manual y para las tareas de empujar y jalar, respectivamente; siendo éstos los cinco movimientos fundamentales en el manejo manual de cargas. Incluyen los criterios usados en los métodos NIOSH y Snook & Ciriello, así como otros procedimientos desarrollados en la Unión Europea. (Norma ISO 112228).

La herramienta de evaluación de riesgo de empujar y jalar RAAP por sus siglas en inglés (Risk assessment of pushing and pulling) está diseñada para ayudar a evaluar los riesgos clave en las operaciones manuales de empuje y tracción que involucran el esfuerzo de todo el cuerpo, por ejemplo, mover carros cargados o jaulas rodantes, o arrastrar, deslizar o rodar cargas. (Health and Safety Executive. 2016).

La manipulación manual de cargas (MMC) es cualquier operación de transporte o sujeción de una carga en la que intervenga el esfuerzo humano de manera directa o indirecta, por parte de uno o varios trabajadores, como el levantamiento, la colocación, el empuje, la tracción o el desplazamiento: y que por sus características o condiciones inadecuadas puede constituir un riesgo que pueda afectar la salud (INSHT 1998 citado en Ruiz L. 2011).

Carga puede ser cualquier objeto susceptible de ser movido, incluyendo personas, animales y materiales que se manipulen por medio de grúa u otro medio de grúa u otro medio mecánico pero que requieran siempre del esfuerzo humano para moverlos o colocarlos en su posición definitiva (INSHT 1998 citado en Ruiz L. 2011).

Jalar es el esfuerzo físico humano donde la fuerza aplicada es al frente del cuerpo y en una dirección hacia el cuerpo, mientras éste se para o se mueve hacia atrás. (Norma ISO 11228-2)

Empujar es el esfuerzo físico humano donde la fuerza aplicada es dirigida hacia el frente y lejos del cuerpo del operador, mientras este se para o se mueve hacia adelante. (Norma ISO 11228-2)

Riesgo es la correlación de la peligrosidad de uno o varios factores y la exposición de los trabajadores con la posibilidad de causar efectos adversos para su vida, integridad física o salud, o dañar el centro de trabajo. (NOM-036-1-STPS-2018).

Los factores de riesgo ergonómico son aquellos que pueden conllevar esfuerzo físico, movimientos repetitivos o posturas forzadas en el trabajo desarrollado, con la consecuente fatiga, errores, accidentes y enfermedades de trabajo, derivado del diseño de las instalaciones, maquinaria, equipo, herramientas o puesto de trabajo. (NOM-036-1-STPS-2018).

Trastorno músculo-esquelético laboral es aquellas lesiones y enfermedades del sistema osteomuscular y del tejido conjuntivo causadas por la exposición laboral a factores de riesgo ergonómico. (NOM-036-1-STPS-2018).

El manejo manual de cargas es la actividad que desarrolla uno o varios trabajadores para levantar, bajar, empujar, jalar, transportar y/o estibar materiales, empleando su fuerza física utilizando o no equipo auxiliar. Se considera como carga aquella con una masa mayor o igual a 3kg. (NOM-036-1-STPS-2018).

Método de NIOSH

El National Institute of Safety and Health (NIOSH) de los Estados Unidos de América creó un comité de expertos para revisar la metodología sobre la manipulación manual de cargas y levantamiento de pesos. Éste comité desarrolló la NIOSH Work Practices Guide for Manual Lifting (1981) a partir de la revisión y estudio de diversas investigaciones en levantamientos manuales.

El método NIOSH ha sido desarrollado con el fin de prevenir lesiones para un grupo de población formado por hombres y mujeres, y por esto es uno de los más restrictivos de todos los existentes. (Mondelo P. 1998)

RULA (Método para la Investigación de Desórdenes Traumático Acumulativos en Extremidades Superiores).

Este método (Figura 2.1) fue desarrollado para investigar los factores de riesgo asociados con los desórdenes en las extremidades superiores. RULA usa diagramas de posturas del cuerpo y tablas de puntajes para evaluar la exposición a los factores de riesgo conocidos como factores de carga externa como son el número de movimientos, trabajo muscular estático, fuerza, posturas de trabajo determinadas por equipos y muebles y el tiempo de trabajo sin descanso. (McAtamney, 1993 citado en De la Vega E. 2005).

Evaluación Rápida de Extremidad Superior (RULA)

Fecha: _____		Tarea: _____	
Código: _____		Evaluador: _____	

Puntuaciones de Postura del Brazo Superior				IZQ	DER
Consideraciones Adicionales: 1. Tronco flexado 2. Brazos apretados 3. Tronco y brazos apretados					

Puntuaciones de Postura del Brazo Inferior				IZQ	DER
Consideraciones Adicionales: 1. El trabajo cruzando la línea central del cuerpo o hacia los lados					

Puntuaciones de Postura de la Muñeca				IZQ	DER
Consideraciones Adicionales: 1. Si la muñeca se tora hacia afuera de la línea central					

Puntuaciones de Postura con Rotación de Muñeca				IZQ	DER
1. Mejoramiento en posición de salud (rango medio de rotación) 2. Sin rotación, alejándose de posición de salud (en o casi en el extremo del rango de rotación)					

Puntuaciones de Postura del Cuello				IZQ	DER
Consideraciones Adicionales: 1. Si doblado hacia el lado					

Puntuaciones de Postura del Torso				IZQ	DER
Consideraciones Adicionales: 1. Si en rotación 2. Si doblado hacia el lado					

Puntuaciones de Postura de Piernas				IZQ	DER
1. Bien apoyado y equilibrado 2. NO existe buen apoyo o balance distribuido					

TABLA DE PUNTO USO MUSCULAR	
Punto	Descripción
0	- uso de músculos no es crítico
1	- postura mayormente estática (mantenidas por más de 1 minuto) - uso repetitivo (acción es repetida más de 4 veces por minuto)

TABLA DE PUNTO FUERZA	
Punto	Descripción
0	- fuerzas a 4.4 (20% kg) y mantenidas instantáneamente
1	- fuerzas de 4.4 a 22 (20-10% kg) y mantenidas instantáneamente
2	- fuerzas de 4.4 a 22 (20-10% kg) y mantenidas estáticamente - fuerzas de 4.4 a 22 (20-10% kg) y repetitivas - fuerzas a 22 (10% kg) y mantenidas instantáneamente
3	- fuerzas a 22 (10% kg) y mantenidas estáticamente - fuerzas a 22 (10% kg) y repetitivas - fuerzas con repetición acumulada

IZQ	DER	+	IZQ	DER	+	IZQ	DER	=	IZQ	DER
PUNTO A			MUSCULO			FUERZA			PUNTO C	

NOTAS

IZQ	DER	+	IZQ	DER	=	IZQ	DER
PUNTO B			MUSCULO			FUERZA	

Puntuación Total	0-1: Puntuación es aceptable si no se mantiene o repite por largos períodos. 2-3: 1-2: Investigación es necesaria, y puede repetirse antes. 4-5: Investigación urgente con medidas preventivas. 6-7: Investigación urgente con medidas preventivas.
-------------------------	--

Figura 2.1 Formato para la evaluación del método RULA, desarrollado en el laboratorio de ergonomía de la UAEM

En la Tabla 2.1 se puede observar la manera correcta de llenar el formato RULA

Tabla 2.1 Procedimiento de llenado del formato RULA (Desarrollo propio)

La evaluación RULA se divide en 2 secciones donde la primera toma en cuenta:

- Postura del brazo superior
- Postura del brazo inferior
- Postura de la muñeca
- Postura con rotación de muñeca

En esta sección la evaluación se divide en 2: la parte izquierda y la parte derecha como evaluaciones separadas.

IZQ	DER
2	2
IZQ	DER

La segunda sección toma en cuenta

- Postura del cuello
- Postura del torso
- Postura de las piernas

1. Llenar los datos de tarea a la cual se le realizará la evaluación, así como el nombre de la persona que la está realizando.

2. Después de eso podemos proceder a la evaluación.

Para eso se deben de medir los ángulos de los trabajadores y hacer una comparación con los ángulos de las imágenes presentadas.



Después de hacer la comparación se debe de seleccionar cuál de los números es el que corresponde a la tarea que se está evaluando.

Al seleccionar el numero podemos pasar a la parte de consideraciones adicionales, estas se sumaran al número seleccionado anteriormente.

Ejemplo:



En la imagen anterior se puede observar que los ángulos que concuerdan con la tarea en el brazo izquierdo son los de que están establecidos con el número 3, también en consideraciones adicionales está marcado que el

trabajador realiza la tarea con el hombro izquierdo levantado (+1) y alejado (+1) lo que da un total de 5 puntos en esta sección (únicamente para el brazo izquierdo ya que se evalúan por separado cada uno de los brazos).

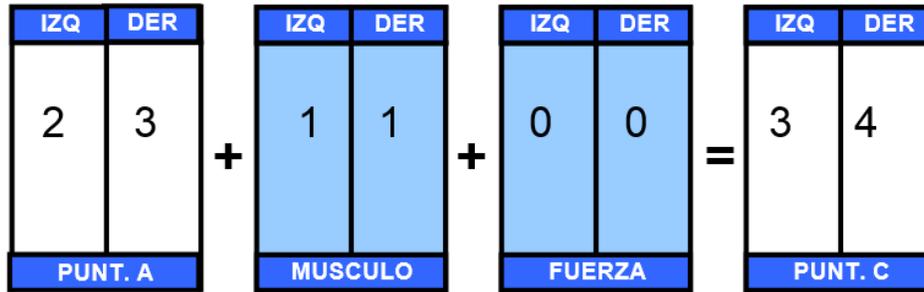
3. Una vez evaluadas todas las preguntas se procede a hacer la intersección en la siguiente tabla para ver el valor correspondiente.

Brazo	Antebrazo	Muñeca							
		1		2		3		4	
		Giro de Muñeca		Giro de Muñeca		Giro de Muñeca		Giro de Muñeca	
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3	2	3	3	3	3	3	4	4
2	1	2	3	3	3	3	4	4	4
	2	3	3	3	3	3	4	4	4
	3	3	4	4	4	4	4	5	5
3	1	3	3	4	4	4	4	5	5
	2	3	4	4	4	4	4	5	5
	3	4	4	4	4	4	5	5	5
4	1	4	4	4	4	4	5	5	5
	2	4	4	4	4	4	5	5	5
	3	4	4	4	5	5	5	6	6
5	1	5	5	5	5	5	6	6	7
	2	5	6	6	6	6	7	7	7
	3	6	6	6	7	7	7	7	8
6	1	7	7	7	7	7	8	8	9
	2	8	8	8	8	8	9	9	9
	3	9	9	9	9	9	9	9	9

4. RULA nos presenta dos tablas a considerar

TABLA DE PUNT. USO MUSCULAR	
Punt.	Descripción
0	• cualquier uso muscular no descrito abajo
1	• posturas mayormente estáticas (mantenidas por más de 1 minuto) • uso repetitivo (acción es repetida más de 4 veces por minuto)
TABLA DE PUNT. FUERZA	
Punt.	Descripción
0	• pesos/fuerzas \leq 4.4 lbs (2 kg) y mantenidas intermitentemente
1	• peso/fuerzas de 4.4 a 22 lbs (2-10 kg) y mantenidas intermitentemente
2	• pesos/fuerzas de 4.4 a 22 lbs (2-10 kg) y mantenidas estáticamente • pesos/fuerzas de 4.4 a 22 lbs (2-10 kg) y repetitivas • pesos/fuerzas \geq 22 lbs (10 kg) y mantenidas intermitentemente
3	• pesos/fuerzas \geq 22 lbs (10 kg) y mantenidas estáticamente • pesos/fuerzas \geq 22 lbs (10 kg) y repetitivas • impacto/fuerza con rápida acumulación

Se tiene que ver cuál de las puntuaciones corresponde con la tarea que está evaluando y el puntaje se le suma directamente al resultado de las evaluaciones anteriores para obtener la puntuación C.



5. Recopilamos los datos de la siguiente sección.

Puntuaciones de Postura del Cuello						
0° - 10°	10° - 20°	> 20°	en extensión	Consideraciones Adicionales		2
				+ 1 si en torsión	+ 1 si doblado hacia el lado	
Puntuaciones de Postura del Torso						
0°	0° - 20°	20° - 60°	> 60°	Consideraciones Adicionales		1
				+ 1 si en torsión	+ 1 si doblado hacia el lado	
Puntuaciones de Postura de Piernas						
	1	Bien apoyado y equilibrado		2	NO existe buen apoyo o balance distribuido	1

6. Y los intercalamos en la tabla.

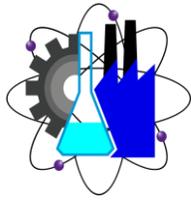
	Tronco											
	1		2		3		4		5		6	
	Piernas		Piernas		Piernas		Piernas		Piernas		Piernas	
Cuello	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	3	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7
2	2	3	2	3	4	5	5	5	6	7	7	7
3	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7
4	5	5	5	6	6	7	7	7	7	7	8	8
5	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8
6	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9

REBA

Es de los métodos más actuales y está indicado para la evaluación de riesgo de lesiones musculo esqueléticas relacionadas con las posturas por sobreesfuerzo impredecibles, adoptadas durante el desarrollo de una tarea Figura 2.2.

REBA es el acrónimo de Rapid Entire Body Assessment (Valoración Rápida del Cuerpo Completo).

El método REBA, permite el análisis conjunto de las posiciones adoptadas por los miembros superiores del cuerpo, del tronco, cuello y de las piernas, además define otros factores que considera determinantes para la valoración final de la postura como carga o fuerza determinada (Morales A. 2013)



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS

GRUPO A: Análisis de cuello, piernas y tronco.																																																																																																																																																																																																			
CUELLO																																																																																																																																																																																																			
Movimiento	Puntuación	Corrección																																																																																																																																																																																																	
0-20° flexión	1	Añadir +1 si hay torsión o inclinación lateral																																																																																																																																																																																																	
>20° flexión	2																																																																																																																																																																																																		
PIERNAS																																																																																																																																																																																																			
Movimiento	Puntuación	Corrección																																																																																																																																																																																																	
Soporte bilateral sentado o sentado	1	Añadir +1 si hay flexión de rodillas																																																																																																																																																																																																	
Soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable.	2	Añadir +2 si las rodillas están flexionadas más de 60°																																																																																																																																																																																																	
TRONCO																																																																																																																																																																																																			
Movimiento	Puntuación	Corrección																																																																																																																																																																																																	
Soporte bilateral sentado o sentado	1	Añadir +1 si hay torsión o inclinación lateral																																																																																																																																																																																																	
Soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable.	2																																																																																																																																																																																																		
Resultado tabla a																																																																																																																																																																																																			
CARGA/FUERZA																																																																																																																																																																																																			
	0	1	2																																																																																																																																																																																																
<5 kg	0 a 10	>10 kg	Restauración rápida o brusca																																																																																																																																																																																																
Añadir +1 si la fuerza se aplica de manera rápida o brusca																																																																																																																																																																																																			
Puntuación A																																																																																																																																																																																																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">TABLA A</th> <th colspan="2">TABLA B</th> </tr> <tr> <th colspan="2">TRONCO</th> <th colspan="2">Brazo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PIERNAS</td> <td>1 2 3 4 5</td> <td>Muñeca</td> <td>1 2 3 4 5</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>5 1 2 3 4</td> <td>Antebrazo</td> <td>1 2 3 4 5</td> </tr> <tr> <td></td> <td>2 2 3 4 5 6</td> <td></td> <td>1 1 1 3 4 6</td> </tr> <tr> <td></td> <td>3 3 4 5 6 7</td> <td></td> <td>2 2 2 4 5 7</td> </tr> <tr> <td></td> <td>4 4 5 6 7 8</td> <td></td> <td>3 3 3 5 6 8</td> </tr> <tr> <td></td> <td>5 5 6 7 8 9</td> <td></td> <td>4 4 4 6 7 9</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2 2 4 5 6 7</td> <td></td> <td>1 1 2 4 5 7</td> </tr> <tr> <td></td> <td>3 3 5 6 7 8</td> <td></td> <td>2 2 3 5 6 8</td> </tr> <tr> <td></td> <td>4 4 6 7 8 9</td> <td></td> <td>3 3 4 6 7 9</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>2 3 4 5 6 7</td> <td></td> <td>1 1 4 5 7 9</td> </tr> <tr> <td></td> <td>3 3 5 6 7 8</td> <td></td> <td>2 2 3 5 6 8</td> </tr> <tr> <td></td> <td>4 4 6 7 8 9</td> <td></td> <td>3 3 4 6 7 9</td> </tr> </tbody> </table>				TABLA A		TABLA B		TRONCO		Brazo		PIERNAS	1 2 3 4 5	Muñeca	1 2 3 4 5	1	5 1 2 3 4	Antebrazo	1 2 3 4 5		2 2 3 4 5 6		1 1 1 3 4 6		3 3 4 5 6 7		2 2 2 4 5 7		4 4 5 6 7 8		3 3 3 5 6 8		5 5 6 7 8 9		4 4 4 6 7 9	2	2 2 4 5 6 7		1 1 2 4 5 7		3 3 5 6 7 8		2 2 3 5 6 8		4 4 6 7 8 9		3 3 4 6 7 9	3	2 3 4 5 6 7		1 1 4 5 7 9		3 3 5 6 7 8		2 2 3 5 6 8		4 4 6 7 8 9		3 3 4 6 7 9																																																																																																																																								
TABLA A		TABLA B																																																																																																																																																																																																	
TRONCO		Brazo																																																																																																																																																																																																	
PIERNAS	1 2 3 4 5	Muñeca	1 2 3 4 5																																																																																																																																																																																																
1	5 1 2 3 4	Antebrazo	1 2 3 4 5																																																																																																																																																																																																
	2 2 3 4 5 6		1 1 1 3 4 6																																																																																																																																																																																																
	3 3 4 5 6 7		2 2 2 4 5 7																																																																																																																																																																																																
	4 4 5 6 7 8		3 3 3 5 6 8																																																																																																																																																																																																
	5 5 6 7 8 9		4 4 4 6 7 9																																																																																																																																																																																																
2	2 2 4 5 6 7		1 1 2 4 5 7																																																																																																																																																																																																
	3 3 5 6 7 8		2 2 3 5 6 8																																																																																																																																																																																																
	4 4 6 7 8 9		3 3 4 6 7 9																																																																																																																																																																																																
3	2 3 4 5 6 7		1 1 4 5 7 9																																																																																																																																																																																																
	3 3 5 6 7 8		2 2 3 5 6 8																																																																																																																																																																																																
	4 4 6 7 8 9		3 3 4 6 7 9																																																																																																																																																																																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="12">TABLA C</th> </tr> <tr> <th colspan="12">Puntuación B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>4</td><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td></tr> <tr><td>2</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>6</td><td>7</td><td>7</td><td>8</td></tr> <tr><td>3</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>4</td><td>7</td><td>7</td><td>8</td><td>8</td><td>9</td></tr> <tr><td>4</td><td>3</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>8</td><td>9</td><td>9</td></tr> <tr><td>5</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>9</td><td>9</td><td>9</td></tr> <tr><td>6</td><td>5</td><td>6</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>10</td><td>10</td><td>10</td></tr> <tr><td>7</td><td>7</td><td>7</td><td>8</td><td>8</td><td>9</td><td>9</td><td>10</td><td>10</td><td>11</td><td>11</td><td>11</td></tr> <tr><td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>10</td><td>10</td><td>10</td><td>10</td><td>11</td><td>11</td></tr> <tr><td>9</td><td>9</td><td>9</td><td>9</td><td>10</td><td>10</td><td>10</td><td>11</td><td>11</td><td>11</td><td>12</td><td>12</td></tr> <tr><td>10</td><td>10</td><td>10</td><td>10</td><td>11</td><td>11</td><td>11</td><td>11</td><td>12</td><td>12</td><td>12</td><td>12</td></tr> <tr><td>11</td><td>11</td><td>11</td><td>11</td><td>11</td><td>12</td><td>12</td><td>12</td><td>12</td><td>12</td><td>13</td><td>13</td></tr> <tr><td>12</td><td>12</td><td>12</td><td>12</td><td>12</td><td>12</td><td>12</td><td>12</td><td>12</td><td>12</td><td>13</td><td>13</td></tr> <tr><td>13</td><td>13</td><td>13</td><td>13</td><td>13</td><td>13</td><td>13</td><td>13</td><td>13</td><td>13</td><td>13</td><td>13</td></tr> </tbody> </table>				TABLA C												Puntuación B												1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	1	2	3	4	5	4	5	4	3	2	2	1	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8	3	2	3	3	4	5	4	7	7	8	8	9	4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	5	4	4	4	5	6	7	8	9	9	9	9	6	5	6	6	7	8	8	9	10	10	10	10	7	7	7	8	8	9	9	10	10	11	11	11	8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	13	13	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
TABLA C																																																																																																																																																																																																			
Puntuación B																																																																																																																																																																																																			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																																																																																																																																																																																								
1	2	1	2	3	4	5	4	5	4	3	2																																																																																																																																																																																								
2	1	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8																																																																																																																																																																																								
3	2	3	3	4	5	4	7	7	8	8	9																																																																																																																																																																																								
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9																																																																																																																																																																																								
5	4	4	4	5	6	7	8	9	9	9	9																																																																																																																																																																																								
6	5	6	6	7	8	8	9	10	10	10	10																																																																																																																																																																																								
7	7	7	8	8	9	9	10	10	11	11	11																																																																																																																																																																																								
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11																																																																																																																																																																																								
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12																																																																																																																																																																																								
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12																																																																																																																																																																																								
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	13	13																																																																																																																																																																																								
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	13	13																																																																																																																																																																																								
13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13																																																																																																																																																																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">TIPO DE AGARRE</th> </tr> <tr> <th>0. Bueno</th> <th>1. Regular</th> <th>2. Malo</th> <th>3. Aceptable</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>El agarre es bueno y la fuerza de agarre de rango medio.</td> <td>El agarre con la mano es aceptable pero no es ideal o el agarre es aceptable utilizando otras partes del cuerpo.</td> <td>Agarre posible pero no aceptable.</td> <td>El agarre es torpe e inseguro, no es posible el agarre manual o el agarre es inaceptable utilizando otras partes del cuerpo.</td> </tr> </tbody> </table>				TIPO DE AGARRE				0. Bueno	1. Regular	2. Malo	3. Aceptable	El agarre es bueno y la fuerza de agarre de rango medio.	El agarre con la mano es aceptable pero no es ideal o el agarre es aceptable utilizando otras partes del cuerpo.	Agarre posible pero no aceptable.	El agarre es torpe e inseguro, no es posible el agarre manual o el agarre es inaceptable utilizando otras partes del cuerpo.																																																																																																																																																																																				
TIPO DE AGARRE																																																																																																																																																																																																			
0. Bueno	1. Regular	2. Malo	3. Aceptable																																																																																																																																																																																																
El agarre es bueno y la fuerza de agarre de rango medio.	El agarre con la mano es aceptable pero no es ideal o el agarre es aceptable utilizando otras partes del cuerpo.	Agarre posible pero no aceptable.	El agarre es torpe e inseguro, no es posible el agarre manual o el agarre es inaceptable utilizando otras partes del cuerpo.																																																																																																																																																																																																
<table border="1"> <tr> <td>Fecha de evaluación</td> <td>Empresa</td> </tr> <tr> <td>Operario</td> <td>Máquina</td> </tr> <tr> <td>Departamento</td> <td>Operación</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Turno</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Departamento</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Evaluador</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Nota</td> </tr> </table>				Fecha de evaluación	Empresa	Operario	Máquina	Departamento	Operación		Turno		Departamento		Evaluador	Nota																																																																																																																																																																																			
Fecha de evaluación	Empresa																																																																																																																																																																																																		
Operario	Máquina																																																																																																																																																																																																		
Departamento	Operación																																																																																																																																																																																																		
	Turno																																																																																																																																																																																																		
	Departamento																																																																																																																																																																																																		
	Evaluador																																																																																																																																																																																																		
Nota																																																																																																																																																																																																			
<table border="1"> <tr> <td>Puntuación Final</td> <td>Puntuación Final</td> </tr> <tr> <td>Lado izquierdo</td> <td>Lado derecho</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Nivel de acción</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>2 a 3</td> </tr> <tr> <td>4 a 7</td> <td>Puede ser necesario</td> </tr> <tr> <td>8 a 9</td> <td>Necesario</td> </tr> <tr> <td>10 a 15</td> <td>Si 10. Necesario pronto</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Si 15. Restauración inmediata</td> </tr> </table>				Puntuación Final	Puntuación Final	Lado izquierdo	Lado derecho	Nivel de acción		5	2 a 3	4 a 7	Puede ser necesario	8 a 9	Necesario	10 a 15	Si 10. Necesario pronto		Si 15. Restauración inmediata																																																																																																																																																																																
Puntuación Final	Puntuación Final																																																																																																																																																																																																		
Lado izquierdo	Lado derecho																																																																																																																																																																																																		
Nivel de acción																																																																																																																																																																																																			
5	2 a 3																																																																																																																																																																																																		
4 a 7	Puede ser necesario																																																																																																																																																																																																		
8 a 9	Necesario																																																																																																																																																																																																		
10 a 15	Si 10. Necesario pronto																																																																																																																																																																																																		
	Si 15. Restauración inmediata																																																																																																																																																																																																		
<p>Añadir +1 si una o más partes del cuerpo permanecen estáticas, por ejemplo, aguantar más de 2 minutos. Añadir +1 si hay movimientos repetitivos, por ejemplo. Repetición superior a 4 veces/minuto (después de comer). Añadir +1 si se producen cambios posturales importantes o posturas inestables.</p>																																																																																																																																																																																																			

Figura 2.2 Formato para la evaluación del método REBA, desarrollado en el laboratorio de ergonomía de la UAEM

En la tabla 2.2 podemos observar la manera correcta de llenar el formato REBA.

Tabla 2.2 Procedimiento de llenado de la evaluación REBA

Procedimiento de llenado de la evaluación REBA

La evaluación REBA cuenta con dos grupos: Grupo A y Grupo B; y tres tablas: Tabla A, Tabla B y Tabla C (estas tablas están proporcionadas por el formato). Este estudio divide la parte derecha y la izquierda del cuerpo.

1. Llenar los datos de la actividad a la cual se le hará la evaluación así como el nombre de la persona que está haciendo la evaluación.

El grupo A consta del análisis del cuello, las piernas y el tronco. Para ello se deben de leer las instrucciones ya planteadas en el formato y hacer una medición del operador cuando esté realizando la tarea.

2. Evaluación del cuello.

Ejemplo:

En la siguiente imagen podemos observar que la persona que se está evaluando al momento de realizar su tarea tiene una flexión en el cuello mayor a 20° y que también hace una torsión o inclinación lateral, por lo tanto da como resultado el número 3.

CUELLO			
Movimiento	Puntuación	Corrección	Imagen
0-20° flexión	1	Añadir +1 si hay torsión o inclinación latera	3
> 20° flexión	2		

3. Evaluación de las piernas

PIERNAS			
Movimiento	Puntuación	Corrección	
Soporte bilateral andando o sentado	1	Añadir +1 si hay flexión de rodillas entre 30° y 60°	2
Soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable.	2	Añadir +2 si las rodillas están flexionadas más de 60°	

4. Evaluación del tronco

TRONCO			
Movimiento	Puntuación	Corrección	
Erguido	1	Añadir +1 si hay torsión o inclinación latera l	4
0°-20° flexión	2		
0°-20° extensión			
20°-60° flexión	3		
>20° extensión			
>60° flexión	4		

5. Obtener el resultado de la evaluación al grupo A mediante la tabla A.

Ejemplo:

Después de obtener los resultados vamos a la tabla A y nos ubicamos en el resultado del cuello (representado con el color amarillo) que fue un 3, después en esa misma sección del cuello tomamos el número 2 referente a piernas (representado con el color azul) estos dos resultados van relacionados y se sitúan del lado izquierdo de la tabla, en la parte superior derecha encontramos los resultados referentes al tronco (representado con el color verde). Al tener ubicados los resultados debemos de hacer una relación cuello-piernas con el tronco y ver cuál fue el número correspondiente dependiendo de la ubicación en la tabla.

PIERNAS			TRONCO				
			1	2	3	4	5
1	1	1	2	2	3	4	
	2	2	3	4	5	6	
	3	3	4	5	6	7	
	4	4	5	6	7	8	
2	1	1	3	4	5	6	
	2	2	4	5	6	7	
	3	3	5	6	7	8	
	4	4	6	7	8	9	
3	1	3	4	5	6	7	
	2	2	3	5	6	8	
	3	5	6	7	8	9	
	4	6	7	8	9	9	

6. Después de obtener el resultado de la tabla A (en este caso fue un 6), se debe de considerar el peso de lo que se está manipulando y sumarlo al resultado que nos arrojó la tabla A.

CARGA/FUERZA			
0	1	2	1
<5 kg	5 a 10	>10 kg	Instauración rápida o brusca
Añadir +1 si la fuerza se aplica de manera rápida o brusca			

Puntuación A	8	8
---------------------	---	---

El resultado final de la puntuación A sería 8.

El grupo B se encarga del análisis de los antebrazos, las muñecas y los brazos.

7. Evaluación de antebrazos

ANTEBRAZOS		
Movimiento	Puntuación	
2 60° a 100° flexión	1	
2 <60° >100° flexión	2	

8. Evaluación de muñecas

MUÑECAS			
Movimiento	Puntuación	Corrección	
1 0° a 15° flexión/extensión	1	Añadir +1 si hay torsión o desviación	
1 >15° flexión/extensión	2		

9. Evaluación de brazos

BRAZOS				
	Posición	Puntuación	Corrección	
5	0° a 20° flexión/extensión	1	Añadir +1 si hay abducción o rotación. +1 si hay elevación del hombro. -1 si hay apoyo o postura a favor de la gravedad	
5	>20° extensión	2		
	20° a 45° flexión	3		
	>90° flexión	4		

10. Estos resultados los debemos de ubicar en la tabla B.

TABLA B							
Muñeca		Brazo					
		1	2	3	4	5	
Antebrazo	1	1	1	1	3	4	6
		2	2	2	4	5	7
		3	2	3	5	5	8
	2	1	1	2	4	5	7
		2	2	3	5	6	8
		3	3	4	5	7	8

11. Después de obtener el resultado de la tabla B (en este caso 7) se debe de considerar el tipo de agarre y hacer una suma con el resultado de la tabla

TIPO DE AGARRE				
	0-Bueno	1-Regular	2- Malo	3- Aceptable
2	El agarre es bueno y la fuerza de agarre de rango medio.	El agarre con la mano es aceptable pero no es ideal o el agarre es aceptable utilizando otras partes del cuerpo.	Agarre posible pero no aceptable.	El agarre es torpe e inseguro, no es posible el agarre manual o el agarre es inaceptable utilizando otras partes del cuerpo.
2				

B.

9	9	Puntuación B
---	---	--------------

12. Ahora que contamos con la puntuación A y B pasamos a la tabla C.

En esta tabla se hace una relación ubicando la puntuación A (8) y la puntuación B (9). Obteniendo como resultado un 10.

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

13. Al resultado obtenido en la tabla C se le deben de considerar las siguientes correcciones:

Añadir +1 si una o más partes del cuerpo permanecen estáticas, por ejemplo, aguantar más de 1 minuto.

Añadir +1 si hay movimientos repetitivos, por ejemplo. Repetición superior a 4 veces/ minuto (excluyendo caminar), Añadir +1 si se producen cambios posturales importantes o posturas inestables

14. Por último se debe de ver cuál es el nivel de acción necesario de acuerdo a la puntuación obtenida.

15.	Puntuación final				Puntuación final					
	Lado izquierdo				Lado derecho					
	11				11					
	Nivel de acción									
	1	No necesario			2 a 3	Puede ser necesario				
	4 a 7	Necesario			8a 10	Necesario pronto				
	11 a 1	Actuación inmediata								

2.2 Estado del arte

El estado del arte es una modalidad de la investigación documental que permite el estudio del conocimiento acumulado (escrito en textos) dentro de un área específica. Sus orígenes se remontan a los años ochenta, época en la que se utilizaba como herramienta para compilar y sistematizar información especialmente el área de ciencias sociales, sin embargo, en la medida en que estos estudios se realizaron con el fin de hacer balances sobre las tendencias de investigación y como punto de partida para la toma de decisiones, el estado del arte se posicionó como una modalidad de investigación de la investigación. Hoy en día se considera que en general, el estado del arte puede abordarse desde tres perspectivas fundamentales. Sea cual fuere el abordaje del estado del arte, se considera que su realización implica el desarrollo de una metodología resumida en tres grandes pasos: contextualización, clasificación y categorización; los cuales son complementados por una fase adicional que permita asociar al estado del arte de manera estructural, es decir, hacer el análisis (sinónimo de investigación). De esta manera se observa que la realización de estados del arte permite la circulación de la información, genera una demanda de conocimiento y establece comparaciones con otros conocimientos paralelos a este, ofreciendo diferentes posibilidades de comprensión del problema tratado; pues brinda más de una alternativa de estudio. (Molina M., 2015).

Norma ISO 11228

En la elaboración de fundas plásticas en una industria ubicada en Quito, se han presentado varios casos de enfermedades osteomusculares que pueden tener origen en el ámbito laboral. Por esto se realizó una evaluación ergonómica en el proceso de elaboración de fundas tipo camiseta, que es el más representativo de la empresa evaluada, con el fin encontrar una relación causal entre el nivel de exposición a manejo manual de cargas, movimientos repetitivos de miembros superiores y posturas, forzadas utilizando metodología específica y validada que permita proponer medidas correctivas; se aplicó un análisis inicial rápido mediante la metodología expuesta en la norma ISO 12295:2014 encontrando que existen

situaciones críticas que deben ser rediseñadas de manera urgente especialmente en el manejo manual de cargas, posteriormente se realizó la evaluación específica utilizando la ecuación NIOSH para el manejo manual de cargas, Check List OCRA para movimientos repetitivos de miembros superiores, REBA para posturas forzadas e ISO 11228-2 para empuje y tracción de cargas, demostrando que el nivel de exposición a riesgos con probables efectos musculoesqueléticos es alto y que deben plantearse medidas correctivas urgentes desde la planificación de procesos productivos hasta la implementación de nueva tecnología para evitar lesiones en la población expuesta. El análisis confirma que las áreas donde la manipulación de carga es mayor presenta riesgos con alto potencial dañino para los trabajadores, derivado sobre todo del peso levantado que supera la masa referencial, la excesiva distancia vertical con la que se sostienen las cargas y la duración de la tarea (Orlando E. 2014).

En la actualidad hay aproximadamente 30,000 empleados en Hermosillo en la Industria automotriz, los cuales se enfrentan diariamente a riesgos ergonómicos de todo tipo. Las incapacidades van desde los 3, hasta los 268 días. El propósito de este proyecto, es realizar un diagnóstico ergonómico basado en la norma ISO 11228-1 y en la norma oficial de ergonomía NOM-036-1-STPS-2018. Se evaluaron en total 5 plantas en sus áreas productivas y de logística en donde se encontraron operaciones de manejo manual de cargas. El principal común denominador que se presentó, fue que en algunas tareas se manipulaban cargas de más de 25kg y las llevaban por distancias mayores a 15 metros aumentando también la postura tomada por los trabajadores ya que algunas de las tareas realizan la manipulación manual al nivel del suelo o por encima de los hombros (Vázquez D. 2019).

En Chile una empresa realizó un estudio ergonómico, el objetivo de este estudio fue determinar experimentalmente ecuaciones que permitan evaluar el nivel de riesgo de las tareas de empuje y arrastre utilizando una transpaleta mecánica en una empresa del sector industrial nacional, y comparar estos resultados con el modelo propuesto en la Guía Técnica MINTRAB. Ocupando el protocolo descrito en la Norma ISO 11228-2, se realizaron 90 pruebas experimentales de medición de

fuerza con un dinamómetro. Los resultados indicaron que el mayor riesgo que presentan los trabajadores es debido al peso de las cargas ya que llegan a transportar más de 700kg (Pinto R. 2012).

Las actividades laborales en la empresa JJ Construcciones, no siempre se realizan en condiciones óptimas en cuanto a la seguridad y salud de los trabajadores, el tipo de actividades que realizan los trabajadores de la empresa JJ Construcciones durante su jornada laboral obliga a que sean desarrolladas de forma manual, esto conlleva a que los trabajadores tengan que realizar movimientos repetitivos, adopten posturas forzadas y tengan que manipular cargas manualmente, todo esto induce a la aparición de riesgos ergonómicos en los trabajadores, lo cual conlleva a costos directos e indirectos por ausentismo laboral, mismos que representan un importante punto de atención que debe ser estudiado. A través del levantamiento de información en campo se identifica que los trabajadores están expuestos a pantallas de visualización de datos (PVD), manipulación manual de cargas, posturas forzadas, y movimiento repetitivo. A través de la aplicación de la norma ISO/TR 12295:2014 se determina la metodología aplicable para cada factor de riesgo. Las metodologías aplicadas fueron el método ROSA, la norma ISO 11228-1, la norma ISO 11228-3 OCRA, y el método REBA. Donde se concluyó que las actividades que presentan un mayor riesgo son debido a los movimientos repetitivos. (Chingo N. 2021).

El presente estudio identifica la prevalencia de sintomatología musculoesquelética en el puesto de paletizado manual en haciendas de banano del cantón El Guabo, el diseño de esta investigación es de tipo descriptivo y de corte transversal. La población total es de 30 paletizadores, entre los 22 a 38 años. Se utilizó el cuestionario estandarizado nórdico y se aplicó la Norma ISO 11228-1. Los resultados indican que el 80% de la población manifiesta percepción de dolor o molestia en la espalda inferior, el 51% manifestó dolor o molestia en las muñecas, el 43% manifestó molestias en el cuello, el 37% manifiesta molestias en los hombros; y, el 31% manifiesta dolencias en los codos. Mediante la aplicación de la ISO 11228-1 se evaluaron las condiciones del puesto de trabajo y se pudo determinar una

condición crítica debido a que la distancia vertical es mayor a 175 cm al momento de levantar la carga. Se recomienda rediseñar el puesto de trabajo principalmente y adicionalmente implementar programas de entrenamiento para mejorar el levantamiento y tipo de agarre, así como establecer pausas durante la tarea (Díaz J. 2019).

En la empresa “CARROCERIAS JACOME se realizó un estudio ergonómico en el puesto de trabajo de preparación de materiales a través de la metodología estipulada por la Guía G-INSHT, y la norma ISO 11228-1, 11228-2, 11228-3, se enfoca en la manipulación manual de cargas para identificar los principales riesgos ergonómicos existentes al momento de la preparación de materiales para la construcción de un autobús. Por medio de la metodología de la Normativa ISO 11228 se desarrolla la aplicación del software EvalCARGAS que tiene como objetivo el precautelarse la integridad de los trabajadores a través del resultado que éste genera. Se determina, que del total de trabajadores del área de preparación de materiales el 28,57% tiene una valoración de riesgo altamente peligroso por lo tanto la empresa debe realizar controles adecuados a los factores de riesgo encontrados. Se destaca que el ambiente laboral dentro de la empresa tiene un 81,09% de desempeño máximo, esto indica que “Las malas posturas ergonómicas no inciden en el desempeño laboral en el área de preparación de materiales de la empresa “CARROCERIAS JÁCOME” de la ciudad de Ambato”. (Martínez A. 2018).

En Colombia se observó que los trabajadores de diferentes empresas están sometidos a sobreesfuerzos y a posturas inadecuadas durante el desempeño de sus labores. La incidencia de algunas enfermedades entre ellas los trastornos músculo-esqueléticos, ha ido incrementándose año con año, llegando a un cifra de 101, 645 casos en el año 2000. Y para Chile el 41% de la población mayor a 17 años presentó trastornos musculoesqueléticos, siendo mayor en mujeres de 45 a 65 años en el año 2003. En este estudio se requiere realizar una prueba piloto en 10 integrantes de la Instalación citada, que se llevará a cabo en los primeros días dentro del tiempo establecido para la aplicación del cuestionario ERGOPAR, el cual determina riesgos ergonómicos, con la finalidad de identificar si son claras las

preguntas y las respuestas manejadas en cada ítem, así como las palabras empleadas en ellas. Los resultados obtenidos fueron que las actividades laborales más representativas como se esperaba, son las funciones administrativas (62%) y de almacén (24%), las cuales se realizan por un tiempo mínimo de 4 horas con cargas superiores a los 25 kg. (Martínez R. 2018).

En el área de moldeados de la empresa Eternit Ecuatoriana los trabajadores contaban con problemas de lumbalgias debido a la exposición de la manipulación manual de cargas donde diariamente se manipulaban cargas superiores a los 23kg. La empresa Eternit Ecuatoriana tiene como actividad económica la fabricación de placas de fibrocemento, las cuales se utilizan en diversos ámbitos de la construcción. En su elaboración se realizan actividades que implican la tracción, levantamiento y desplazamiento de cargas, las cuales constituyen un riesgo laboral capaz de provocar lesiones agudas como Lumbalgias y lesiones crónicas como hernias discales. De acuerdo a la evaluación de riesgo ergonómico realizada en Septiembre del 2011 por el investigador, utilizando la Guía técnica para evaluar MMC del Instituto de seguridad e higiene del trabajo de España se concluye que el riesgo por manipular cargas en el área de moldeado es No tolerable. Otro factor que influye para que este riesgo sea No tolerable es debido a las condiciones del transporte de la carga, especialmente la altura desde donde se debe transportar la carga, ya que la misma puede ser muy alta (por encima de los hombros) o muy baja (desde el nivel del suelo) (Almeida G. 2012).

Ecuación NIOSH

Este proyecto se va a centrar en el estudio del almacén situado en Valladolid, en el Almacén de Recambios Pérez, S.A, se recibe mercancía de los distintos proveedores y se coloca manualmente y pieza a pieza en estanterías en su ubicación correspondiente. Así mismo, en la evaluación de riesgos del puesto de almacenero se ha determinado la existencia de un riesgo de sobreesfuerzo por manipulación manual de cargas. El puesto de trabajo con un mayor riesgo ergonómico aparente es el de la persona encargada de realizar el picking a las tiendas del grupo, debido a que es el que más tiempo dentro de su jornada laboral

pasa realizando manipulaciones manuales de cargas. Este proyecto se va a basar en un análisis del riesgo derivado de esta manipulación mediante la aplicación del método NIOSH. De esta manera, determinamos que la operación de levantar este embrague a esta altura genera un riesgo elevado, debido al peso de las cargas que superan los 20 kg en relación con la repetitividad de la tarea (Combarros A. 2013).

La presente investigación será desarrollada en la Constructora Arq. Concept, la misma que es encargada del levantamiento de planos y construcciones a nivel nacional y sobretodo en el personal encargado de soldadura y albañilería, mediante la aplicación de la ecuación de NIOSH se busca establecer las posibles causas de aparición de trastornos en columna lumbar en los trabajadores de construcción, especialmente en las tareas de soldadura y albañilería, del total de trabajadores que realizan manipulación manual de cargas que superan los 25kg, lo que indica que superan el límite de peso recomendado para cada uno de los trabajadores. (Reinoso M. 2013)

El presente trabajo tiene como objetivo analizar la relación del nivel de riesgo ergonómico con los trastornos músculo esqueléticos, en los estibadores de la empresa de transporte pesado TRANSERPET; Por lo cual se utilizó la ecuación de NIOSH para establecer el nivel de riesgo ergonómico en los estibadores y se complementó con el análisis basado en los datos del cuestionario NORDICO. La población fue distribuida en función al rango de edad, la jornada laboral y el nivel de riesgo al que se encuentran sometidos los trabajadores, se observó, que los estibadores realizan la manipulación de la carga en el embarque y desembarque, que no superan los 25 kg, en su mayoría presentan molestias en el cuello, que indica que por los materiales que deben cargar; así también las malas posturas en las que realizan sus labores, y por el cansancio, debido que la mayoría están sometidos a una jornada laboral de 8 a 9 horas de trabajo, el 100% de los estibadores están expuestos a un nivel de riesgo en el momento de realizar el transporte de objetos de un lugar a otro y que según la ecuación de Niosh el 71% se encuentran en un nivel de riesgo moderado y el 29% a un nivel de riesgo acusado; lo cual aumenta el riesgo de lesiones en el transcurso de la jornada laboral. (Yáñez J. 2019)

El presente estudio tiene como objetivo estimar la magnitud del riesgo de los trabajadores encargados de los hornos en una fundición (forma parte de la sección de fusión y colada) asociado a la manipulación manual de cargas a lo largo de la jornada laboral, para poder determinar la evolución de las condiciones de trabajo y proponer un plan de medidas preventivas en caso necesario. Dicha valoración se hizo mediante el índice compuesto obtenido con la ecuación NIOSH. El operario se ve obligado a cargar y manipular sacos de 25 Kg (generalmente, unas 20 unidades), los resultados mostraron que las tareas realizadas en dicho puesto se consideraban inaceptables desde el punto de vista ergonómico, por lo que se propusieron diversas medidas correctoras. Las principales medidas correctoras se basan en la eliminación o reducción de la manipulación manual realizada actualmente por el trabajador. (Hernández A. 2015)

En el negocio del ensamble de motos en Sudamérica la mayoría de sus tareas está relacionada al ensamble de piezas de manera manual tomando en consideración que la mayoría posee procesos no automatizados, el levantamiento de cargas es una de las causas de problemas musculo esqueléticos más comunes específicamente de lumbalgias, el presente estudio toma como herramienta de trabajo la Ecuación NIOSH para actividades con multitareas, identificando los factores relacionados a esta ecuación para finalmente obtener el Índice de levantamiento y en base al resultado obtenido proponer medidas que converjan en la obtención de un mejor ambiente de trabajo. Dentro del estudio realizado se observa que el puesto de trabajo que levanta el motor es considerado por este método como un riesgo inaceptable dado que esta parte en cualquier modelo de los ensamblados en esta planta no es menor a 25 kg, mientras los otros puestos de trabajo que tenían una carga real menor a 13 Kg no mostraban un riesgo inaceptable. El presente estudio no considera factores de riesgo como el movimiento repetitivo, posturas forzadas, vibraciones generadas por las pistolas neumáticas (Sánchez P. 2016)

REBA

El presente trabajo es un estudio de corte transversal dirigido a aplicar un método para cuantificar los riesgos posturales en una industria metalmeccánica y establecer los valores básicos en los puestos de trabajo que pudieran relacionarse en el futuro con desórdenes músculo esqueléticos de estos trabajadores. La valoración de la carga postural y riesgo músculo esquelético por puesto de trabajo se ejecutó mediante la aplicación del método REBA (Rápida Evaluación de Cuerpo Entero), la información recabada sobre la evaluación de los segmentos corporales, brazo, antebrazo, muñeca, cuello, tronco y pierna reportó para el personal técnico y obrero un alto y muy alto riesgo de lesiones músculo esqueléticas respectivamente. La clasificación de la puntuación REBA total por segmentos corporales en trabajadores de la empresa metalmeccánica de acuerdo con los resultados de la puntuación REBA comparados con la puntuación más alta permitió determinar que existe diferencia estadísticamente significativa. Esta Investigación demuestra que la adopción de posturas inadecuadas en el puesto de trabajo conlleva a un alto riesgo de desórdenes músculo esqueléticos como resultado de exposición a estrés físico durante periodos prolongados durante la jornada laboral; aproximadamente un 90,7%, con levantamiento manual de cargas lo cual condiciona la generación de un riesgo no tolerable para la ejecución de la tarea. (Montiel M. 2006)

La presente investigación tuvo por objetivo Determinar el efecto de la aplicación del método Rapid Entire Body Assessment (REBA) en la productividad de la línea de esparrago verde fresco de la Empresa CORINOR S.A.C. La metodología fue cuantitativa, descriptiva transversal. La muestra fue probabilística, participando 98 empleados. Respecto a la aplicación del método REBA se desarrolló para las diferentes actividades, encontrando que un 51% requería un nivel alto de intervención, 8% muy alto nivel de intervención, 22% nivel medio y 18% nivel bajo. Se aplicaron las medidas correctivas y como resultado el nivel alto disminuyó a 19% (32% de decremento), el nivel medio fue 55%, y el nivel muy alto 6%. La

productividad de esparrago verde fresco después de la aplicación del método REBA fue de 91%, es decir hubo un incremento del 19%. (Flores M. 2019)

El presente trabajo de investigación, estudia la Aplicación del Método Reba para la Identificación del Trastornos Musculoesqueléticos en los Conductores de Volquete de la Empresa Multisectorial de Ayash. S.A., se dedica a dar servicio de alquiler de maquinaria pesada como son los volquetes, en Compañía Minera Antamina. En los últimos años en la empresa Multisectorial de Ayash el personal viene reportando malestares relacionados con trastornos musculoesquelético específicamente dolores de espalda, a consecuencia de que el trabajo de conducción en mina comúnmente se encuentra asociado a un factor de riesgo que es precisamente la excesiva carga postural, siendo necesario la evaluación de la carga postural o carga estática. El estudio se basó en la observación detallada de las posturas que adoptan en la ejecución de tareas los conductores de volquete, durante una jornada diaria, con el fin de estimar el nivel de riesgo por parte específica del cuerpo (cuello, brazos, antebrazos, muñecas, tronco, piernas) y hasta un trastorno musculoesquelético. La aplicación del método REBA permitió Identificar que los niveles de exposición de los conductores y los factores de riesgo más representativos que llevan a identificar los trastornos musculoesqueléticos son la repetición, postura, fuerza y vibración en menor proporción. Lo resultados evidencian que los conductores presentan trastornos en la espalda (dolencias y molestias leves en la parte inferior de la espalda), como resultado los niveles de exposición varían desde un nivel bajo a medio (Julca A. 2019).

La presente investigación tuvo como objetivo determinar el Nivel de riesgo postural según el método REBA en alumnos de odontología de quinto año de la clínica de la UCSM, se trabajó con una muestra de 46 alumnos que cumplían con los criterios de inclusión y exclusión posteriormente expuestos. La técnica que se utilizo fue la de observación mediante el cual se empleó el método Rapid Entire Body Assessment (REBA) y la herramienta RULER la cual mide las angulaciones sobre fotografías, lo que permitió evaluar las posturas y establecer el nivel de riesgo postural. Aplicando el método REBA los resultados reportaron que de los 46

alumnos el 82,4 % poseen un nivel de riesgo medio, por lo tanto, es necesaria la actuación y recomendación de programas preventivos; así mismo se encontró que un 13% presenta un nivel riesgo alto; finalmente solo un 4,4% presento un nivel de riesgo bajo. (Rosas A. 2018)

RULA

En el presente trabajo se desarrolla la evaluación de riesgo ergonómico mediante el método RULA (Rapid Upper Limb Assessment) a FERTISA una empresa dedicada a la importación y comercialización de fertilizantes, se analiza la línea de ensacado ya que esta presentan mayor número de problemas tipo musculo esquelético, en este proceso participan 5 personas cuyos puestos serán evaluados, con el método antes mencionado se evalúa y cuantifica mediante ángulos formados entre extremidades y torso los riesgos que pueden causar trastornos en los miembros superiores e inferiores del cuerpo. De los puestos estudiados 4 presentan en el desarrollo de sus actividades un riesgo inminente a mediano y largo plazo para la salud del trabajador (Reyes M. 2017).

El presente trabajo es realizado en la empresa X de la ciudad de Valladolid, en una empresa de automoción es común el desempeño de tareas repetitivas así como la adopción de posturas forzadas para realizar una determinada actividad y, en ocasiones, la manipulación manual de cargas. Se estudiará profusamente un Grupo Autónomo de Producción (GAP) de la empresa, que corresponde al grupo de Soldadoras. Respecto a la evaluación de posturas forzadas y movimientos repetitivos se seguirá el método RULA (Rapid Upper Limb Assessment), ya que es el sistema que mejor se adapta para identificar riesgos asociados a TME en las extremidades superiores. Todos los puestos de trabajo del GAP han sido evaluados mediante el método RULA englobados dentro del riesgo 2 acciones que necesitan un ajuste para disminuir el riesgo hasta el nivel de acción 1 y complementándose con el método del INSHT para la manipulación manual de cargas, los trabajadores del GAP de soldadoras están sometidos a estrés postural, tanto por movimientos repetitivos, como por posturas forzadas y manipulación manual de cargas (Rodríguez S. 2013)

El presente artículo presenta la evaluación de riesgos ergonómicos en las áreas de estibación y monitoreo de panel central, de la empresa industrias Guapán, utilizando los métodos RULA (Evaluación rápida de las extremidades superiores) y OCRA (Acción de trabajo repetitivo), aplicados a un puesto de trabajo, pretendiendo analizar las tareas del cargo de estibador del cemento para la evaluación de las posturas que asume el trabajador durante la ejecución de la tarea. Se logra determinar que: aplicando el método RULA se pudo observar que el mayor riesgo se encuentra a nivel de antebrazo, muñeca, tronco y cuello, también que es necesaria la adquisición de una estructura de soporte para elevar la portátil a la altura adecuada del trabajador para evitar la flexión del cuello; y, que mediante el método OCRA se pudo observar que existe un riesgo elevado por sobrecarga mecánica de las extremidades superiores por lo que se recomienda acciones correctivas inmediatas (Flores M. 2018)

El análisis realizado referente a la exposición al riesgo por levantamiento manual de cargas en condiciones de alta variabilidad, tuvo como finalidad aportar nuevos conocimientos en el ámbito de la ergonomía laboral, la epidemiología, la organización del trabajo y la prevención de riesgos laborales, avanzando en las técnicas de análisis de la exigencia física del trabajo, específicamente debido al levantamiento manual de cargas, que motive la mejora de la eficacia en las estrategias de mejora de condiciones de trabajo y optimización de los sistemas productivos; este análisis lo hacen mediante el método de evaluación NIOSH. Este método lo refieren como el más señalado por los profesionales como la metodología que utilizan para evaluar este tipo de riesgo. El levantamiento manual de cargas es un requerimiento de trabajo muy frecuente en Europa y su exposición puede originar importantes daños a la salud, comportando un gran coste socio-económico. En esta investigación, mediante la valoración de expertos y delegados de prevención, se caracterizan las exposiciones a levantamientos manuales de cargas más presentes en las empresas y las prácticas comunes para su evaluación. Se analiza la validez, las limitaciones y la aplicabilidad de los modelos matemáticos actuales para evaluar la exposición al riesgo que comporta ante condiciones de levantamiento de alta

variabilidad. Se propone un nuevo modelo matemático para analizar la exposición al riesgo, el índice de levantamiento variable, y se plantean y analizan diferentes estrategias de aplicación basadas en la reducción de la dimensión de los atributos que la caracterizan, defendiendo los indicadores que permiten valorar las estrategias de aplicación del modelo más adecuadas. (Álvarez E. 2012 citado en Sánchez A 2019)

2.3 Conclusión

La presente tesis es similar a las demás, ya que en ella se evalúa el riesgo ergonómico en los trabajadores, tomando en cuenta las posturas, el tamaño de las cargas, los movimientos repetitivos y las distancias a las que se lleva a cabo la manipulación manual.

Esta tesis se diferencia de las demás, ya que es la única donde se manipulan rollos de tela de más de 100kg, lo que ocasiona que las fuerzas y posturas sean los principales detonantes de los riesgos. En la mayoría de los artículos las cargas a manipular no superan los 30kg y el riesgo se debe a la repetitividad de las tareas y la altura de estas.

Los aportes de esta tesis son: la realización de un formato para la evaluar de las fuerzas soportadas por el disco lumbar de los trabajadores al manipular una carga, la creación de un formato para la resolución de la ecuación NIOSH y la elaboración de un formato para evaluar el riesgo en el transporte manual de cargas.

Capítulo 3 Metodología

3.1 Introducción al capítulo

En este capítulo se describe el método de trabajo para las tareas desarrolladas por los mecánicos a evaluar, y se presentan los formatos desarrollados para la evaluación y la manera de llenarlos.

3.2 Metodología

A continuación se da una breve explicación de las 3 tareas a evaluar.

1. Manipulación manual del rollo, al pasarlo del rack a la plataforma.

El mecánico empuja una plataforma elevadiza hasta colocarla frente al rack contenedor de rollos, posteriormente nivela la plataforma a la altura del rollo, finalmente, una vez nivelada la plataforma el mecánico utilizando sólo la fuerza muscular carga el rollo para moverlo desde el rack hasta la plataforma. Esta tarea se repite 3 veces (una por cada rollo).

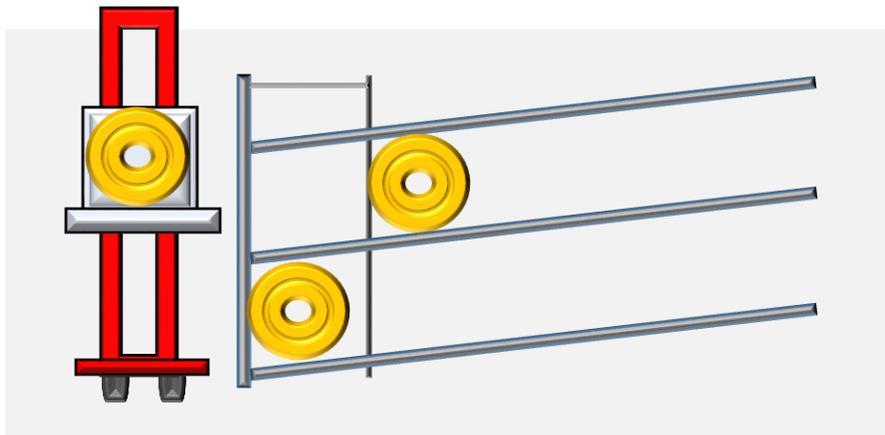


Figura 3.1 Plataforma elevadiza y rack (Desarrollo propio)

2. Manipulación manual del rollo, mover de la plataforma al carro transportador.

El mecánico coloca el carro transportador frente a la plataforma que contiene el rollo, posteriormente nivela las alturas de ambos equipos de transporte y procede a pasar el rollo cargándolo utilizando solo la fuerza muscular y sin ayuda mecánica.

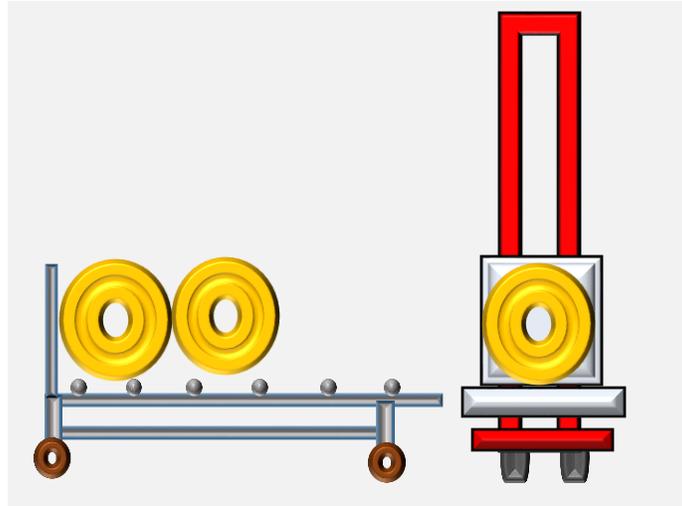


Figura 3.2 Plataforma y carro transportador (Desarrollo propio)

3. Transporte de carro con rollos de tela del rack a la máquina hidráulica.

En esta tarea el mecánico empuja el carro del rack hacia a la máquina hidráulica, las distancias van desde los 3 metros hasta los 40 metros, en la Figura 3.3 se observa el diagrama de espaguetti que representa el recorrido realizado por los mecánicos.

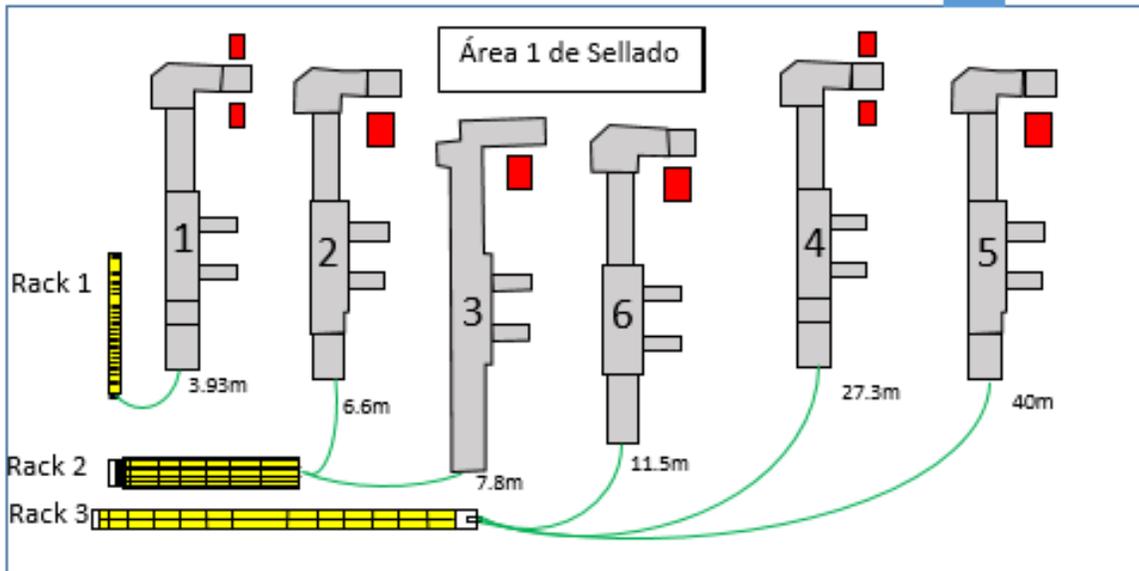


Figura 3.3 Diagrama de espagueti de los mecánicos (Desarrollo propio)

3.3 Formatos para la evaluación de la manipulación manual

Se realizaron 2 formatos para la evaluación de manipulación manual: el primero evalúa las fuerzas soportadas en el disco lumbar mientras que el segundo está basado en la ecuación NIOSH.

Formato 1: Evaluación de fuerzas soportadas por el disco lumbar

Esta evaluación se basa en el límite de fuerzas soportadas por el disco lumbar de los trabajadores respecto a su peso corporal y el peso de la carga.

El formato que se diseñó (ver Figura 3.4) está basado en el método Mondelo (Mondelo P. 1998).

Evaluación de fuerzas soportadas por el disco lumbar		
Imagen	Datos obtenidos	
	masa del operador	
	masa del objeto	
	W (peso del operador)	
	P (peso del objeto)	
	Lp (brazo de giro para P)	
	Lw (brazo de giro para W)	
	Lm (brazo de giro para M)	
	Ángulo	
	Distancia de las manos al piso	
Momentos de giro		
Momento de giro para W (W*Lw)		
Momento de giro para P (P*Lp)		
Fuerza producida por los músculos (M)		
$M = (W \cos\alpha * Lw + P \cos\alpha * Lp) / Lm$		
Fuerza de compresión (C) y fuerza de cizallamiento (S)		
$C = M + W\cos\alpha + P \cos\alpha$		
$S = W \sen\alpha + P \sen \alpha$		
Resultante de la fuerza en el disco del trabajador (R)		
$R^2 = C^2 + S^2$		
Obtención de los kilogramos fuerza		
$R/9.81=$		

Figura 3.4 Formato basado en el método Mondelo (Desarrollo propio)

El formato presentado en la Figura 3.4 se divide en 5 partes:

1. La recopilación de datos a través de la imagen a evaluar.
2. Obtención de los momentos de giro generados por las fuerzas W y P.
3. Cálculo de las fuerzas producidas por los músculos (M), la fuerza de compresión (C) y la fuerza de cizallamiento (S).
4. El cálculo de la resultante de la fuerza en el disco del trabajador (R) y los kilogramos fuerza aplicados en la tarea.
5. Comparación en base a las variables utilizadas en el método REFA.

Paso 1: Obtención de datos a través de la imagen a evaluar

La primera sección del formato se muestra en la Figura 3.5, aquí se recopilan los 10 datos a utilizar.

Evaluación de fuerzas soportadas por el disco lumbar		
Imagen	Datos obtenidos	
	masa del operador	
	masa del objeto	
	W (peso del operador)	
	P (peso del objeto)	
	Lp (brazo de giro para P)	
	Lw (brazo de giro para W)	
	Lm (brazo de giro para M)	
	Ángulo	
	Distancia de las manos al piso	

Figura 3.5 Sección 1 del formato

Datos:

1. Imagen: Una fotografía del trabajador en vista lateral realizando la tarea, ejemplo en la Figura 3.6



Figura 3.6 Ejemplo de la imagen a evaluar

2. Masa del operador: Dato proporcionado por el área de salud ocupacional.
3. Masa del objeto: Dato proporcionado por el área de Sellado.
4. Peso del operador (W): el producto de la masa del operador por la aceleración de la gravedad.
5. Peso del objeto (P): el producto de la masa del objeto por la aceleración de la gravedad.
6. Brazo de giro para P (L_p).
7. Brazo de giro para W (L_w).
8. Brazo de giro para M (L_m).
9. Ángulo.

Los últimos 4 datos se obtienen de la fotografía del trabajador. Se marcan las fuerzas W y P , la primera va desde el pecho del mecánico hacia abajo y la segunda es la producida por el peso del objeto (ver Figura 3.7).



Figura 3.7 Manera correcta de marcar las fuerzas de W y P

Para medir los brazos de giro (L_p , L_w y L_m) se traza una línea vertical imaginaria que tiene inicio en los tobillos del mecánico y se expanden hacia arriba las fuerzas generadas por W y P, las distancias entre las fuerzas y la línea imaginaria son los momentos de giro (ver la Figura 3.8).

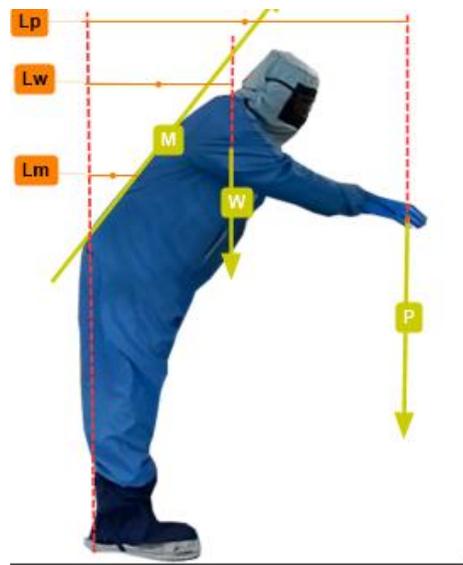


Figura 3.8 Manera correcta de medir los brazos de giro

Para finalizar se mide la inclinación en la espalda para sacar el ángulo (ver la Figura 3.9).

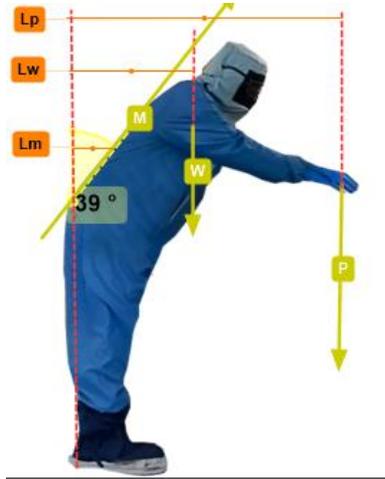


Figura 3.9 Manera correcta de medir el ángulo

Paso 2: Obtener los momentos de giro generados por W y P.

En la Figura 3.10 se muestra la sección de momentos de giro.

Momentos de giro	
Momento de giro para W ($W \cdot L_w$)	
Momento de giro para P ($P \cdot L_p$)	

Figura 3.10 Sección de momentos de giro

Para calcular los momentos de giro generados por W (ver la Ecuación 3.1) y P (ver la Ecuación 3.2) se deben multiplicar por su brazo de giro:

Ecuación 3.1 Momento de giro para la fuerza W

$$\text{Momento de giro para } W = W * L_w$$

Ecuación 3.2 Momento de giro para la fuerza P

$$\text{Momento de giro para } P = P * L_p$$

Ejemplo:

suponiendo que tenemos una Fuerza $W=200N$ y un brazo de giro de $0.4m$

Ecuación 3.3 Momento de giro para W

$$\text{Momento de giro para } W = 200N * 0.4m$$

Obteniendo así un momento de giro de $80Nm$

Paso 3: Cálculo de las fuerzas producida por los músculos (M), la fuerza de compresión (C) y la fuerza de cizallamiento (S).

En la Figura 3.11 se observa la sección de cálculo de fuerzas.

Fuerza producida por los músculos (M)	
$M = (W \cos \alpha * L_w + P \cos \alpha * L_p) / L_m$	
Fuerza de compresión (C) y fuerza de cizallamiento (S)	
$C = M + W \cos \alpha + P \cos \alpha$	
$S = W \sin \alpha + P \sin \alpha$	

Figura 3.11 Sección del cálculo de fuerzas

Para calcular la fuerza producida por los músculos debemos recordar que la sumatoria de las fuerzas es igual a 0 (ver la Ecuación 3.4).

Ecuación 3.4 Sumatoria de Fuerzas

$$\Sigma M_c = 0$$

Obteniendo así la Ecuación 3.5 que nos sirve para calcular la fuerza producida por los músculos.

Ecuación 3.5 Cálculo de fuerzas producidas por los músculos

$$M = (W \cos \alpha * L_w + P \cos \alpha * L_p) / L_m$$

La fuerza de compresión (C) es el resultado de la ecuación de equilibrio (ver la Ecuación 3.6).

Ecuación 3.6 Ecuación de equilibrio

$$\Sigma F_y \rightarrow C = M + W \cos \alpha + P \cos \alpha$$

La fuerza de cizallamiento se encuentra de la misma manera (ver la Ecuación 3.7).

Ecuación 3.7 Ecuación para calcular la fuerza de cizallamiento

$$\Sigma F_x \rightarrow S = W \sin \alpha + P \sin \alpha$$

Paso 4: Resultado de la fuerza en el disco del trabajador (R) y los kilogramos fuerza aplicados en la tarea.

La sección de la fuerza resultante se observa en la Figura 3.12.

Resultante de la fuerza en el disco del trabajador (R)	
$R^2 = C^2 + S^2$	
Obtención de los kilogramos fuerza	
$R/9.81=$	

Figura 3.12 Sección de la fuerza resultante

La resultante sobre el disco R se obtiene a través del teorema de Pitágoras, donde R representa la hipotenusa, C el cateto adyacente y S el cateto opuesto (ver la Ecuación 3.7).

Ecuación 3.8 Teorema de Pitágoras

$$a^2 + b^2 = c^2$$

Los kilogramos fuerza se obtienen al dividir la resultante entre la fuerza de gravedad (ver la Ecuación 3.9).

Ecuación 3.9 Obtención de los kilogramos fuerza

$$\frac{R}{9.81} = kgf$$

Paso 5: Comparación en base a las variables utilizadas en el método REFA.

El método REFA establece mediante una tabla (ver Tabla 3.1) los límites máximos permitidos al aplicar kilogramos fuerza, teniendo en consideración la altura del agarre y la distancia de este con respecto al cuerpo.

Tabla 3.1 Tabla de variables REFA

Altura de agarre superior para		Distancia de agarre con respecto al cuerpo		
Talla >165cm	Todas las t.	hasta 10cm	hasta 25cm	hasta 50cm
180cm	160cm	350kf	250kf	200kf
160cm	140cm	450kf	300kf	200kf
140cm	120cm	600kf	400kf	250kf
120cm	100cm	650kf	400kf	300kf
100cm	90cm	750kf	450kf	300kf
90cm	80cm	900kf	450kf	300kf
80cm	70cm	1000kf	550kf	350kf
60cm	60cm	1000kf	600kf	450kf
40cm	40cm	1000kf	700kf	550kf
20cm	20cm	1000kf	700kf	600kf

Formato 2: Resolución de la ecuación NIOSH

La ecuación NIOSH sirve para evaluar tareas donde se realiza un levantamiento de cargas, en la Figura 3.12 se muestra el formato elaborado para resolver la ecuación de una manera más sencilla.

Formato para la evaluación NIOSH		
Imagen de la tarea.	Recolección de datos	
	(P) Peso de la carga (kg)	
	(W) Anchura de la carga (cm)	
	(H) Distancia horizontal (cm)	
	(V) Distancia vertical	
	(D) Distancia del trayecto vertical	
	(F) Frecuencia de los levantamientos	
	Duración de la jornada laboral	
	Tipo de agarre (Bueno, medio o pobre)	
	(A) Angulo de asimetría	
Variables		Resultados
CP	Constante de peso	
HM (Multiplicador horizontal)	$HM = 25/H$. Para $H > 63\text{cm}$ entonces $HM=0$	
VM (Multiplicador vertical)	$VM = 1/(0.003 V-75)$. Para $V > 175\text{cm}$ entonces $VM=0$	
DM (Multiplicador de distancia)	$DM = 0.82 + (4.5/D)$. Para $D < 25\text{cm}$ entonces $DM=1$	
AM (Multiplicador asimétrico)	$AM = 1 - (0.0032A)$. Para $A > 135^\circ$ entonces $AM=0$	
FM (Multiplicador de frecuencia)	Véase la tabla de frecuencia	
CM (Multiplicador de agarre)	Véase la tabla de agarre	
Cálculo del límite recomendado de peso (LRP)		
$LRP = LC * HM * VM * DM * AM * FM * CM$		
Cálculo del índice de levantamiento (IL)		
$IL = P / LRP$		
RESULTADOS		
IL < 1. La mayoría de los trabajadores no debería de tener problemas.		
1 < IL < 3. Algunos trabajadores pueden sufrir dolencias o lesiones.		
IL > 3. Este tipo de tareas es inaceptable		

Figura 3.12 Formato para la resolución de la ecuación NIOSH

El formato presentado anteriormente cuenta de 3 pasos:

1. Recogida de datos
2. Cálculo del peso límite recomendado (LPR)
3. Cálculo de índice de levantamiento (IL)

Paso 1: Recogida de datos.

Para este paso, los datos a recolectar son los siguientes:

- (P) Peso de la carga en kilogramos
- (W) Anchura de la carga en centímetros
- (H) Distancia horizontal, va desde el centro de las palmas hasta la línea imaginaria trazada desde los tobillos (ver la Figura 3.13).



Figura 3.13 Distancia horizontal

Si H no se puede medir, se aproxima con las siguientes ecuaciones:

Si se observa que la distancia vertical es mayor o igual a 25cm, utilizar la Ecuación 3.10.

Ecuación 3.10 Ecuación para distancia vertical mayor o igual a 25cm

$$V \geq 25\text{cmts entonces } H = 20 + W/2$$

En caso de que H sea menor a 25 cm, entonces igualará a 25cm

Ecuación 3.11 Ecuación para distancia vertical menor a 25cm

$$V < 25\text{cmts entonces } H = 25 + W/2$$

Si H es mayor a 63 cm, HM se igualará a 0, esto indica que la tarea debe ser rediseñada ya que no es posible el levantamiento, si esto sucede no es necesario continuar con el llenado del formato.

- (V) Distancia Vertical, se mide desde el piso hasta las manos (ver la Figura 3.14). Si V es mayor a 175cm, VM será igual a 0, lo que significa que no es posible el levantamiento.



Figura 3.14 Distancia vertical

- (D) Distancia de trayecto vertical, es la diferencia entre la altura vertical que va desde el origen hasta el destino del levantamiento. Si D es menor a 25cm, entonces D se igualará a 25cm y DM a 1.
- (F) Frecuencia de los levantamientos, se mide el número de veces que se realiza la tarea en un minuto.
- Duración de la jornada de trabajo, medida en horas.
- Tipo de agarre, seleccionar entre un agarre bueno, mediano o pobre.
- (A) Angulo de asimetría, si el Angulo es mayor que 135° entonces AM se igualará a 0, lo que significa que no es posible realizar la tarea.

Paso 2: Límite recomendado de peso (LRP)

El límite del peso recomendado se obtiene al resolver la Ecuación 3.12.

Ecuación 3.12 Límite recomendado de peso (LPR)

$$LRP = LC * HM * VM * DM * AM * FM * CM$$

Donde:

- LC es la contante de peso.
- HM es el multiplicador de la variable horizontal.
- VM es el multiplicador de la variable vertical.
- DM es el multiplicador de la variable de desplazamiento vertical.
- AM es el multiplicador de la variable de asimetría.
- FM es el multiplicado de la variable de frecuencia de levantamiento
- CM es el multiplicado de la variable de agarre con el objeto.

Constante:

- Constante de peso CP 23kg

Variables:

- Multiplicador horizontal (ver la Ecuación 3.13). Si H es mayor a 63cm HM=0.

Ecuación 3.13 Multiplicador horizontal

$$HM = 25/H$$

- Multiplicador vertical (ver la Ecuación 3.14). Si V es mayor a 175cm VM = 0.

Ecuación 3.14 Multiplicador vertical

$$VM = 1(0.003|V - 75|)$$

- Multiplicador de la distancia (ver la Ecuación 3.15). Si D es menor a 25cm entonces DM = 1.

Ecuación 3.15 Multiplicador de distancia

$$DM = 0.82 + (4.5/D)$$

- Multiplicador asimétrico (ver la Ecuación 3.16). Si el Angulo es mayor a 135° entonces $AM = 0$.

Ecuación 3.16 Multiplicador asimétrico

$$AM = 1 - (0.0032A)$$

- Multiplicador de frecuencia (FM), véase la Tabla 3.2.
Los valores de la tabla 3.2 están comprendidos entre 0 y 1 y se hallan tabulados en función de la frecuencia, la duración de la jornada laboral y la posición vertical.

Tabla 3.2 Multiplicador de frecuencia

Jornada	< 1h		< 2h		≤8	
	V<75cm	V>75cm	V<75cm	V>75cm	V<75cm	V>75cm
0.2	1	1	0.95	0.95	0.85	0.85
0.5	0.97	0.97	0.92	0.92	0.81	0.81
1	0.94	0.94	0.88	0.88	0.75	0.75
2	0.91	0.91	0.84	0.84	0.65	0.65
3	0.88	0.88	0.79	0.79	0.55	0.55
4	0.84	0.84	0.72	0.72	0.45	0.45
5	0.8	0.8	0.6	0.6	0.35	0.35
6	0.75	0.75	0.5	0.5	0.27	0.27
7	0.7	0.7	0.42	0.42	0.22	0.22
8	0.6	0.6	0.35	0.35	0.18	0.18
9	0.52	0.52	0.3	0.3	0	0.15
10	0.45	0.45	0.26	0.26	0	0.13
11	0.41	0.41	0	0.23	0	0
12	0.37	0.37	0	0.21	0	0
13	0	0.34	0	0	0	0
14	0	0.31	0	0	0	0
15	0	0.28	0	0	0	0
>15	0	0	0	0	0	0

- Multiplicador de agarre (CM), véase la Tabla 3.3.
Las cargas con agarres apropiados o asas facilitan los levantamientos y reducen la posibilidad de que se vuelque la carga. En la Tabla 3.3 el coeficiente esta tabulado considerando la altura y el tipo de agarre.

Tabla 3.3 Multiplicador de agarre

Agarres	V < 75 cm	V > 75cm
Bueno	1,00	1,00
Medio	0,95	1,00
Pobre	0,90	0,90

Paso 3: Índice de levantamiento (IL)

El índice de levantamiento es un término estima el nivel de esfuerzo físico asociado a una tarea de levantamiento manual (ver la Ecuación 3.17).

Ecuación 3.17 Índice de levantamiento

$$IL = \frac{P}{LPR}$$

Resultados:

- IL < 1. La mayoría de los trabajadores no deberían tener problemas.
- 1 < IL < 3. Algunos trabajadores pueden sufrir dolencias o lesiones.
- IL > 3. Este tipo de tareas es inaceptable.

Formato 3: para la evaluación del transporte de rollos de tela

El formato para la evaluación del transporte de rollos de tela (ver la Figura 3.13) se basó en la norma ISO 11228 sección 2 y en el RAPP.

El formato se compone de 5 partes:

1. Evaluación de la postura.
2. Evaluación de la distancia y duración de la tarea.
3. Evaluación de la fuerza.
4. Evaluación de las cargas.
5. Evaluación del agarre.

Evaluación de la postura			
Altura del trabajador (centímetros)			cm
Peso del trabajador (kilogramos)			kg
Postura	Buena	Razonable	Mala
Imagen			
Evaluación de distancia y duración de la tarea			
Repetitividad de la tarea por hora			
Distancia (metros)			
Fuerzas			
Población:	Hombres		Mujeres
Acción:	Empujar		Jalar
Fuerza inicial			
Fuerza sostenida			
Cargas			
Tipo de carro:	Chico	Mediano	Grande
Número de llantas			
Peso total del carro, carretilla, diablo(cargado)			
Agarre			
Bueno	Razonable	Malo	
Hay asas o áreas de agarre que permiten un comodo agarre	Hay áreas de agarre pero solo parcialmente	No hay asas o la forma del agarre es incomodo	
			
Resultados			
Evaluación	Nivel de riesgo		
	Bajo	Medio	Alto
Postura			
Distancia			
Fuerza			
Cargas			
Agarre			

Figura 3.13 Formato para la evaluación de transporte de rollos de tela (Desarrollo propio)

Paso 1: Evaluación de la postura

La fuerza ejercida se incrementa cuando se toman posturas forzadas, lo que hace que el riesgo y las probabilidades de lesión aumenten, por ello se realizó una evaluación de la postura adoptada por los mecánicos al momento de transportar los rollos.

En la figura 3.18 se observa la sección del formato donde se evalúa la postura, aquí se pide:

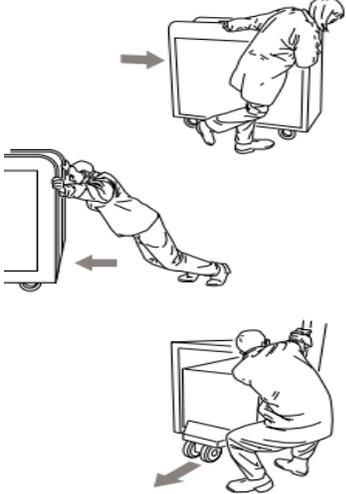
- la altura del trabajador en centímetros,
- su peso en kilogramos,
- la altura del objeto a transportar en centímetros y
- una imagen de la postura del trabajador al realizar el transporte.

Evaluación de la postura			
Altura del trabajador (centímetros)			cm
Peso del trabajador (kilogramos)			kg
Altura del objeto (centímetros)			cm
Postura	Buena	Razonable	Mala
Imagen			

Figura 3.14 Sección de evaluación de la postura

La sección de postura se basa en la herramienta RAPP, en la Tabla 3.4 se muestra el nivel de riesgo. Para considerar una postura como buena se deben cumplir todas las condiciones en verde.

Tabla 3.4 Nivel de riesgo de la postura basada en la herramienta RAPP

Buena	Razonable	Mala
El torso está en gran parte en posición vertical	El cuerpo está inclinado en dirección del esfuerzo	El cuerpo está muy inclinado o el trabajador se pone en cuclillas, se arrodilla o necesita empujar su espalda contra la carga
El torso no está torcido	El torso está notablemente doblado o torcido	El torso está muy doblado o torcido
Las manos están entre la cadera y la altura de los hombros	La altura de las manos está debajo de la cadera	Las manos están detrás, a un lado de cuerpo o por encima de los hombros.
		

Paso 2: Evaluación de la distancia y de la duración de la tarea

Los movimientos repetitivos y el transporte de materiales a largas distancias son 2 riesgos a considerar, ya que causan fatiga en el trabajador e incrementan la demanda de esfuerzo, en el caso de la distancia, si esta es larga y con gran cantidad de cambios de sentido, se incrementa la posibilidad de una lesión.

En la Figura 3.15 se muestra la sección de distancia y duración de la tarea, aquí se considera cuantas veces se realiza la tarea en 1 hora y la distancia del transporte en metros.

Si la distancia es mayor a 30 metros entonces se considera que la tarea debe de ser rediseñada, en caso contrario, si la distancia es menor a dos metros, no será necesario continuar con el llenado del formato, ya que el nivel de riesgo se tomaría como aceptable.

Evaluación de distancia y duración de la tarea	
Repetitividad de la tarea por hora	
Distancia (metros)	m

Figura 3.15 Sección de distancias y duración de la tarea

Paso 3: Evaluación de fuerza

En la sección de fuerza (ver la figura 3.16), se determina si la fuerza ejercida es aceptable o no.

Fuerzas		
Población:	Hombres	Mujeres
Acción:	Empujar	Jalar
Fuerza inicial		N
Fuerza sostenida		N

Figura 3.16 Sección para la evaluación de fuerzas

En el apartado de Población se debe seleccionar si la tarea es llevada a cabo por hombres o por mujeres, en caso de ser una tarea mixta, se seleccionará la opción de mujeres.

En el apartado de acción se selecciona si el trabajador está empujando o jalando la carga.

La fuerza inicial y la fuerza sostenida son datos reales medidos con un dinamómetro.

Al término del llenado de la sección de fuerzas, se procede a hacer la evaluación del riesgo, esto se hace a través de dos ecuaciones establecidas en la norma ISO

11228-2: la ecuación de la fuerza inicial ejercida y la ecuación de la fuerza sostenida ejercida.

Ecuación de la fuerza inicial ejercida.

La fuerza inicial es la que genera inercia en el objeto cuando inicia el movimiento o cuando cambia de dirección (ver la Ecuación 3.18).

Ecuación 3.18 Evaluación de riesgo de la fuerza inicial ejercida

$$RIIF = \frac{IFD}{LIFT}$$

Donde:

- RIIF es el índice de riesgo de la fuerza inicial ejercida.
Si RIIF es menor o igual a 1 significa que la tarea no tiene riesgo o es un riesgo bajo, si es mayor a 1 significa que el riesgo es alto.
- IFD es la fuerza inicial desarrollada por el trabajador en Newton.
- LIFT es el límite de fuerza inicial establecido en la norma ISO 11228-2 mediante 2 tablas:
 1. Fuerzas máximas permitidas para la fuerza inicial de empujar (ver la Tabla 3.5).
 2. Fuerzas máximas permitidas para la fuerza inicial de jalar (ver la tabla 3.6).

Tabla 3.5 Fuerzas máximas permitidas por la norma iso 11228-2 para la fuerza inicial de empujar.

Handle height		Two-handed pushing — Maximum acceptable initial force — 90 % of population															
		N															
		Frequency of pushing															
cm		10/min		5/min		4/min		2,5/min		1/min		1/2min		1/5min		1/8h	
		0,1667 Hz		0,0833 Hz		0,0667 Hz		0,042 Hz		0,0167 Hz		0,0083 Hz		0,0033 Hz		3,5 × 10 ⁻⁵ Hz	
m	f	m	f	m	f	m	f	m	f	m	f	m	f	m	f	m	f
2 m pushing distance																	
144	135	200	140	220	150					250	170			260	200	310	220
95	89	210	140	240	150					260	170			280	200	340	220
64	57	190	110	220	120					240	140			250	160	310	180
8 m pushing distance																	
144	135					140	150			210	160			220	180	260	200
95	89					160	140			230	160			250	190	300	210
64	57					130	110			200	140			210	160	260	170
15 m pushing distance																	
144	135							160	120	190	140			200	150	250	170
95	89							180	110	220	140			230	160	280	170
64	57							150	90	190	120			200	130	240	150
30 m pushing distance																	
144	135									150	120			190	140	240	170
95	89									170	120			220	150	270	180
64	57									140	110			190	120	230	150
45 m pushing distance																	
144	135									130	120			160	140	200	170
95	89									140	120			190	150	230	180
64	57									120	110			160	120	200	150
60 m pushing distance																	
144	135											120	120	140	130	180	150
95	89											140	120	160	130	200	160
64	57											120	100	140	110	170	130
m male f female																	
For a worker population of all males, use male limits; for an all-female or mixed male/female population, use female limits. The low handle heights are not recommended.																	

Tabla 3.6 Fuerzas máximas permitidas por la norma iso 11228-2 para la fuerza inicial de jalar

Handle height		Two-handed pulling — Maximum acceptable initial force — 90 % of population															
		N															
		Frequency of pulling															
cm		10/min		5/min		4/min		2,5/min		1/min		1/2min		1/5min		1/8h	
		0,1667 Hz		0,0833 Hz		0,0667 Hz		0,042 Hz		0,0167 Hz		0,0083 Hz		0,0033 Hz		3,5 × 10 ⁻⁶ Hz	
m	f	m	f	m	f	m	f	m	f	m	f	m	f	m	f	m	f
2 m pulling distance																	
144	135	140	130	160	160					180	170			190	190	230	220
95	89	190	140	220	160					250	180			270	210	320	230
64	57	220	150	250	170					280	190			300	220	360	240
8 m pulling distance																	
144	135					110	110			160	160			170	170	210	200
95	89					150	140			230	160			240	190	290	210
64	57					180	150			260	170			270	200	330	220
15 m pulling distance																	
144	135							130	100	150	130			160	150	200	170
95	89							180	100	210	140			230	160	280	180
64	57							200	110	240	150			260	170	310	190
30 m pulling distance																	
144	135									120	120			150	140	190	170
95	89									160	130			210	150	260	180
64	57									180	130			240	150	300	190
45 m pulling distance																	
144	135									100	100			130	140	160	160
95	89									140	130			180	150	230	180
64	57									160	130			210	150	260	190
60 m pulling distance																	
144	135											100	100	110	110	140	140
95	89											130	120	160	130	190	160
64	57											150	130	180	140	220	170
m		male															
f		female															
For a worker population of all males, use male limits; for an all-female or mixed male/female population, use female limits. The low handle heights are not recommended.																	

Ecuación para la fuerza sostenida ejercida.

La fuerza sostenida es la que ayuda a mantener el objeto en movimiento (ver la ecuación 3.19).

Ecuación 3.19 Ecuación para la evaluación de riesgo de la fuerza sostenida

$$RIKF = \frac{KFD}{LKFT}$$

Donde:

- RIKF es el índice de riesgo respecto a la fuerza sostenida.
 - Si RIKF es menor o igual a 1 la tarea no tiene riesgo o es riesgo bajo, si es mayor a 1 significa que el riesgo es alto.
- IFD es la fuerza sostenida desarrollada por el trabajador en Newton.
- LKFT es el límite de fuerza inicial establecido en la norma ISO 11228-2 mediante 2 tablas:
 1. Fuerzas máximas permitidas para la fuerza sostenida de empujar (ver la Tabla 3.7).
 2. Fuerzas máximas permitidas para la fuerza sostenida de jalar (ver la tabla 3.8).

Tabla 3.7 Fuerzas máximas permitidas por la norma iso 11228-2 para la fuerza sostenida de empujar

Handle height		Two-handed pulling — Maximum acceptable initial force — 90 % of population															
		N															
		Frequency of pulling															
cm		10/min		5/min		4/min		2,5/min		1/min		1/2min		1/5min		1/8h	
		0,1667 Hz		0,0833 Hz		0,0667 Hz		0,042 Hz		0,0167 Hz		0,0083 Hz		0,0033 Hz		3,5 × 10 ⁻⁶ Hz	
m	f	m	f	m	f	m	f	m	f	m	f	m	f	m	f	m	f
2 m pulling distance																	
144	135	140	130	160	160					180	170			190	190	230	220
95	89	190	140	220	160					250	180			270	210	320	230
64	57	220	150	250	170					280	190			300	220	360	240
8 m pulling distance																	
144	135					110	110			160	160			170	170	210	200
95	89					150	140			230	160			240	190	290	210
64	57					180	150			260	170			270	200	330	220
15 m pulling distance																	
144	135							130	100	150	130			160	150	200	170
95	89							180	100	210	140			230	160	280	180
64	57							200	110	240	150			260	170	310	190
30 m pulling distance																	
144	135									120	120			150	140	190	170
95	89									160	130			210	150	260	180
64	57									180	130			240	150	300	190
45 m pulling distance																	
144	135									100	100			130	140	160	160
95	89									140	130			180	150	230	180
64	57									160	130			210	150	260	190
60 m pulling distance																	
144	135											100	100	110	110	140	140
95	89											130	120	160	130	190	160
64	57											150	130	180	140	220	170
m		male															
f		female															
For a worker population of all males, use male limits; for an all-female or mixed male/female population, use female limits. The low handle heights are not recommended.																	

Tabla 3.8 Fuerzas máximas permitidas por la norma iso 11228-2 para la fuerza sostenida de jalar

Handle height		Two-handed pulling — Maximum acceptable sustained force — 90 % of population															
		N															
		Frequency of pulling															
cm		10/min		5/min		4/min		2,5/min		1/min		1/2min		1/5min		1/8h	
		0,1667 Hz		0,0833 Hz		0,0667 Hz		0,042 Hz		0,0167 Hz		0,0083 Hz		0,0033 Hz		3,5 × 10 ⁻⁶ Hz	
m	f	m	f	m	f	m	f	m	f	m	f	m	f	m	f	m	f
2 m pulling distance																	
144	135	80	50	100	80					120	100			150	110	180	150
95	89	100	50	130	80					160	100			190	110	240	140
64	57	110	40	140	80					170	90			200	100	250	130
8 m pulling distance																	
144	135					60	60			100	90			120	100	150	130
95	89					60	60			130	90			160	100	190	130
64	57					70	50			140	80			170	90	200	120
15 m pulling distance																	
144	135							60	40	90	60			100	80	130	110
95	89							70	40	120	60			140	80	170	110
64	57							70	40	120	60			150	70	180	100
30 m pulling distance																	
144	135									70	50			90	70	130	100
95	89									70	50			120	70	170	100
64	57									70	50			130	60	180	90
45 m pulling distance																	
144	135									50	50			80	70	100	90
95	89									60	40			100	60	140	90
64	57									60	40			110	60	150	80
60 m pulling distance																	
144	135											60	40	60	50	90	70
95	89											70	40	90	50	120	70
64	57											80	30	90	50	120	60

m male
f female

For a worker population of all males, use male limits; for an all-female or mixed male/female population, use female limits. The low handle heights are not recommended.

Ejemplo de cómo utilizar las tablas

En la Figura 3.17 se observa la manera de utilizar los datos en la tabla. El color verde representa la repetitividad de la tarea (1 cada 5 minutos), el color rojo la población (femenina), el color amarillo la distancia (8 metros) y el color azul la altura del objeto a empujar (57 cm).

Handle height		Two-handed pushing — Maximum acceptable initial force — 90 % of population																	
		N																	
cm		Frequency of pushing														1/5min		1/8h	
		10/min		5/min		4/min		2,5/min		1/min		1/2min		0,0033 Hz					
m	f	m	f	m	f	m	f	m	f	m	f	m	f	m	f	m	f		
2 m pushing distance																			
144	135	200	140	220	150					250	170			260	200	310	220		
95	89	210	140	240	150					260	170			280	200	340	220		
64	57	190	110	220	120					240	140			250	160	310	180		
8 m pushing distance																			
144	135					140	150			210	160			220	180	260	200		
95	89					160	140			230	160			250	190	300	210		
64	57					130	110			200	140			210	160	260	170		

Figura 3.17 Ejemplo de como utilizar las tablas de manera correcta

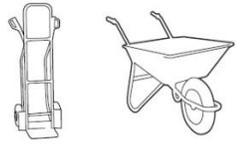
El resultado para límite de fuerza inicial establecido en el ejemplo anterior es de 160N.

Paso 4: Evaluación de cargas.

En la evaluación de cargas se establece el peso máximo que puede manipular el trabajador dependiendo del tipo de carro que se esté utilizando.

En la sección de cargas se pide identificar si el carro es de tamaño chico, mediano o grande, si cuenta con 1, 2 o más llantas y el peso total del carro ya cargado. Después se procede a la Tabla 3.9 basada en la herramienta RAPP, esta tabla indica el nivel de riesgo acorde al carro que se esté manipulando.

Tabla 3.9 Riesgo en base al tamaño del carro y el peso de la carga basada en la herramienta RAPP.

Ejemplo	Peso de las cargas
	Menor a 50 kg
	De 50 a 100kg
	Mayor a 100kg
Mediano: con tres o más ruedas fijas.	
	Menor a 250 kg
	De 250 a 500kg
	Mayor a 750kg
Grandes: Orientables o sobre raíles.	
	Menor a 600 kg
	De 600 a 1000kg
	Mayor a 1500kg

Paso 5: Evaluación del agarre

En la sección de agarre (ver Figura 3.18), se muestran 3 opciones a seleccionar: agarre bueno, razonable o malo.

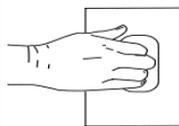
Bueno	Razonable	Malo
Hay asas o áreas de agarre que permiten un comodo agarre pudiendo usar la mano completa	Hay áreas de agarre pero solo parcialmente	No hay asas o la forma del agarre es incomodo
		

Figura 3.18 Sección para la evaluación del agarre

Capítulo 4

Resultados

4.1 introducción al capítulo

Tomando en cuenta los resultados obtenidos en el capítulo 3, donde se presentaron 3 formatos para la evaluación, en este capítulo se procede a llevar a cabo los estudios para determinar cuál de las tareas conlleva un mayor riesgo.

4.2 Resultados

Tarea 1: Manipulación manual de los rollos al pasarlos del rack a la plataforma.

Formato 1: Evaluación de fuerza en el disco lumbar.

En la Figura 4.1 se muestran los resultados obtenidos al evaluar la tarea de manipulación manual, que consiste en pasar los rollos del rack a la plataforma elevadiza.

Imagen	Datos obtenidos	
	masa del operador	97Kg
	masa del objeto	105Kg
	W (peso del operador)	952N
	P (peso del objeto)	1030N
	Lp (brazo de giro para P)	0.88m
	Lw (brazo de giro para W)	0.47m
	Lm (brazo de giro para M)	0.26m
Ángulo	48°	
Momentos de giro		
Momento de giro para W (W*Lw)	448Nm	
Momento de giro para P (P*Lp)	906Nm	
Fuerza producida por los músculos (M)		
$M = (W \cos \alpha * Lw + P \cos \alpha * Lp) / Lm$	3484N	
Fuerza de compresión (C) y fuerza de cizallamiento (S)		
$C = M + W \cos \alpha + P \cos \alpha$	4810N	
$S = W \sin \alpha + P \sin \alpha$	1472N	
Resultante de la fuerza en el disco del trabajador (R)		
$R^2 = C^2 + S^2$	5030N	
Obtención de los kilogramos fuerza		
$R/9.81 =$	512kgf	

Figura 4.1 Manipulación manual del rack a la plataforma. Formato 1 (Desarrollo propio)

Calcular el límite de fuerza máximo que el trabajador puede aplicar sin poner en riesgo su salud, tomando en consideración los valores de la tabla establecida por el método REFA (ver la Tabla 4.1).

Tabla 4.1 Valores establecidos por el método REFA

Altura de agarre superior para		Distancia de agarre con respecto al cuerpo		
Talla >165cm	Todas las t.	hasta 10cm	hasta 25cm	hasta 50cm
180cm	160cm	350kf	250kf	200kf
160cm	140cm	450kf	300kf	200kf
140cm	120cm	600kf	400kf	250kf
120cm	100cm	650kf	400kf	300kf
100cm	90cm	750kf	450kf	300kf
90cm	80cm	900kf	450kf	300kf
80cm	70cm	1000kf	550kf	350kf
60cm	60cm	1000kf	600kf	450kf
40cm	40cm	1000kf	700kf	550kf
20cm	20cm	1000kf	700kf	600kf

Al realizar la evaluación los resultados arrojaron que la distancia con respecto al cuerpo supera los 50cm que tiene como límite la Tabla 4.1, eso significa que las posturas tomadas por los trabajadores son demasiado forzadas y por lo tanto riesgosas.

Formato 2: Evaluación mediante la ecuación NIOSH

Al aplicar el formato de la ecuación se obtuvieron los resultados mostrados en la Figura 4.2.

Formato para la evaluación NIOSH		
Imagen de la tarea.	Recolección de datos	
	(P) Peso de la carga (kg)	105kg
	(W) Anchura de la carga (cm)	50cm
	(H) Distancia horizontal (cm)	88cm
	(V) Distancia vertical	
	(D) Distancia del trayecto vertical	
	(F) Frecuencia de los levantamientos	
	Duración de la jornada laboral	
	Tipo de agarre (Bueno, medio o pobre)	
(A) Angulo de asimetría		
Variables		Resultados
CP	Constante de peso	105kg
HM (Multiplicador horizontal)	$HM = 25/H$. Para $H > 63\text{cm}$ entonces $HM=0$	0
VM (Multiplicador vertical)	$VM = 1/(0.003 V-75)$. Para $V > 175\text{cm}$ entonces $VM=0$	
DM (Multiplicador de distancia)	$DM = 0.82 + (4.5/D)$. Para $D < 25\text{cm}$ entonces $DM=1$	
AM (Multiplicador asimétrico)	$AM = 1 - (0.0032A)$. Para $A > 135^\circ$ entonces $AM=0$	
FM (Multiplicador de frecuencia)	Véase la tabla de frecuencia	
CM (Multiplicador de agarre)	Véase la tabla de agarre	
Cálculo del límite recomendado de peso (LRP)		
$LRP = LC * HM * VM * DM * AM * FM * CM$		
Cálculo del índice de levantamiento (IL)		
$IL = P / LRP$		
RESULTADOS		
IL < 1. La mayoría de los trabajadores no debería de tener problemas.		
1 < IL < 3. Algunos trabajadores pueden sufrir dolencias o lesiones.		
IL > 3. Este tipo de tareas es inaceptable		

Figura 4.2 Evaluación de la manipulación manual del rack a la plataforma. Formato 2 (Desarrollo propio)

El formato no está completo ya que la distancia horizontal es de 88 cm, superando los 63 cm establecidos en la ecuación NIOSH, eso significa que la tarea pasa a tener un riesgo alto inmediatamente.

Tarea 2: Manipulación manual de los rollos al pasarlos de la plataforma al carro transportador.

Formato 1: Evaluación de fuerza en el disco lumbar.

La Figura 4.3 muestra los resultados obtenidos al evaluar la tarea de manipulación manual, que consiste en pasar los rollos de la plataforma elevadiza al carro transportador.

Imagen	Datos obtenidos	
	masa del operador	97Kg
	masa del objeto	105Kg
	W (peso del operador)	952N
	P (peso del objeto)	1030N
	Lp (brazo de giro para P)	0.89m
	Lw (brazo de giro para W)	0.43m
	Lm (brazo de giro para M)	0.19m
	Ángulo	39°
Momentos de giro		
Momento de giro para W ($W \cdot L_w$)	409Nm	
Momento de giro para P ($P \cdot L_p$)	917Nm	
Fuerza producida por los músculos (M)		
$M = (W \cos \alpha \cdot L_w + P \cos \alpha \cdot L_p) / L_m$	5424N	
Fuerza de compresión (C) y fuerza de cizallamiento (S)		
$C = M + W \cos \alpha + P \cos \alpha$	6965N	
$S = W \sin \alpha + P \sin \alpha$	1247N	
Resultante de la fuerza en el disco del trabajador (R)		
$R^2 = C^2 + S^2$	7075N	
Obtención de los kilogramos fuerza		
$R/9.81=$	721kgf	

Figura 4.3 Resultados de la fuerza ejercida en el disco del trabajador para la manipulación manual de la plataforma al carro transportador (Desarrollo propio).

En esta tarea, al igual que en la anterior, los trabajadores toman posturas forzadas que superan los límites establecidos en la Tabla REFA, eso significa que esta tarea conlleva riesgo alto.

Formato 2: Evaluación mediante la ecuación NIOSH

En la figura 4.4 se muestran los resultados obtenidos al aplicar el formato de la ecuación NIOSH.

Formato para la evaluación NIOSH		
Imagen de la tarea.	Recolección de datos	
	(P) Peso de la carga (kg)	105kg
	(W) Anchura de la carga (cm)	50cm
	(H) Distancia horizontal (cm)	89cm
	(V) Distancia vertical	
	(D) Distancia del trayecto vertical	
	(F) Frecuencia de los levantamientos	
	Duración de la jornada laboral	
	Tipo de agarre (Bueno, medio o pobre)	
	(A) Angulo de asimetría	
Variables		Resultados
CP	Constante de peso	105kg
HM (Multiplicador horizontal)	$HM = 25/H$. Para $H > 63\text{cm}$ entonces $HM=0$	0
VM (Multiplicador vertical)	$VM = 1(0.003 V-75)$. Para $V > 175\text{cm}$ entonces $VM=0$	
DM (Multiplicador de distancia)	$DM = 0.82 + (4.5/D)$. Para $D < 25\text{cm}$ entonces $DM=1$	
AM (Multiplicador asimétrico)	$AM = 1-(0.0032A)$. Para $A > 135^\circ$ entonces $AM=0$	
FM (Multiplicador de frecuencia)	Véase la tabla de frecuencia	
CM (Multiplicador de agarre)	Véase la tabla de agarre	
Cálculo del límite recomendado de peso (LRP)		
$LRP = LC * HM * VM * DM * AM * FM * CM$		
Cálculo del índice de levantamiento (IL)		
$IL = P / LPR$		
RESULTADOS		
IL < 1. La mayoría de los trabajadores no debería de tener problemas.		
1 < IL < 3. Algunos trabajadores pueden sufrir dolencias o lesiones.		
IL > 3. Este tipo de tareas es inaceptable		

Figura 4.4 Resultados de la ecuación NIOSH. Tarea 2 (Desarrollo propio)

La distancia horizontal es de más de 63 cm, lo que significa que la postura tomada es inaceptable.

Tarea 2: Transporte manual de rollos del rack a la máquina hidráulica.

Formato 1: Evaluación de transporte

En la Figura 4.5 se muestran los resultados de la evaluación de la tarea de transporte.

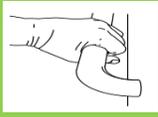
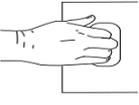
Evaluación de la postura			
Altura del trabajador (centímetros)			cm
Peso del trabajador (kilogramos)			kg
Postura	Buena	Razonable	Mala
			
Evaluación de distancia y duración de la tarea			
Repetitividad de la tarea por hora			2
Distancia (metros)			40m
Fuerzas			
Población:	Hombres		Mujeres
Acción:	Empujar		Jalar
Fuerza inicial			168N
Fuerza sostenida			131N
Cargas			
Tipo de carro:	Chico	Mediano	Grande
Número de llantas			4
Peso total del carro, carretilla, diablo(cargado)			385kg
Agarre			
Bueno	Razonable	Malo	
Hay asas o áreas de agarre que permiten un comodo agarre pudiendo usar la mano completa	Hay áreas de agarre pero solo parcialmente	No hay asas o la forma del agarre es incomodo	
			
Resultados			
Evaluación	Nivel de riesgo		
	Bajo	Medio	Alto
Postura			
Distancia		N/A	
Fuerza		N/A	
Cargas			
Agarre			

Figura 4.5 Resultados para el transporte manual de rollos del rack a la máquina hidráulica (Desarrollo propio)

La evaluación arrojó los siguientes resultados:

- Postura: nivel de riesgo alto.
- Distancia: nivel de riesgo alto.
- Fuerza: nivel de riesgo alto.
- Cargas: nivel de riesgo medio.
- Agarre: nivel de riesgo bajo.
-

4.3 Conclusión del capítulo

Se concluye que las tareas que presentan un mayor riesgo ergonómico son:

- La manipulación manual de los rollos al pasarlos del rack a la plataforma.
- La manipulación manual de los rollos al pasarlos de la plataforma al carro transportador.

Esto debido a que ambos presentan altos riesgos que superan los parámetros establecidos por las herramientas utilizadas, lo que indica que deben de ser rediseñadas inmediatamente.

Capítulo 5 Propuesta de mejora

5.1 Introducción al capítulo

Las tareas que conllevan un mayor riesgo son aquellas que manipulan directamente el rollo, esto se debe a las posturas forzadas que los trabajadores deben de tomar ya que las cargas que manipulan llegan a superar los 100 kilogramos.

La tarea de transporte de rollos no se considera en la propuesta de mejora, ya que no presenta un riesgo tan alto, aun así esta tarea tiene que ser rediseñada.

5.2 Propuesta de mejora

La propuesta de mejora consiste en agregar un polipasto al rack para que con ello el trabajador ya no tenga que cargar los rollos, el polipasto llevaría toda la carga mientras que el operador solo lo guía.

La implementación de la propuesta de mejora consiste en dos pasos:

1. Adaptar el rack para que el rollo tenga un lugar donde reposa (para colocar la varilla del polipasto).
2. Colocar el polipasto en el rack.

Paso 1: Adaptar el rack

Como se puede observar en la Figura 5.1, se pondrán dos puertas en el rack que se puedan cerrar y abrir.

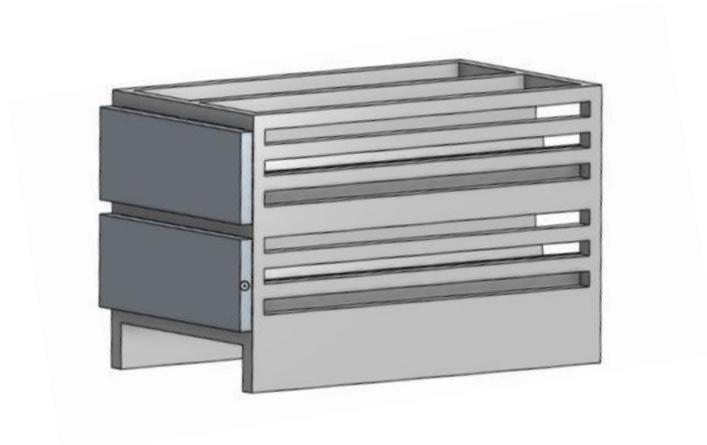


Figura 5.1 Rack con las puertas cerradas (Desarrollo propio)

Cuando las puertas se abren, se crea una base donde van a reposar los rollos y es aquí donde se les colocaría la varilla del polipasto véase la Figura 5.2.

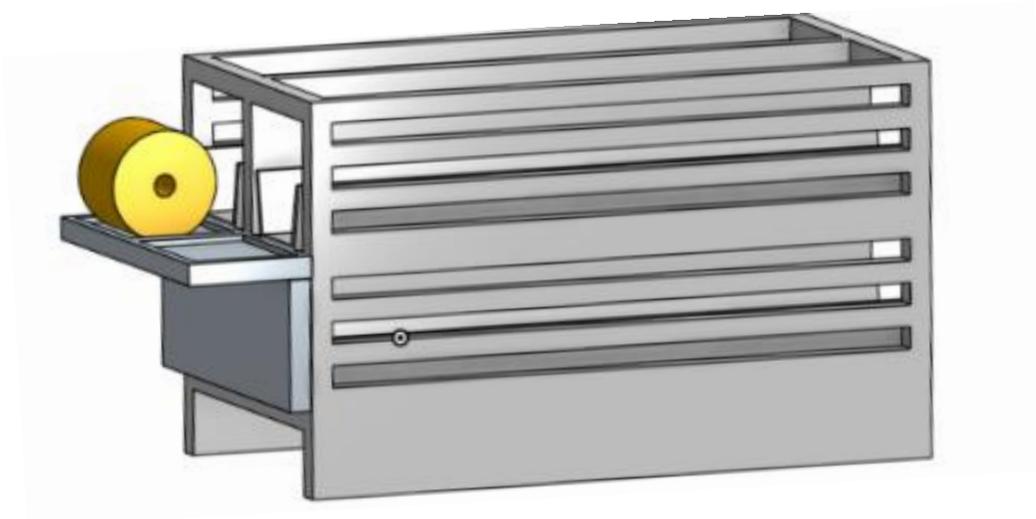


Figura 5.2 Rack con una puerta abierta (Desarrollo propio)

Paso 2: Colocar el polipasto

Este paso consiste en colocar un polipasto giratorio y deslizable en la parte superior del rack, al colocarse de esta manera el operador solo tiene que colocar el carro enfrente del rack y comenzar a pasar los rollos.

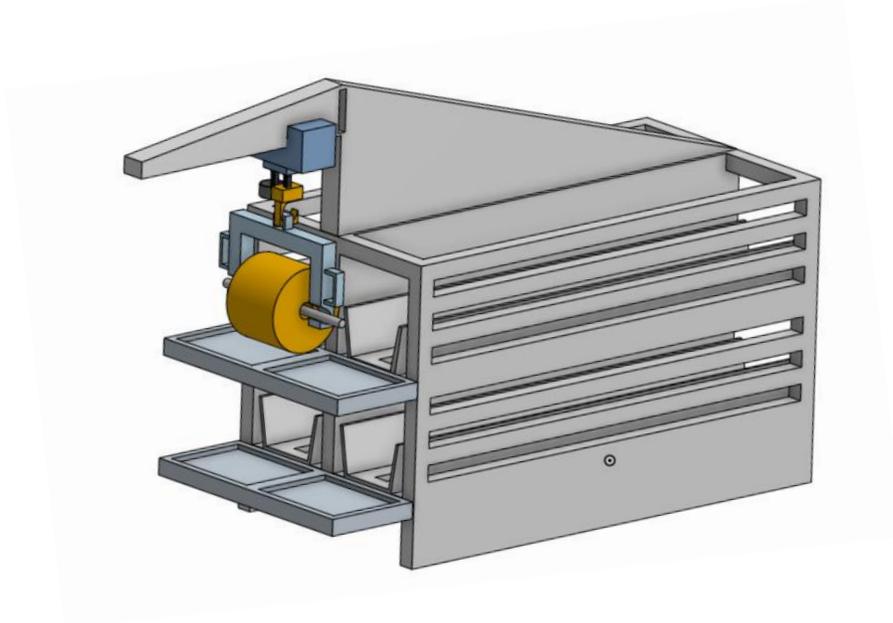


Figura 5.2 Rack con polipasto (Desarrollo propio)

En la figura 5.3 se observa la postura tomada por el operador al momento de transportar el rollo con el polipasto.



Figura 5.3 Postura al momento de utilizar el polipasto

5.3 Resultados de la propuesta de mejora

Resultados obtenidos de la ecuación NIOSH (ver la Figura 5.4).

Formato para la evaluación NIOSH		
Imagen de la tarea.	Recolección de datos	
	(P) Peso de la carga (kg)	1kg
	(W) Anchura de la carga (cm)	50cm
	(H) Distancia horizontal (cm)	57 cm
	(V) Distancia vertical	130 cm
	(D) Distancia del trayecto vertical	55 cm
	(F) Frecuencia de los levantamientos	1 cada 30 min
	Duración de la jornada laboral	8 horas
	Tipo de agarre (Bueno, medio o pobre)	Bueno
	(A) Angulo de asimetría	12°
Variables		Resultados
LC	Constante de peso	23kg
HM (Multiplicador horizontal)	$HM = 25/H$. Para $H > 63\text{cm}$ entonces $HM=0$	0.44
VM (Multiplicador vertical)	$VM = 1/(0.003 V-75)$. Para $V > 175\text{cm}$ entonces $VM=0$	0.165
DM (Multiplicador de distancia)	$DM = 0.82 + (4.5/D)$. Para $D < 25\text{cm}$ entonces $DM=1$	0.9
AM (Multiplicador asimétrico)	$AM = 1 - (0.0032A)$. Para $A > 135^\circ$ entonces $AM=0$	0.96
FM (Multiplicador de frecuencia)	Véase la tabla de frecuencia	0.85
CM (Multiplicador de agarre)	Véase la tabla de agarre	1
Cálculo del límite recomendado de peso (LRP)		
$LRP = LC * HM * VM * DM * AM * FM * CM$		
$LRP = (23)(0.44)(0.165)(0.9)(0.96)(0.85)(1) = 1.28$		
Cálculo del índice de levantamiento (IL)		
$IL = P / LRP$		
0.78		
RESULTADOS		
IL < 1. La mayoría de los trabajadores no debería de tener problemas.		0.78
1 < IL < 3. Algunos trabajadores pueden sufrir dolencias o lesiones.		
IL > 3. Este tipo de tareas es inaceptable		

Figura 5.4 Resultados de la ecuación NIOSH (Desarrollo propio)

Resultados obtenidos de la herramienta REBA (ver la Figura 5.5)

GRUPO A: Análisis de cuello, piernas y tronco.				
CUELLO				
Movimiento	Puntuación	Corrección		2
0-20° flexión	1	Añadir +1 si hay torsión o inclinación lateral		2
> 20° flexión	2			
PIERNAS				
Movimiento	Puntuación	Corrección		1
Soporte bilateral andando o Soporte unilateral, soporte ligero o postura	1	Añadir +1 si hay flexión de rodillas más de 60°		1
	2			
TRONCO				
Movimiento	Puntuación	Corrección		1
Soporte bilateral andando o Soporte unilateral, soporte ligero o	1	Añadir +1 si hay torsión o inclinación lateral		1
	2			
Resultado tabla a				1 1
CARGA/FUERZA				
0	1	2		0
<5 kg	5 a 10	>10 kg	Instauración rápida o brusca	0
Añadir +1 si la fuerza se aplica de manera rápida o brusca				
Puntuación A				1 1
GRUPO A: Análisis de cuello, piernas y tronco.				
ANTEBRAZOS				
Movimiento	Puntuación			
60° a 100° flexión	1			
<60° >100° flexión	2			
MUÑECAS				
Movimiento	Puntuación	Corrección		
0° a 15° flexión/extensión	1	Añadir +1 si hay torsión o desviación lateral.		
>15° flexión/extensión	2			
BRAZOS				
Posición	Puntuación	Corrección		
0° a 20° flexión/extensión	1	Añadir +1 si hay abducción o rotación. +1 si hay elevación del hombro. -1 si hay apoyo o postura a favor de la gravedad		
>20° extensión	2			
20° a 45° flexión	3			
>90° flexión	4			
Resultado tabla B				3 3
TIPO DE AGARRE				
0-Bueno	1-Regular	2- Malo	3- Aceptable	
El agarre es bueno y la fuerza de agarre de rango medio.	El agarre con la mano es aceptable pero no es ideal o el agarre es aceptable utilizando otras partes del cuerpo.	Agarre posible pero no aceptable.	El agarre es torpe e inseguro, no es posible el agarre manual o el agarre es inaceptable utilizando otras partes del cuerpo.	0
Puntuación B				4 4

Figura 5.5 Procedimiento de la herramienta REBA

TABLA A						
PIERNAS	TRONCO					
	1	2	3	4	5	
1	1	1	2	2	3	4
	2	2	3	4	5	6
	3	3	4	5	6	7
	4	4	5	6	7	8
2	1	1	3	4	5	6
	2	2	4	5	6	7
	3	3	5	6	7	8
	4	4	6	7	8	9
3	1	3	4	5	6	7
	2	3	5	6	7	8
	3	5	6	7	8	9
	4	6	7	8	9	9
Cuello						

TABLA B						
Muñeca	Brazo					
	1	2	3	4	5	
1	1	1	1	3	4	6
	2	2	2	4	5	7
	3	2	3	5	5	8
2	1	1	2	4	5	7
	2	2	3	5	6	8
	3	3	4	5	7	8
Antebrazo						

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

Añadir +1 si una o más partes del cuerpo permanecen estáticas, por ejemplo, aguantar más de 1 minuto. Añadir +1 si hay movimientos repetitivos, por ejemplo. Repetición superior a 4 veces/ minuto (excluyendo caminar), Añadir +1 si se producen cambios posturales importantes o posturas inestables

Puntuación final	
Lado izquierdo	
2	
Nivel de acción	
1	No necesario
4 a	Necesario
11 a	Actuación inmediata

Puntuación final	
Lado derecho	
2	
2 a	Puede ser necesario
8 a	Necesario pronto

Figura 5.6 Resultados de la herramienta REBA

Resultados obtenidos de la herramienta RULA (ver la Figura 5.6).

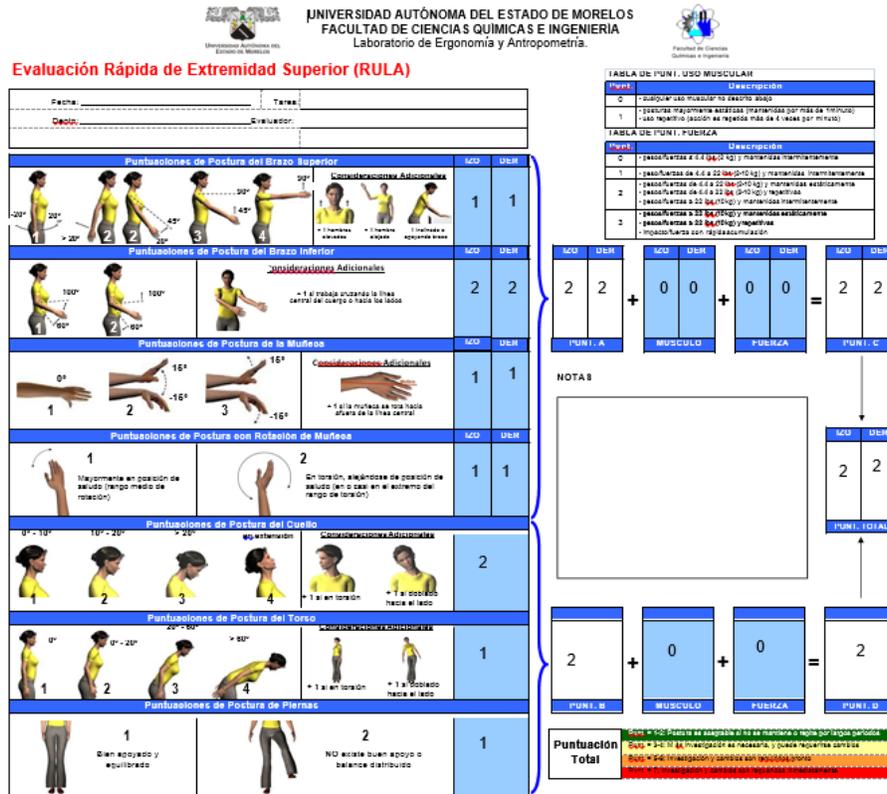


Figura 5.7 Resultados de la herramienta RULA

Comparación de resultados antes y después de la mejora.

En la Tabla 5.1 se pueden observar los resultados antes y después de la mejora.

Tabla 5.1 Comparación de resultados (Desarrollo propio)

Formato	Niveles de acción		Resultados	
			Antes de la mejora	Después de la mejora
REBA	Nivel de acción REBA		Cambios requeridos inmediatamente. Nivel de acción = 12	Puede requerir cambios. Nivel de acción = 2
	1	Cambios no necesarios		
	2 a 3	Puede necesitar cambios		
	4 a 7	Cambios necesarios		
	8 a 10	Cambios necesarios pronto		
	11 a 15	Cambios requeridos inmediatamente		
RULA	Nivel de acción RULA		Cambios requeridos pronto. Nivel de acción = 7	Puede requerir cambios. Nivel de acción = 2
	1	Postura aceptable		
	2 a 3	Puede requerir cambios		
	4 a 7	Cambios son requeridos pronto		
	8 a 10	Cambios son requeridos inmediatamente		
NIOSH	Nivel de acción Niosh		La tarea es inaceptable	La mayoría no debería tener problemas Nivel de acción = 0.78
	IL<1	La mayoría no debería tener problemas		
	1<IL<3	Algunos trabajadores pueden tener lesiones		
	IL>3	La tarea es inaceptable		

5.4 Cumplimientos de objetivos

Se desarrollaron 3 formatos para detectar la tarea que representa un mayor riesgo ergonómico para los trabajadores.

El primer formato basado en el método Múndelo evaluó las tareas de manipulación manual y arrojó que ambas tareas sobrepasan los límites establecidos en la tabla REFA que es la que establece la fuerza máxima ejercida por el trabajador.

El segundo Formato basado en la ecuación Niosh que evalúa la manipulación manual de cargas y levantamiento de pesos ayudó a evaluar las 2 tareas de manipulación manual y los resultados determinaron que ambas tareas se salen de los parámetros establecidos por la ecuación.

El tercer formato basado en la norma Iso 11228-2 y en la herramienta RAPP determina el riesgo al transportar los rollos en el carro transportador, arrojó que los trabajadores están expuestos a un riesgo alto en lo referente a las posturas y distancias y un riesgo medio-bajo en lo referente al agarre y las cargas.

Con los resultados se determinó que las tareas que conllevan un mayor riesgo son las dos tareas de manipulación manual.

Con la implementación de la propuesta de mejora, las tareas pasaron de tener un riesgo alto que superaba los parámetros establecidos, a tener un riesgo medio-bajo.

Capítulo 6 Conclusiones y bibliografía

6.1 Conclusiones

La presente tesis se llevó a cabo en una empresa farmacéutica, específicamente en el área de Sellado, de acuerdo a los datos presentados por el área de salud ocupacional, se determinó que los mecánicos son los trabajadores más expuestos a los riesgos.

La actividad de manipulación manual y transporte de rollos se dividió en 5 tareas, se seleccionaron 3 donde predomina la manipulación manual de los rollos. Las tareas seleccionadas fueron; pasar los rollos del rack a la plataforma, pasar los rollos de la plataforma al carro transportador y transportar los rollos en el carro del rack a la máquina hidráulica.

En la metodología desarrollaron 3 formatos para la evaluación de las tareas: el primero evalúa las fuerzas ejercidas por el trabajador al mover el rollo y está basado en el método Mondelo, el segundo formato resuelve la ecuación NIOSH encontrada en la norma ISO 11228-1 y el tercer formato es para medir el riesgo que hay en el transporte de cargas, este último formato se basa en la norma ISO 11228-2 y en el manual RAPP.

En el apartado de resultados se obtuvo a través de los formatos, que pasar los rollos del rack a la plataforma y de la plataforma al carro son las tareas más riesgosas en el área de Sellado, ya que los datos arrojados en los estudios superaron los parámetros establecidos.

El riesgo en estas dos tareas se debe a las posturas adoptadas por los trabajadores y el peso de los rollos, ya que estos llegan a pesar más de 100 kilogramos.

Para eliminar las posturas forzadas y la carga en los trabajadores se presentó la propuesta de mejora que consiste en la implementación de un polipasto en el rack.

Con la implementación de la propuesta se eliminan las posturas forzadas y la carga en los trabajadores. Los resultados de la ecuación NIOHS arrojaron un resultado de $IL = 0.78$ lo que significa que ningún trabajador debería tener problema al realizar la

tarea. En las herramienta REBA y RULA se pasó de un nivel de riesgo bajo a uno medio-bajo, el nivel de riesgo alto significa que la tarea conlleva mucho riesgo y tiene que ser rediseñada inmediatamente, un nivel de riesgo medio-bajo significa que la tarea aún puede tener mejoras pero ya no tiene un riesgo alto.

Con la implementación de la propuesta de mejora se espera disminuir el riesgo en un 68% cumpliendo con ello los objetivos y la hipótesis de esta tesis.

6.2 Bibliografía

- Guillen M. (2018). Ergonomía y la relación con los factores de riesgo en salud ocupacional. 2021, de revista cubana de enfermería sitio web: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s0864-03192006000400008
- Ruiz L. (2011). Manipulación manual de cargas guía técnica del insht. 2021, de centro nacional de nuevas tecnologías sitio web: <https://www.insst.es/documents/94886/509319/guiatecnicammc.pdf/27a8b126-a827-4edd-aa4c-7c0ca0a86cda>
- De la vega E. (2005). Listas de verificación, métodos y modelos matemáticos para evaluación ergonómica de ambientes de trabajo-segunda parte. 2021, de estrucplan sitio web: <https://estrucplan.com.ar/listas-de-verificacion-metodos-y-modelos-matematicos-para-evaluacion-ergonomica-de-ambientes-de-trabajo-segunda-parte/>
- Morales A. (2013). Ergonomía del trabajo de enfermeras en el manejo manual de pacientes con metodología reba y mapo. 2021, de revista digital de medio ambiente “ojeando la agenda” sitio web: <file:///c:/users/alejandra/downloads/dialnet-ergonomiadeltabajodeenfermerasenelmanejomanualdep-6105590.pdf>
- Miralles R. (2001). Biomecánica de la columna. 2021, de revista-sociedad española del dolor sitio web: http://revista.sedolor.es/pdf/2002_11_12.pdf
- Millan C. (2014). Manual de medidas antropométricas. 2021, de universidad nacional de costa rica sitio web: <https://repositorio.una.ac.cr/handle/11056/8632>
- Molina M. (2005). ¿qué es el estado del arte? 2021, de universidad de la salle. Ediciones unisalle sitio web: <https://ciencia.lasalle.edu.co/svo/vol3/iss5/10/>

- Almeida G. (2012). Prevalencia de lumbalgias en trabajadores expuestos a manipulación manual de cargas (mmc) en el área de moldeados de la empresa eternit ecuatoriana. 2021, de universidad san francisco de quito sitio web: <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/5097/1/106688.pdf>
- Sánchez A. (2019). Diseño de una guía de buenas prácticas para la manipulación manual de mercancías para los empleados de la empresa transporte y logística miguel sanchez s.a.s. En bogotá. 2021, de uniminuto sitio web: <https://repository.uniminuto.edu/bitstream/handle/10656/8076/dise%20de%20una%20gu%20de%20buenas%20pr%20cticas%20para%20la%20manipulaci%20n%20manual%20de%20mercanc%20das%20para%20los%20empleados%20de%20la%20empresa%20transpo~1.pdf?sequence=2&isallowed=y>
- Vázquez D. (2019). Manejo manual de materiales orientado a operaciones logísticas en la industria automotriz. 2021, de tecnológico nacional de méxico sitio web: <http://ith.mx/posgrado/mii/tesis/debbie%20yemileth%20vasquez%20gomez.pdf>
- Martínez R. (2018). Los riesgos ergonómicos en el personal de los almacenes generales de intendencia del campo militar no. 1-a ciudad de méxico, 2017. 2021, de universidad autónoma del estado de méxico sitio web: <http://148.215.1.182/bitstream/handle/20.500.11799/99312/tesis%20rube%20n%20marti%20nez%20tf%202018.pdf?sequence=1&isallowed=y>
- Health and safety executive . (2016). Risk assessment of pushing and pulling. 2021, de health and safety executive sitio web: www.hse.gov.uk/pubns/indg478.htm

- Rm-375-2008-tr. (2008). Resolución ministerial n° 375-2008-tr. 2021, de ministerio de trabajo y promoción de empleo sitio web: <https://www.gob.pe/institucion/mtpe/normas-legales/394457-375-2008-tr>
- Orlando E. (2014). Identificación, evaluación y propuesta de intervención para reducir la exposición a riesgos ergonómicos con posibles efectos musculoesqueléticos durante el proceso de fabricación de fundas tipo camiseta. 2021, de universidad internacional sek sitio web: <https://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/982>
- Pinto R. (2012). Ecuaciones de empuje y arrastre achs: relación entre el peso de una carga y la fuerza humana necesaria para moverla. 2021, de cienc trab sitio web: <https://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/982>
- Chingo N. (2021). Diseño de un plan de acción para la gestión de riesgos ergonómicos a los que están expuestos los trabajadores de la empresa jj construcciones. 2021, de universidad técnica del norte sitio web: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/11024/2/04%20ind%20288%20trabajo%20grado.pdf>
- Díaz J. (2019). Prevalencia de sintomatología musculoesquelética en trabajadores que realizan labores de paletizado manual en haciendas de banano del cantón el guabo. 2021, de universidad espíritu santo sitio web: <http://repositorio.uees.edu.ec/bitstream/123456789/3017/1/as%20tudillo%20izurieta%20y%20belduma%20valverde.pdf>
- Martínez A. (2018). Estudio ergonómico en el puesto de trabajo de preparación de materiales en carrocerías jácome de

- la ciudad de ambato. 2021, de universidad tecnológica indoamérica sitio web: <http://repositorio.uti.edu.ec/bitstream/123456789/924/1/alessandro%20ariel%20martinez%20cordovilla.1.pdf>
- Mondelo P. (1998). Ergonomía 3. Diseños de puestos de trabajo. Barcelona: mutua universal.
 - Combarros A. (2013). Aplicación de la ecuación niosh en un almacén. 2021, de universidad de valladoliid sitio web: <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/4951/tfm-i-44.pdf?sequence=1&isallowed=y>
 - Reinoso M. (2013). Prevalencia de lesiones en columna lumbar por sobreesfuerzo en trabajadores de la construcción en tareas de soldadura y albañilería en la constructora arq concept mediante la aplicación de la ecuación niosh en el período noviembre 2012. 2021, de pontificia universidad católica del ecuador sitio web: <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/6006/t-puce-6273.pdf?sequence=1&isallowed=y>
 - Yáñez J. (2019). Relación del nivel de riesgo ergonómico según niosh con los trastornos músculo esqueléticos en estibadores de la empresa transerpel s.a. 2021, de pontificia universidad católica del ecuador sitio web: <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/17764/disertaci%c3%b3n%20de%20grado%20jefferson-y%c3%a1nez.pdf?sequence=1&isallowed=y>
 - Hernández A. (2015). Evaluación de la manipulación manual de cargas en hornos de fundición. 2021, de centro de ergonomía aplicada sitio web:

https://www.researchgate.net/publication/275655969_evaluacion_de_la_manipulacion_manual_de_cargas_en_hornos_de_fundicion

- Sánchez P. (2016). “evaluación del riesgo ergonómico por levantamiento manual de carga en una ensambladora de motos”. 2021, de universidad de guayaquil sitio web: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/21493/1/tesis%20pablo%20posada%20sanchez.pdf>
- Montiel M. (2006). Valoración de la carga postural y riesgo musculoesquelético en trabajadores de una empresa metalmecánica. 2021, de instituto de medicina del trabajo e higiene industrial sitio web: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s1315-01382006000100006&fbclid=iwar3xd8mwgjckizb1tgitig6xmev2irvbmcv69kpfj_3gw0necwoix6w5wrw
- Flores M. (2019). Efecto de la aplicación del método reba, en la productividad de esparrago verde fresco de la empresa corinor s.a.c.. 2021, de universidad nacional de trujillo sitio web: <https://dspace.unitru.edu.pe/handle/unitru/12631?fbclid=iwar1p4jw2znaeibcq3s0qybd8qa-cayaezd4cubpwjknzozhygnsbmwwmc>
- Julca A. (2019). Aplicación del método reba para identificar trastornos musculoesqueléticos en los conductores de volquete en la empresa multisectorial de ayash s.a., en antamina – año 2018. 2021, de universidad nacional santiago aquiles de mayolo sitio web: <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/unasam/3480?fbclid=>

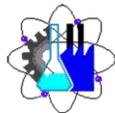
iwar3xd8mwgjlckizb1tgtig6xmev2irvbmcv69kpfj_3gw0necwoi
x6w5wrw

- Rosas A. (2018). Determinación del nivel de riesgo postural según el método reba en alumnos de quinto año de la clínica odontológica de la u.c.s.m. Arequipa, 2018. 2021, de universidad católica de santa maría sitio web: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/record/ucsm_4729a392780f299e7a0664780ac4f0f2
- Reyes M. (2017). Evaluación del riesgo ergonómico en líneas de ensacado mediante el método rula. 2021, de espol sitio web: https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/39404?fbclid=iwar3nn6lwdgw-0s8_vhi6zcr5izowsoubk-1u1yaxrctmr669jvvyhfivigu
- Rodríguez S. (2013). Evaluación de riesgos ergonómicos mediante el método rula. 2021, de universidad de valladolid. Escuela de ingenierías industriales sitio web: https://uvadoc.uva.es/handle/10324/7860?fbclid=iwar2w5spsjf8ys72wule-wfwvcvcudlqng1thxxsmjbbxqeqow_dqjdglacc
- Flores M. (2018). Evaluación de riesgos ergonómicos en el área de estibación y monitoreo de panel central, mediante los métodos rula y ocr, en industrias guapán. 2021, de revista de ciencias pedagógicas e innovación sitio web: <https://incyt.upse.edu.ec/pedagogia/revistas/index.php/rcpi/article/view/164>

Farmacéutica



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



Facultad de Ciencias
Químicas e Ingeniería



FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS e INGENIERÍA

Programas educativos de calidad reconocidos por CIEES, CACEI y CONACYT
SGC Certificada en la norma ISO 9001:2015

FORMA T-4A
NOMBRAMIENTO COMITÉ REVISOR

Cuernavaca, Mor., a 7 de Marzo del 2022

DRA. JESUS DEL CARMEN PERALTA ABARCA
DRA. VIRIDIANA AYDEE LEON HERNANDEZ
DRA. MARTHA ROSELIA CONTRERAS VALENZUELA
DRA. ANA MARIA HERNANDEZ JASSO
ING. PABLO DE JESUS RIVERA TAPIA
P R E S E N T E

Me permito comunicarles que han sido designados integrantes del **COMITÉ REVISOR** del trabajo de:

TRABAJO DE DESARROLLO PROFESIONAL POR ETAPAS

Titulado:

Propuesta de mejora en el área de Sellado Vx basada en evaluación de riesgo ergonómico.

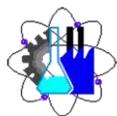
Que presenta (el) o (la) **C. Alejandra Ayala Botello**
Del programa educativo de: **INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Atentamente
Por una humanidad culta
Una universidad de excelencia

DRA. VIRIDIANA AYDEE LEÓN HERNÁNDEZ
Directora de la FCQel
Firmado Electrónicamente



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



Facultad de Ciencias
Químicas e Ingeniería



FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS e INGENIERÍA

Programas educativos de calidad reconocidos por CIEES, CACEI y CONACYT
SGC Certificada en la norma ISO 9001:2015

DICTAMEN

DRA. VIRIDIANA AYDEÉ LEÓN HERNÁNDEZ
DIRECTORA DE LA FCQeI
P R E S E N T E

En respuesta a su amable solicitud para emitir DICTÁMEN sobre el trabajo que se menciona, me permito informarle que los abajo firmantes otorgan su voto aprobatorio y firman electrónicamente para dar validez.

VOTO	NOMBRE	FIRMA
	DRA. JESUS DEL CARMEN PERALTA ABARCA	
	DRA. VIRIDIANA AYDEE LEON HERNANDEZ	
	DRA. MARTHA ROSELIA CONTRERAS VALENZUELA	
	DRA. ANA MARIA HERNANDEZ JASSO	
	ING. PABLO DE JESUS RIVERA TAPIA	



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

VIRIDIANA AYDEE LEON HERNANDEZ | Fecha:2022-03-07 19:55:45 | Firmante

B0Y3QpH8oN8Vz1WlxLfLY2gSyZ6RoaM7s2VJd7ICTYkfv+e0gLgqB8ldjudAW2CQYohdCSkXXhmBKjOyF5EsB1uHj0QGPb5QmyrWF4FG8tbkXwRV8t0ELS2/EML3vLR1lkGW
WOHc4chpzYT5nVNS5/ggY1z8r+6Si+HbC1AysPbnD8UDKV3iXUT1b38nqBgLb7dSXMxCY8wDPubmUuAfbjInfW4iIKyNqmLnrknXdYQ4tzoqXP0w/IXZT022QuwIAOC/J7/LGFag
RclHKaFUs0F2AByD+ykpdGd1FHoya69cPWmkcgH4IKGWiWyJ7AHvKusX6Xrk2qjUrAOoF0imdA==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o
escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



[dyBkiWgLM](#)

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/lahvVeTQn1KxQvloW2EsvEYHNBfajbAx>





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

ANA MARIA HERNANDEZ JASSO | Fecha:2022-03-08 17:11:40 | Firmante

coLaZCAmVEeHLZIGD+pRqbmjUuNmpVb9pK0pf8BzC/gXB3TrazalSHRAf4/8LjbQGriGjg7y40DD9iMAGoiLwulwKbLqvqG3085DRskkcKPy3kOiwfuWzILQEY3ElfkyDoka5AftfN O7+aHvOdFMFIiVVMFHhwrghlZ/KMeJ0ZJdLr7ykhkRKRKDZIVTV/WrMQGJVlgDaeZpMNhmHiivGadQ5s0B2TR5NSL/PMPOBk1t19FsYAUHfwT04cYNI/dXFcyHSArVDL/01yle Uo/xYPEGVPOJNiEzNom8YowVTdfaHp2r8v2ckNj0VPp7hKUS9isVx8COdC9ulBsUsWr4A==

VIRIDIANA AYDEE LEON HERNANDEZ | Fecha:2022-03-08 17:52:36 | Firmante

PUWVofF++lwc3kh3tyKVpi+n82H3x9P8tmpkCFXQotWsW1jfgE+X0cLLXg43LX3A+cXeqogli4S0F+PSmCvuj9VCJ2a2TeUFNltG8ktyXzETDQ3G3+j4OvBtwkimYayma5F8PEsPv sv58UDSKgZbsey9M+xNpXuCs1qZK0UmDF1waJ9rS59nJDLutE1dA75S1nBd4z6xLxkHrJ/1U5CGGS+58XS7F1LZTEbq+ieyRoukkMtPwzCkl+Tt7bo3j5zpXA6rv1+sX/yN1KFXs e0HFnhU8E4AFKz5Nw6TGCBzAFSzc4gbWEmTNEcr5F6Balc8b0QH4rrLV6VeWfChwcA==

PABLO DE JESUS RIVERA TAPIA | Fecha:2022-03-09 08:46:35 | Firmante

R8m1XZ4VT3yQthktczGgynZKWM58yrdOfKmCHdc3UpNjZ8TJf+hnZ0cW0TIBQ0bMurDh7JID0kynDW0pqtSqR7zeVHICING7ydpuHxwVKrYtds2wJLIBzjjazdviEzsaAEPoyEUX FtNK91njHm3nw22aW+pPLAINJAMTF99XsRjp0ReomVImZQWVlHIXoDbx3yhXpRNbqqbrMyz2Z/fQJji+mGg0Tyou5DQJHFsrU53gbgoHgQ33nmg9jYHYTh7jOrwfXvbWxlb9byb T6d7LzOcj7vakLq177PTjo7UjCBfKntOseb/XG+27tNE9InaeMHS3R+VCaU5TspxmNwKQ==

MARTHA ROSELIA CONTRERAS VALENZUELA | Fecha:2022-03-09 10:52:51 | Firmante

X22pMkYcn7K5cp8ARTc55H7KEylzV17ZIFbMnsMXKSSm7M2FC1XRd6OrYJCbEKHXvofyKzqVO2hY8Go9XMovUT4xiWbcln4Dnlkloyox083iFLS10X/FRU4S4CMOoggtR/TGz KkSnyfQlWp1fEFnuTs7SRM99oCiVpXHyVBXMM8AOxtklXP13roWdyOpwHCT+QX3tigaZ7CbhPWIKH64+olptTP6cenqV4w3epfQZcR46E0moKkL13Az35CI0Y62W4BXARf/Qocl nUphUA847lbXH9iYP/Fm3V1LnTWU0tiYre0tcUmuO9FC+px4ppAvCMy2NmShq5jbdvgo30Rtw==

JESUS DEL CARMEN PERALTA ABARCA | Fecha:2022-03-10 10:20:29 | Firmante

WX9yf1b3n/pbGxAaeuAiD8VXjMlz4cH9mh5t7PI1EGdG/uo0j5++IBN+tKlVOIFgZJ/iI7Za727ksX1Ubtv1UHuoqyOx98RyeuyYaJzWlaltNEkntS4+sQYTulsTUO6Oqc/5yIVX26o08Lz nBC7t/7xiYHMBLGBjuFhMyUY3nBrPB7Pexer2rPnXzSeG+9NeytgXz3pJffhzr9Snt8DctsTjYsN6KnP5bA1wQf3ygv54llfepo3/waaZZipct4qqp43UDjzHubD9azF9562IN98oyj7M2r W20vYeNhdLhkTyqUokdovzI4OAISEpT4XytVXSp0fhfRrAmxV3duinw==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



[jElbO1phi](#)

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/3TvWK3dPzpglZ2r6Elt1q2nCxCxSymPFF5>

