

FORMULACIÓN DEL PLAN DE INTERVENCIÓN PARA EL RIESGO
BIOMECÁNICO EN EL ÁREA DE EGRÓN EN UNA EMPRESA MULTIPRODUCTO EN
EL VALLE DEL CAUCA DURANTE EL 2022

PAULA ANDREA ESPINOSA OSORIO

ANA MARÍA GARZÓN ROJAS

DIRECTORA MARÍA JOSÉ VIRVIESCAS

UNIDAD CENTRAL DEL VALLE DEL CAUCA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESPECIALIZACIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

TULUÁ, VALLE DEL CAUCA

2022

Contenido

Glosario	9
Resumen	10
Abstract	12
Introducción	14
1 Descripción del Problema	16
1.1 Antecedente	16
1.2 Descripción del Problema	18
1.3 Formulación de la Pregunta Problema	21
2 Justificación	22
3 Objetivos	23
3.1 Objetivo General	23
3.2 Objetivos Específicos	23
4 Marco Referencial	24
4.1 Marco Teórico	24
4.1.1 Producción de Café Instantáneo	24
4.1.2 Biomecánica	25
4.1.3 Factor de Riesgo Biomecánico	26
4.1.3.1 Levantamiento de carga manual	27
4.1.4 Efectos del Levantamiento de Cargas en la Salud	28
4.1.4.1 Trastornos Musculoesqueléticos – TME	28
4.2 Marco Conceptual	30
4.3 Marco Legal	32
4.4 Estado del Arte	34
5 Metodología	43
5.1 Tipo de Investigación, Enfoque y Corte	43
5.2 Operacionalización de las Variables	43
5.3 Técnica de Recolección de Datos	44
5.4 Desarrollo Metodológico	44
5.4.1 Fase 1. Elaboración de un Diagnóstico del Proceso Productivo Realizado en el Área de Egrón45	

5.4.1.1	Recolección de Información Primaria.	45
5.4.1.2	Recolección de Información Secundaria.	46
5.4.2	Fase 2. Evaluación del Riesgo Biomecánico en el Área de Egrón Mediante Diferentes Metodologías	46
5.4.2.1	Toma de videos y fotografías	47
5.4.2.2	Aplicación de la Metodología MAC Mediante el Software ERGOVIDA2	47
	5.4.2.2.1 Evaluación de tareas de levantamiento y descenso de carga ejecutadas por una sola persona.	49
	5.4.2.2.2 Evaluación de tareas de levantamiento y descenso en equipo.	58
	5.4.2.2.3 Evaluación de Tareas de Transporte.	60
	5.4.2.2.4 Análisis del Riesgo	63
5.4.2.3	Aplicación del Método RULA	64
	5.4.2.3.1 Factor de Riesgo Referente a la Postura	65
	5.4.2.3.2 Factor de Riesgo por Contracción Estática del Musculo	69
	5.4.2.3.3 Factores de Riesgo por Fuerza	70
	5.4.2.3.4 Puntuación Final de los Factores de Riesgo	70
5.4.3	Fase 3. Formulación de programas y proyectos que incluyan objetivos, metas e indicadores de seguimiento para la intervención del riesgo biomecánico.	71
6	Aspectos Éticos	73
7	Resultados	74
7.1	Fase 1. Diagnóstico del Proceso Productivo Realizado en el Área de Egrón	74
7.1.1	Recolección de Información Primaria.	74
7.1.1.1	Visita General de Inspección	74
	7.1.1.1.1 Área Café verde -Torrefacción	75
	7.1.1.1.2 Área de extracción café	76
7.1.2	Recolección de Información Secundaria.	79
7.1.2.1	Información de Principios Básicos del Proceso.	79
	7.1.2.1.1 Torrefacción	79
	7.1.2.1.2 El calentamiento y secado	81
	7.1.2.1.3 Enfriamiento	82
	7.1.2.1.4 Extracción	83

7.2	Fase 2. Evaluación del Riesgo Biomecánico Mediante Metodología MAC en el Área de Egrón	87
7.2.1	Toma de videos y fotografías	87
7.2.2	Aplicación de la Metodología MAC Mediante el Software ERGOVIDA2	90
7.2.2.1	Evaluación de tareas de levantamiento y descenso de carga ejecutadas por una sola persona.	90
7.2.2.2	Evaluación de tareas de levantamiento y descenso en equipo.	93
7.2.2.2.1	Tarea de levantamiento de cargas: tubo de 30 Kg	93
7.2.2.2.2	Tarea de levantamiento de cargas en equipo: tubo de 54 Kg	97
7.2.2.2.3	Tarea de descenso de cargas: tubo de 54 Kg	101
7.2.2.3	Evaluación de Tareas de Transporte.	104
7.2.2.3.1	Tareas de Transporte: Individual	104
7.2.2.3.2	Tareas de Transporte: En Equipo	107
7.2.2.4	Discusión de resultados obtenidos en la evaluación de levantamiento y descenso de cargas mediante método MAC.	115
7.2.2.5	Discusión de resultados obtenidos en la evaluación del desplazamiento manual de cargas mediante método RULA.	118
7.2.3	Aplicación del Método RULA	119
7.2.3.1	Levantamiento de cargas individual	119
7.2.3.2	Evaluación del riesgo transporte de cargas individual	124
7.2.3.3	Evaluación levantamiento de cargas en equipo tubo de 30 Kg.	127
7.2.3.4	Evaluación levantamiento de cargas en equipo tubo de 54 Kg.	133
7.2.3.5	Evaluación transporte de cargas en equipo tubo de 54 Kg.	138
7.2.3.6	Evaluación descenso de cargas en equipo, tubo de 54 Kg.	144
7.2.3.1	Discusión de resultados obtenidos en la evaluación de levantamiento, transporte y descenso de cargas mediante método RULA.	150
7.3	Fase 3. Formulación de programas y proyectos que incluyan objetivos, metas e indicadores de seguimiento para la intervención del riesgo biomecánico.	157
8	Conclusiones	164
9	Recomendaciones	166
	Referencias	168

Lista de tablas

Tabla 1. Normatividad en Seguridad y Salud en el Trabajo	32
Tabla 2 Indicadores ergonómicos y riesgos de la carga física de trabajo en la producción de alimentos y posibilidades de prevención de riesgos	34
Tabla 3 Análisis Antropométrico y Geométrico para el Diseño de un Prototipo Ergonómico en la Industria de Panela	36
Tabla 4. Evaluación ergonómica por manipulación de cargas del puesto de trabajo de manejo de cilindros de gases en una distribuidora de Quito	37
Tabla 5 Diseño de un plan de acción para reducir la carga física biomecánica en empresas del sector del calzado del Valle del Cauca	38
Tabla 6 Identificación del Peligro Biomecánico y Condiciones Ergonómicas de los Operarios de la Rectificadora Fénix de la Ciudad de Tuluá Valle Durante el Primer Semestre del 2020	40
Tabla 7	41
Tabla 8 Operacionalización de las Variables	43
Tabla 9. Categorías del nivel de riesgo de la metodología MAC	48
Tabla 10 Acciones a implementar según el resultado de la metodología MAC	63
Tabla 11 Nivel de actuación método RULA.....	71
Tabla 12. Información de los trabajadores que realizan la manipulación de carga manual.	75
Tabla 13 Resumen resultados obtenidos en la evaluación de levantamiento y descenso de cargas mediante método MAC.....	114
Tabla 14. Resumen resultados obtenidos en la evaluación del desplazamiento manual de cargas mediante método MAC.....	117
Tabla 15. Resumen resultados obtenidos en la evaluación de levantamiento y descenso de cargas mediante método RULA.....	149
Tabla 16 Resultado de metodologías de evaluación aplicadas	154
Tabla 17 Ficha No. 1 Instalación de polipasto para levantamiento de cargas	157
Tabla 18 Ficha No. 2. Entrenamiento en el uso de nueva tecnología	159
Tabla 19 Cronograma de actividades ficha No. 2.....	160
Tabla 20 Ficha No. 3 capacitación en higiene postural y manejo de cargas.....	161
Tabla 21 Cronograma ficha No. 3.....	162

Lista de figuras

Figura 1. Peligro Biomecánico por Levantamiento de Cargas Pesadas sin Ayuda Mecánica por Sector Económico en Colombia sin Ayuda Mecánica por Sector Económico en Colombia	18
Figura 2 Proceso Productivo del Café Soluble	19
Figura 3. Diagrama de causa y efecto que esquematiza la naturaleza multifactorial del dolor lumbar.	29
Figura 5 Presentación Software ERGOVIDA2	48
Figura 6 Nivel de Riesgo con Peso y Frecuencia d	50
Figura 7 Determinación del Nivel de Riesgo con Peso y Frecuencia del Levantamiento de Cargas.	51
Figura 8 Distancia Horizontal entre Manos y Espalda	52
Figura 9 Región Vertical de Levantamiento o Descenso	53
Figura 10 Torsión e Inclinación Lateral del Tronco	54
Figura 11 Restricciones posturales	55
Figura 12 Acoplamiento Mano – Objeto	56
Figura 13 Superficie de Trabajo	57
Figura 14 Factores Ambientales Complementarios	58
Figura 15. Peso Manejado	59
Figura 16. Comunicación, Coordinación y control.....	60
Figura 17 Carga Asimétrica sobre la Espalda.....	61
Figura 18 Medición de la distancia de traslado	62
Figura 19 Evaluación de la Presencia de Obstáculos por la Vía de Desplazamiento	63
Figura 20. Software para aplicar el método RULA	64
Figura 21 Posición del brazo	66
Figura 22 Posición del antebrazo	67
Figura 23. Posición de la muñeca	68
Figura 24. Café verde y torrefacción	75
Figura 25. Extracción.....	76
Figura 26 Egrón	77
Figura 27 Fotografía Vaciadores y líneas de llenado	78
Figura 28. Proceso unitario	79
Figura 29 Flujograma de torrefacción	80
Figura 30. Curva de tostado	81
Figura 31 Diagrama de proceso de extracción.....	83
Figura 32 Diagrama de procesos de extracción 2	84
Figura 33 Diagrama de proceso Egrón	85
Figura 34 Llenado en Egrón	87
Figura 35. Aplicación de la herramienta KINOVEA para el análisis del video.....	88
Figura 36. Levantamiento de carga y desplazamiento individual	89
Figura 37. Levantamiento de carga y desplazamiento en equipo	89

Figura 38. Postura crítica del Levantamiento de carga individual	90
Figura 39. Resultado del Nivel de Riesgo con Peso y Frecuencia del Levantamiento de Cargas.	91
Figura 40. Resultado de evaluación Levantamiento de cargas individual	93
Figura 41. Levantamiento de carga en equipo tubo de 30 Kg	94
Figura 42 Resultado de evaluación levantamiento de cargas en equipo, tubo de 30Kg.....	96
Figura 43 Levantamiento de cargas en equipo, tubo de 54 Kg.....	97
Figura 44 Resultado de evaluación levantamiento de cargas en equipo, tubo de 54 Kg.....	100
Figura 45 Descenso de carga en equipo, tubo de 54Kg.....	101
Figura 46 Resultado evaluación descenso de carga en equipo, tubo de 54 Kg	103
Figura 47 Postura crítica desplazamiento individual	104
Figura 48. Resultado del Nivel de Riesgo con Peso y Frecuencia del Levantamiento de Cargas.	105
Figura 49 Resultado de evaluación desplazamiento individual.....	107
Figura 50 Postura evaluada para transporte de cargas en equipo	108
Figura 51. Resultados transporte de cargas tubo de 54 Kg trabajador No. 1.....	110
Figura 52 Resultados transporte de cargas tubo de 54Kg trabajador No. 2.....	113
Figura 53 Postura brazo, antebrazo y muñeca a evaluar mediante método RULA, levantamiento de carga individual	119
Figura 54 Postura de cuello y espalda a evaluar mediante método RULA, levantamiento de carga individual	121
Figura 55. Puntuación final método RULA, levantamiento de cargas individual	123
Figura 56 Postura brazo, antebrazo y muñeca a evaluar transporte de cargas individual	124
Figura 57 Postura de cuello y espalda a evaluar transporte de cargas individual.....	125
Figura 58 Puntuación final de los factores de riesgo de transporte de carga individual.....	127
Figura 59 Postura brazo, antebrazo y muñeca a evaluar de la instalación del tubo de 30 Kg...	128
Figura 60 Postura de cuello y espalda a evaluar de la instalación del tubo de 30 Kg	129
Figura 61 Puntuación final de los factores de riesgo para levantamiento de cargas en equipo tubo de 30 Kg, trabajador No. 1	132
Figura 62 Puntuación final de los factores de riesgo para levantamiento de cargas en equipo tubo de 30 Kg, trabajador No. 2.....	132
Figura 63 Postura brazo, antebrazo y muñeca a evaluar levantamiento de cargas tubo de 54 Kg	133
Figura 64 Postura de cuello y espalda a evaluar levantamiento de cargas tubo de 54 Kg	135
Figura 65 Puntuación final de los factores de riesgo para levantamiento de cargas en equipo tubo de 54 Kg, trabajador No. 1	137
Figura 66 Puntuación final de los factores de riesgo para levantamiento de cargas en equipo tubo de 54 Kg, trabajador No. 2.....	137
Figura 67 Postura brazo, antebrazo y muñeca a evaluar transporte de cargas tubo de 54 Kg...	138
Figura 68. Postura cuello y espalda a evaluar, transporte de cargas tubo de 54 Kg	140

Figura 69 Puntuación final de los factores de riesgo para levantamiento de cargas en equipo tubo de 54 Kg, trabajador No. 1	142
Figura 70 Puntuación final de los factores de riesgo para levantamiento de cargas en equipo tubo de 54 Kg, trabajador No. 2.....	143
Figura 71 Postura brazo, antebrazo y muñeca a evaluar descenso de cargas, tubo de 54 Kg ...	144
Figura 72 Postura cuello y espalda a evaluar, descenso de cargas, tubo de 54 Kg	146
Figura 73 Puntuación final de los factores de riesgo para el descenso de cargas en equipo tubo de 54 Kg, trabajador No. 1.....	148
Figura 74 Puntuación final de los factores de riesgo para el descenso de cargas en equipo tubo de 54 Kg, trabajador No. 2.....	148
Figura 75 Actividad inadecuada para la instalación del bajante en el ducto de llenado.....	152
Figura 76 Diseño de rieles y polipasto.....	158

Glosario

BAJANTE: tubo que se instala para el llenado de formato ya se big box, totes o cajas.

DESORDEN MUSCULOESQUELÉTICO: lesiones generadas en los trabajadores por realizar tareas como empujar o jalar objetos normalmente de gran peso y volumen, los cuales afectan las articulaciones, nervios, tendones, entre otros.

EGRÓN: etapa de secado en el cual se producen cambios físicos, a partir de un choque térmico entre el extracto de café con aire caliente.

FORMATO DE PRODUCTO: características físicas que definen la apariencia del producto, como alto, ancho, peso, entre otros.

METODOLOGÍA MANUAL HANDLING ASSESSMENT CHARTS - MAC: es una metodología para evaluar el riesgo biomecánico generado por tareas de levantamientos, transporte y descenso de cargas ya sea individual o en equipo, mediante una escala para valorar el factor de riesgo y un código de colores para calificarlo.

MÉTODO RULA: procedimiento de análisis ergonómico que permite evaluar la exposición de los trabajadores a factores de riesgo que originan una elevada carga muscular, que puede generar trastornos musculoesqueléticos en los miembros superiores del cuerpo.

POLIPASTO: maquina compuesta por un conjunto de poleas, este mecanismo permite mover o elevar objetos pesados.

RIESGO BIOMECÁNICO: son elementos externos que pueden afectar a una persona cuando realiza una tarea, estos pueden ser posturas mantenidas o forzadas, movimientos repetitivos y manipulación manual de cargas.

Resumen

Con el presente trabajo se propone un Plan de Intervención para el riesgo biomecánico en el área de Egrón en una empresa multiproducto en el Valle del Cauca durante el 2022, el cual pretende plantear acciones para disminuir, prevenir y controlar tareas inseguras que promueven accidentes y/o enfermedades generadas en el proceso de Café.

Inicialmente se realizó una revisión del proceso de café, con el cual se procuró identificar y conocer a través de visitas, entrevistas al personal, el proceso en su generalidad, específicamente en el área de Egrón para comprender con mayor detalle donde ocurre el riesgo biomecánico.

Lo anterior, se evaluó 10 y 8 posturas crítica de forma individual o grupal en el levantamiento, transporte y descenso de bajantes de llenado de 30 y 54 Kg, en el Egrón, es allí donde se valoraron las posturas adoptadas mediante la metodología MAC enfocada a la manipulación de cargas, evaluando el peso de la carga y frecuencia, distancia entre las manos y la espalda, región vertical del levantamiento, torsión e inclinación lateral del tronco, restricciones posturales, acoplamiento mano-objeto, superficie de trabajo, factores ambientales y entre otros.

Por otro lado, el método RULA evalúa la carga postural de las extremidades superiores teniendo en cuenta las afectaciones de brazo, antebrazo, muñeca, lateralización de muñeca, cuello, tronco y pierna.

Por lo anterior, se estableció el respectivo programa con sus respectivos proyectos, los cuales fueron formulado teniendo en cuenta un enfoque legal, técnico y económico con el fin de asegurar que la ejecución del plan de intervención este reflejado desde un enfoque holísticos evitando futuros eventos de seguridad por la negligencia de la problemática.

En conclusión, este trabajo está enfocado en identificar y evaluar el riesgo biomecánico en el entorno del puesto de trabajo de los colaboradores de esta área en específico y en su medida garantizar mejor productividad por disminución de ausencias, cumplimiento legal, encaminado hacia una producción de café con proyección social, sostenible en la prevalencia y cuidado de sus trabajadores.

Palabras claves: Riesgo biomecánico, manipulación de cargas, Metodología MAC, Método RULA, Plan de intervención.

Abstract

With the present work, an Intervention Plan for biomechanical risk in the Egrón area is proposed in a multi-product company in Valle del Cauca during 2022, which aims to propose actions to reduce, prevent and control unsafe tasks that promote accidents and/or or diseases generated in this specific area in the coffee process.

Initially, a review of the coffee process was carried out, with which an attempt was made to identify and learn about the process in general through visits and interviews with staff, specifically in the Egrón area to understand in greater detail where the biomechanical risk occurs.

The above, 10 and 8 critical postures were evaluated individually or in groups in the lifting, transport and descent of filling downspouts of 66,1 and 119,05 lbs., in Egrón, it is there where the adopted postures were evaluated through the MAC methodology focused on handling loads, evaluating the weight of the load and frequency, distance between the hands and the back, vertical region of the lift, torsion and lateral inclination of the trunk, postural restrictions, hand-object coupling, work surface, environmental factors and between others.

On the other hand, the RULA method evaluates the postural load of the upper extremities considering the affectations of the arm, forearm, wrist, lateralization of the wrist, neck, trunk, and leg.

Due to the above, the respective program was established with its respective projects, which were formulated considering a legal, technical, and economic approach to ensure that the execution of the intervention plan is reflected from a holistic approach avoiding future events of security for the negligence of the problem.

In conclusion, this work is focused on identifying and evaluating the biomechanical risk in the workplace environment of the collaborators of this specific area and to ensure better productivity by reducing absences, legal compliance, aimed at a coffee production with social projection, sustainable in the prevalence and care of its workers.

Keywords: Biomechanical risk, load handling, MAC Methodology, RULA Method, Intervention Plan

Introducción

Actualmente las grandes industrias deben brindar espacios de trabajo que cuenten con las condiciones pertinentes para no afectar el bienestar del trabajador, por lo tanto, se hace necesario realizar estudios en busca de problemas relacionados con la seguridad y salud, que están presentes dentro del lugar de trabajo con el fin de darles un manejo adecuado, disminuyendo el nivel de riesgo o eliminándolo, garantizando así que el entorno laboral no cause afectaciones graves en la salud de aquellos que hacen posible que el proceso productivo funcione adecuadamente.

Ahora bien, en el Valle del Cauca se encuentra posicionada una empresa Multiproducto en la cual se identificó un riesgo biomecánico por levantamiento manual de cargas (bajantes), dichas cargas exceden el peso máximo establecido en la norma, lo que puede generar desordenes musculoesqueléticos si no se interviene. Por lo tanto, para salvaguardar la salud de los trabajadores se deben buscar alternativas con el fin de eliminar, sustituir, o controlar dicha actividad.

El presente trabajo se desarrolló enfocándose en cumplir el objetivo de formular el plan de intervención para riesgo biomecánico en el área de Egrón con el fin de identificar y evaluar el riesgo generado por el levantamiento y transporte de cargas manual, producto de la instalación de bajantes para el llenado de formatos.

Dicho plan de intervención está conformado por tres fases: inicialmente se elaboró un diagnóstico del proceso productivo de la empresa multiproducto, mediante visitas y consultas de documentos, posteriormente se procedió con la evaluación del riesgo biomecánico por medio de la metodología MAC y RULA. Pasó seguido, se conformó el programa con sus respectivos

proyectos los cuales deben contener metas, costos, indicadores de seguimiento y el tiempo de ejecución, para dar solución a la problemática.

1 Descripción del Problema

1.1 Antecedente

El trabajo es uno de los elementos más inseguros que compone la sociedad actual, debido a que cada actividad que se realiza puede causar efectos negativos a corto o largo plazo; según estimaciones de la Organización Mundial del trabajo (OIT) al menos 6500 personas mueren al día por enfermedades de origen laboral y 1000 por accidentes de trabajo, lo que representaría en un año, alrededor de 2,78 millones de muerte por el trabajo (Organización Internacional del Trabajo - OIT, 2019).

Por otra parte, Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2021), alrededor de 1710 millones de personas desarrollan problemas musculoesqueléticos (de origen laboral y común), las principales regiones que más reportan este tipo de morbilidad son países con más ingresos con un valor de 441 millones, en segundo lugar, está la región del Pacífico Occidental con 427 millones y en tercer lugar la región de Asia Sudoriental con 369 millones, lo que demuestra un panorama bastante desfavorable en cuando a factores de riesgo biomecánicos. Asimismo, uno de los trastornos musculoesqueléticos que más se presenta en la actualidad es el dolor lumbar y según estimaciones de la OMS (OMS, 2021) al menos 568 millones de personas presentan este padecimiento, el cual es generado por actividades diarias del trabajo, principalmente a causa de la carga laboral, horarios y actividades exigentes.

En España se realizó un estudio a diferentes empresas con el fin de conocer cuáles son los factores de riesgo que más se presentan y obtuvieron los siguientes resultados relacionados con el riesgo biomecánico: al menos el 51,7% de los entrevistados están expuestos a posturas que producen cansancio o dolor, 72,8% a largos periodos de tiempo sentados, 72,2% a movimientos repetitivos mano – brazo y el 60,7% se encuentran expuestos a levantar o mover cargas animadas

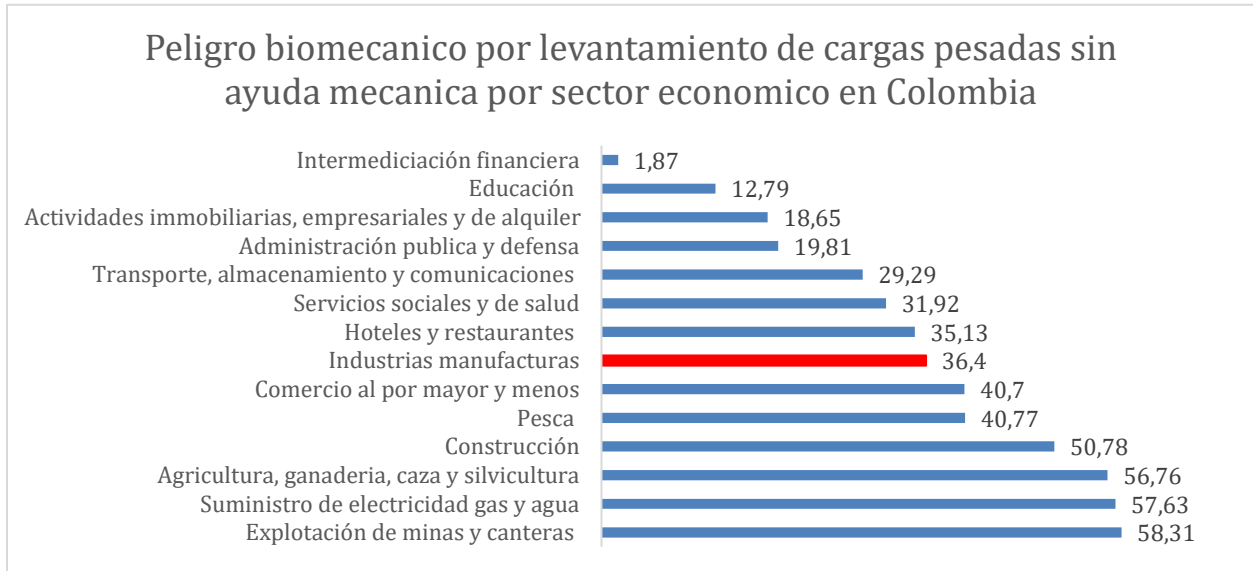
e inanimadas (Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo - INSST, 2019). De igual forma México en el año 2016 presentó 4.607 casos de trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo, por encima de otras enfermedades laborales como la hipoacusia con 1.873 casos reportados y la neumoconiosis con 1.017 (Secretaría del Trabajo y Prevención Social de México, 2018). En Colombia según la Tercera Encuesta Nacional de Condiciones de Seguridad y Salud en el Trabajo en el Sistema General de Riesgos Labores (Ministerio de Trabajo Colombia, 2021) los principales riesgos a los que están expuestos los trabajadores son biomecánicos como movimientos repetitivos mano – brazo con un valor de 73,58%, postura sostenida 70,06% y postura que puede causar cansancio o dolor 57,81%.

En cuanto a la industria manufacturera los principales factores de riesgo reportados son: mecánicos con un valor de 81,2% debido al uso de herramientas; en segundo lugar, se ubican los biomecánicos siendo el 75% por movimientos repetitivos, el 70,3% por dolor o cansancio y 69% por posturas mantenidas (*Ministerio de Trabajo Colombia, 2021*). Respecto al riesgo biomecánico por levantamiento y/o movilización de cargas sin ayuda mecánica representa un 31,13% en todos los sectores económicos de Colombia, siendo el séptimo con mayor porcentaje de casos el sector manufacturero, como se presenta en la figura 1.

Figura 1.

Peligro Biomecánico por Levantamiento de Cargas Pesadas sin Ayuda Mecánica por Sector

Económico en Colombia



Fuente. El gráfico representa el porcentaje de los factores de riesgo de cada sector económico. Elaboración propia a partir de los datos tomados de (Ministerio de Trabajo Colombia, 2021)

1.2 Descripción del Problema

En una fábrica de alimentos ubicada en el departamento del Valle del Cauca, donde se elaboran productos lácteos, condimentos, bebidas en polvo y café instantáneo, se produce en promedio 2350 toneladas al año de alimentos. El área de estudio es la fabricación de café soluble, específicamente la zona de Egrón-llenado, donde se manufactura 250 Ton/año de producto terminado y está conformada por 200 trabajadores, divididos en 3 turnos de ocho horas diarios.

Este proceso productivo, se lleva a cabo en las siguientes etapas: tueste-molienda, extracción, evaporación, secado (Egrón), llenado y embalado del producto, como se observa en la **Figura 2**.

Figura 2

Proceso Productivo del Café Soluble



Fuente. Elaboración propia teniendo en cuenta los principios básicos de la elaboración del café soluble.

La operación unitaria de Egrón, es una etapa de secado donde se produce cambios netamente físicos, generados a partir de un choque térmico al tener contacto el extracto de café con el aire caliente y es así, como se atomiza la partícula, pulverizándola para posteriormente ser tamizada; cuando se finaliza este cambio físico, se inicia el llenado en totes, big box o cajas, esto depende del formato previamente programado en la semana y es allí cuando varía el tipo de bajante que se le debe instalar como se describe a continuación:

- **Llenado de totes:** No se debe instalar ningún tipo de bajante porque esta fijo por diseño. Cuando se finaliza el llenado se transporta en montacarga hacia los vaciadores de totes y se embalan en sachet packing o sobres.
- **Llenado de big box:** Se debe instalar el bajante de 30 kg. Cuando se finaliza el llenado del big box se transporta en montacarga hacia los vaciadores, para finalmente ser embalado en envases de vidrio.
- **Llenado de cajas:** Para este formato se instala un bajante de 54 Kg para llenar cajas de 25 kg, que posteriormente serán exportadas.

Lo anterior, se considera como un problema, debido que al instalar los tubos bajantes de 30 Kg y 54 Kg de forma rutinaria, con posturas forzadas, aplicando fuerza combinada con movimientos y levantamiento de objetos pesados, generan una alta probabilidad de desencadenar trastornos musculoesqueléticos (TME), como lesiones en huesos, tendones, músculos y ligamentos, afectando inicialmente la espalda, cuello, hombros y extremidades superiores; lo que posiblemente a futuro puede llegar a desarrollar enfermedades de origen laboral, tales como tendinitis, epicondilitis, síndrome del túnel del carpo, lumbalgia, síndrome cervical por tensión entre otros. Adicionalmente, al realizar este tipo de trabajos existe la posibilidad de que ocurran accidentes por caída del tubo (riesgo mecánico), debido a que el bajante no cuenta con un buen acoplamiento mano-objeto y al instalarse por encima del nivel de hombro, es más probable que la pieza se suelte de las manos del trabajador y genere fracturas, golpes y/o lesiones.

Lo anterior, en el caso de que se presente un accidente o enfermedad por el levantamiento de cargas manual, el empleador deberá asumir los costos de incapacidad (dos primeros días), pagos por compensaciones, ausentismo, pérdida de días efectivos de

trabajo y se expone a demandas de tipo administrativo y penal por parte del trabajador como se denota en el Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo 1072/2015 en su Artículo 2.2.4.6.6.

1.3 Formulación de la Pregunta Problema

¿Cómo prevenir accidentes y enfermedades laborales derivados del proceso de llenado de big box y tote en el área de Egrón en la producción de café de una empresa del Valle del Cauca?

2 Justificación

Para el área de Egrón es de suma importancia realizar un plan de intervención, el cual servirá como herramienta para desarrollar estrategias encaminadas a dar solución al riesgo biomecánico existente. Es por ello, que este documento contribuirá en la prevención de enfermedades del sistema musculo esquelético y tejido conjuntivo contempladas en la Sección II, parte B, grupo XII del decreto 1477/2014, específicamente las enfermedades asociadas al levantamiento de cargas manuales como tendinitis, epicondilitis, síndrome del túnel del carpo, lumbalgia y síndrome cervical por tensión. Además, de accidentes de trabajo que puedan generar fracturas, golpes y lesiones por posible caída de distinto nivel del tubo bajante.

Por otro parte, con la implementación del plan de intervención el área de café hay una alta probabilidad que mejore su indicador de Asset intensity (productividad) debido a que se reduciría el ausentismo por incapacidades, no se generaría perdidas de días efectivos de trabajo y se evitaría la reubicación de personal por perdida de capacidad laboral (por accidente o enfermedad ocupacional). Además, de evitar costos como pagos por compensaciones, incapacidades que deben ser asumidas por el empleador (dos primeros días) y futuras demandas por negligencia al no intervenir este riesgo a tiempo.

Finalmente, contribuirá con el bienestar laboral, favoreciendo el cumplimiento de la normatividad vigente y encaminando a la fábrica a evitar cualquier tipo de suceso repentino o acumulativo con alto potencial, cumpliendo así, los objetivos prescritos de su política y del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo, siendo una empresa con responsabilidad social y encaminada a un modelo de negocios de cero accidentes.

3 Objetivos

3.1 Objetivo General

Formular el plan de intervención para el riesgo biomecánico en el área de Egrón en una empresa multiproducto en el Valle del Cauca durante el 2022

3.2 Objetivos Específicos

- Diagnosticar el proceso productivo en el área de Egrón frente a los riesgos biomecánicos.
- Evaluar mediante diferentes metodologías el riesgo biomecánico en el área de Egrón
- Proponer programas y proyectos de intervención al riesgo biomecánico, que contemple objetivos, metas e indicadores de seguimiento para la intervención del riesgo biomecánico

4 Marco Referencial

4.1 Marco Teórico

4.1.1 *Producción de Café Instantáneo*

El café instantáneo es el extracto acuoso deshidratado (Gotteland & de Pablo V., 2007) de los granos de café tostado, el cual cuenta con características típicas de café como el olor, color y sabor. Para llegar a este resultado se debe someter los granos de café a un proceso de extracción conocido como pulverización y según (Zapata Gómez & Sarache Castro, 2014) es así:

- **Recepción del café:** en este paso el café llega al lugar donde va a ser procesado, para lo cual se evalúa su calidad con el fin de conocer si cumple con las especificaciones establecidas por cada empresa.
- **Torrefacción:** Luego de comprobada su calidad se procede a tostar los granos de café, esta acción se lleva a cabo en tres fases; Fase de secado (eliminación de la humedad), Fase de tueste (Aumenta la temperatura lo suficiente para eliminar toda la humedad, en ausencia de oxígeno para que no se produzca fuego) y la última fase que es la de enfriamiento mediante agua y aire.
- **Molienda:** Proceso mediante el cual se reduce el tamaño del grano de café (se pulveriza con el fin de que sea más fácil la transferencia de sólidos solubles).
- **Extracción:** El café molido se disuelve en agua, en esta etapa el producto pasa a ser un líquido concentrado con extracto de café.

- **Concentración:** Etapa en la cual se reduce la cantidad de agua existente en el extracto, el sistema más común es la evaporación realizada al vacío, el resultado obtenido es extracto concentrado.
- **Secado:** Esta etapa del proceso se puede realizar de dos formas; la primera es mediante el Spray Drying, en la cual el extracto concentrado es llevado a una torre de deshidratación, en la que se obtiene como resultado el café instantáneo, listo para empacar. Se considera que este café no tiene un olor y sabor característico pues debido a las altas temperaturas se pierden muchas de sus propiedades. El segundo método se conoce como Freeze Drying, proceso mediante el cual se congela el extracto para obtener el café instantáneo, sin embargo, debido a que es más complejo requiere mayores costos de operación y no es tan común su uso.

4.1.2 Biomecánica

La biomecánica es una ciencia, la cual se encarga de estudiar cómo es la interacción entre las estructuras biológicas y el medio en el cual se encuentran, por lo tanto, el cuerpo es tomado como un sistema, el cual puede ser dividido y evaluado por segmentos, como extremidades superiores o inferiores (Repetto, 2005). La biomecánica también es definida como el estudio de un sistema biológico (estructura y funcionamiento) a través de la mecánica, teniendo en cuenta las fuerzas generadas dentro del cuerpo y los efectos que puede tener para los tejidos, líquidos, entre otros, y así poder dar un diagnóstico y tomar decisiones respecto a las afectaciones que puedan surgir. El estudio de la biomecánica de un cuerpo puede ser tanto cualitativo, porque se observa y se describe el movimiento como cuantitativo, ya que se mide algún aspecto del

movimiento, como ángulo en el cual se encuentra codo o muñeca (Hamill, Knutzen, & Derrick, 2015).

La biomecánica se divide dependiendo del campo donde se aplique como el deportivo o el ocupacional. Este último es la capacidad física que tienen los trabajadores frente al requerimiento del puesto de trabajo, y en el caso de que se llegue a presentar un desequilibrio constituye un riesgo biomecánico (Ministerio de Trabajo, 2020).

4.1.3 *Factor de Riesgo Biomecánico*

El riesgo biomecánico según el Ministerio de Protección Social citado por (López & Vargas, 2021) son característica de los puestos de trabajo como herramientas, maquinas o equipos, los cuales pueden aumentar la probabilidad de que un sujeto desarrolle lesiones en el trabajo. Las principales causas de este riesgo son posturas, movimientos repetitivos, esfuerzo y manipulación manual de las cargas (Icontec Internacional, 2012).

En el caso de que se requiera hacer un estudio del riesgo biomecánico en cualquier lugar de trabajo, se debe realizar la respectiva recolección de información para lo cual el (Ministerio del Trabajo y Previsión Social Subsecretaría de Previsión Social de Chile, 2008) recomienda hacer uso de los siguientes instrumentos:

- Listas de chequeo (muestreo del trabajador)
- Filmación tanto del puesto de trabajo como de la tarea desempeñada
- Evidencia fotográfica en la cual se observen las posturas, lugar de trabajo, herramientas utilizadas, etc.

- Otras descripciones que se crean necesarias para evaluar los riesgos de la actividad desempeñada.

4.1.3.1 Levantamiento de carga manual

El levantamiento de cargas o transporte manual es definido por la OIT (Organización Mundial del Trabajo - OIT, 1967) como el peso transportado por un trabajador e incluye tanto el levantamiento como la descarga del objeto, y dependiendo del género del trabajador así será la carga asignada. Otra entidad que tiene una opinión sobre el levantamiento de carga es la Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo – OSHA (Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo, 2007), la cual define que el levantamiento de cargas manual es tracción, desplazamiento, empuje, carga, entre uno o varios trabajadores, esta puede ser animada, en el caso de que sea con animales, o inanimada como objetos. Asimismo, a la hora de analizar el levantamiento de cargas se deben tener en cuenta las características de la carga como: Si es muy grande, pesada, voluminosa o difícil de sujetar y cuando el contenido se puede desplazar dentro del recipiente (Ministerio de Trabajo e Inmigración, 2011).

Asimismo, se hace importante mencionar cual es el límite máximo permisible de peso desde el cual es considerado riesgoso para la salud, pues, aunque muchas entidades concuerdan con el peso a levantar hay distintas variaciones dependiendo de la población que va a desempeñar la labor. En España (Universidad de Málaga, 2015) se estipuló que el peso que debe levantar un trabajador no puede exceder los 25 Kg siempre y cuando existan “condiciones ideales” como postura ideal, levantamientos suaves, espaciados y que la sujeción del objeto permita tener una posición neutra de la muñeca, de lo contrario la carga deberá reducirse y para los casos de personas de mayor cuidado como mujeres no debe sobrepasar los 15 Kg. En el caso Chile se establece que, si no hay más opción que realizar carga manual, el peso no puede ser

superior a 25 Kg para hombre y para mujeres y menores de 18 años no debe ser superior a 20 Kg (Ministerio del Trabajo y Previsión Social Chile, 2016). En cuanto a México el peso que puede soportar una persona depende de su edad y género, para hombre entre los 18 y los 45 años la carga máxima que deben soportar es de 25 Kg y las mujeres en este mismo rango de edad no debe ser superior a 20 Kg (Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría del Trabajo y Previsión Social, 2018). Finalmente, en Colombia el peso que puede llegar a cargar un trabajador se encuentra en la Resolución 2400 de 1979 la cual establece que los hombres no deben cargar más de 25 Kg y que las mujeres deben cargar máximo 12,5 Kg, la cual la hace la más restrictivas de las normas de los demás países. Sin embargo, según la Guía Técnica del INSHT (mencionada por (Ministerio de Trabajo e Inmigración, 2011)) después de 3 Kg ya es riesgoso para la salud ya que se genera un potencial riesgo dorsolumbar, toda vez que quien realiza la actividad no lo haga de la manera adecuada, como posturas y levantamiento correcto de la carga.

4.1.4 Efectos del Levantamiento de Cargas en la Salud

4.1.4.1 Trastornos Musculoesqueléticos – TME

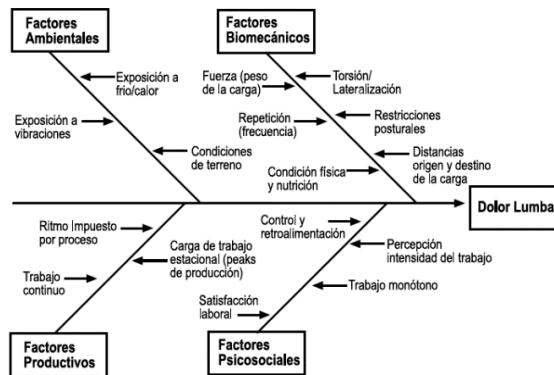
Para la norma colombiana (Ministerio de Salud y Protección Social, 2022) los desórdenes musculoesqueléticos son condiciones clínicas relacionadas con tendones, músculos o nervios de las extremidades superiores. Según el Ministerio de Trabajo, Migraciones y Seguridad Social de España (Ministerio de Trabajo, Migraciones y Seguridad Social de España, 2018) los trastornos musculoesqueléticos se pueden dividir en dos:

- **Trastornos Musculoesqueléticos Dorsolumbares:** Se producen por contracturas en los músculos de la zona lumbar o compresión de las raíces nerviosas, su origen también puede ser por una hernia discal. A continuación, se presentan las

principales causas del dolor lumbar, el cual es una de las afectaciones más comunes en la salud de los trabajadores debido al levantamiento de cargas:

Figura 3.

Diagrama de causa y efecto que esquematiza la naturaleza multifactorial del dolor lumbar.



Fuente. Fuente: (Ministerio del Trabajo y Previsión Social Subsecretaría de Previsión Social de Chile, 2008)

- **Trastornos Musculoesqueléticos en Extremidades Superiores:** Son las alteraciones en estructuras corporales y que se agravan por el trabajo. La OMS (OMS, 2021) informa que estos trastornos pueden afectar de la siguiente manera, en:

- Articulaciones: Gota, artrosis, artritis, etc.
- Huesos: Osteoporosis, fracturas, osteopenia
- Músculos: Sarcopenia
- Columna vertebral: dolor en espalda y cuello
- Varios sistemas o regiones del cuerpo: Dolor, enfermedades inflamatorias como vasculitis (tiene manifestación musculoesquelética como el lupus eritematoso sistémico)

Por otra parte, para este tipo de trastorno se deben considerar los grupos de riesgo existentes, los cuales fueron definidos por el (Ministerio de Salud Chile , 2012) y se presentan a continuación:

- **Factores individuales:** Capacidades del trabajador, antecedentes, condición actual de salud, entre otros.
- **Factores de las condiciones de trabajo:** Fuerza, postura, numero de repeticiones, peso de la carga, desde donde debe tomar el objeto y a que altura debe dejarlo.
- **Factores organizacionales:** Como es la jornada laboral, horarios, turnos, descansos.
- **Factores de las condiciones ambientales:** Condiciones generales del puesto de trabajo, como temperatura, espacio de los pasillos, etc.

4.2 Marco Conceptual

La biomecánica es el estudio del cuerpo teniendo en cuenta dos factores, el biológico correspondiente al cuerpo humano y el mecánico como el movimiento y la fuerza realizada por el cuerpo. Asimismo, el estudio del cuerpo se realiza en diferentes contextos, como en el deporte, realizando actividades cotidianas o en el trabajo. En este último siempre se busca analizar como las actividades desarrolladas dentro de una empresa causan afectaciones en la seguridad y en la salud de las personas, a esto se le conoce como factor de riesgo biomecánico.

El riesgo biomecánico es generado según el diseño del puesto de trabajo y de la actividad realizada, por ejemplo, tener una postura sostenida como los brazos por encima de los hombros,

estar de pie o agachado durante toda la jornada laboral, levantamiento de cargas, lo que a futuro probablemente cause afectaciones en tendones, huesos, articulaciones, que finalmente, se convierte en una enfermedad de origen laboral. Este riesgo puede ser evaluado mediante diferentes métodos como: RULA, REBA, OCRA, metodología MAC. Los cuales valoran las posturas realizadas en el lugar de trabajo a través de escalas propias de cada método, los cuales permiten conocer el nivel de riesgo que representa realizar una actividad donde se tomen posturas inadecuadas, movimientos repetitivos, se levanten cargas manualmente, entre otros.

Como se mencionó anteriormente, la metodología MAC, es un método para evaluar el riesgo biomecánico en el lugar de trabajo, se hace mediante la observación de las posturas de las personas y el ambiente en que se desarrolla la actividad. Dicha metodología permite evaluar no solo el levantamiento de cargas individual sino también el grupal, así como analizar el desplazamiento manual de la carga. Los factores de riesgo para tener en cuenta son número de veces/hora que se hace el levantamiento, agarre del objeto, distancias entre las manos y la región lumbar, si hay obstáculos en el medio por el cual se desplaza, entre otros dependiendo del tipo evaluado (levantamiento individual/grupal o desplazamiento). Finalmente, luego de identificar cual es la actividad más riesgosa para los trabajadores se deben implementar planes de mejora para el área, lo cual es indicado según el nivel de riesgo obtenido en la evaluación de las posturas.

Otro método con el cual se puede medir el riesgo biomecánico de una actividad es RULA, el cual mide la carga postural de la parte superior del cuerpo, teniendo en cuenta las posturas del cuello, tronco, hombro, brazos, muñeca, de igual forma se debe suministrar información del peso levantado y posición de las piernas. Además, solo evalúa la postura de un lado del cuerpo, la cual debe ser definida al inicio de la prueba con el fin de no mezclar lado

derecho con izquierdo o viceversa, ya que cada lado cuenta con una carga postural diferente. Igual que la descrita anteriormente cuenta con sus propias tablas y escalas para determinar el nivel de riesgo al que está expuesto el trabajador.

4.3 Marco Legal

Tabla 1.

Normatividad en Seguridad y Salud en el Trabajo

Norma	Descripción	Sancionada por	Artículos que aplican
Constitución Política	Constitución política de la república de Colombia 1991	Presidente	Art 11, Art 25
Decreto Ley 1295 de 1994	Por el cual se determina la organización y administración del Sistema General de Riesgos Profesionales	El ministro de Gobierno de la República de Colombia	2, 4 – 8, 12, 21 (exceptuando los numerales f y g), 22 (exceptuando el numeral d), 35, 56, 57, 61 – 63
Ley 9 de 1979	Por la cual se dictan Medidas Sanitarias.	Congreso de Colombia	80, 82 – 89, 98, 105, 106, 109, 111, 112, 122 – 126
Ley 1562 de 2012	Por la cual se modifica el Sistema de Riesgos Laborales y se dictan otras disposiciones en materia de Salud Ocupacional.	Poder Público – Rama Legislativa	Artículos 2 – 4, 7, 8, 30
Decreto 1477 de 2014		Ministerio del Trabajo	Sección I – Ítem 5. Agentes Ergonómicos;

	Por el cual se expide la Tabla de Enfermedades Laborales.		Sección II, parte B, Grupo XII. Enfermedades del sistema musculoesquelético y tejido conjuntivo
Decreto 1072 del 2015	Por medio del cual se expide el decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo.	Ministerio del Trabajo	Título 4. Riesgos Laborales Capítulo 1. Disposiciones Generales En Riesgos Laborales. Artículo 2.2.4.1.7. Capítulo 6. Sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo. Artículos: 2.2.4.6.3, 2.2.4.6.5, 2.2.4.6.6, 2.2.4.6.8, 2.2.4.6.10, 2.2.4.6.15 , 2.2.4.6.23, 2.2.4.6.24, 2.2.4.6.32.
Resolución 2400 de 1979	Por la cual se establecen algunas disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo.	Ministerio de Trabajo y Seguridad Social	Toda la norma, especialmente el artículo 392
Resolución 2844 del 2007	Por la cual se adoptan las Guías de Atención Integral de Salud	Ministerio de protección social	Art 1 guía de dolor lumbar

	Ocupacional Basadas en la Evidencia		
NTC 5693	Guía técnica Colombia para la manipulación de cargas manuales	ICONTEC	Toda la guía

Fuente. Elaboración propia a partir de la normatividad legal vigente de Colombia

4.4 Estado del Arte

Tabla 2

Indicadores Ergonómicos y Riesgos de la Carga Física de Trabajo en la Producción de Alimentos y Posibilidades de prevención de Riesgos

Indicadores Ergonómicos y Riesgos de la Carga Física de Trabajo en la Producción de Alimentos y Posibilidades de prevención de Riesgos (Kalkis et al., 2021)

AUTORES	AÑO: 2021	NÚMERO DE PÁGINAS: 7
Kalkis Henrijs; Graveris ingus; Roja Zenija	INSTITUCIÓN:	AHFE Conferences on Physical Ergonomics and Human Factors, Social and Occupational Ergonomics, and Cross-Cultural Decision Making

OBJETIVO:

El objetivo de esta investigación es identificar indicadores ergonómicos relacionados con la carga física para el personal del área de empaquetado, los cuales están expuestos a movimientos repetitivos, levantamiento de cargas y ritmo de trabajo rápido.

DESCRIPCIÓN:

La metodología del estudio fue exploratoria, con el fin de investigar cómo las posturas prolongadas y el levantamiento de cargas afectan a los trabajadores de una empresa

dedicada a la producción de alimentos en Letonia. Se evaluaron las posturas de 64 trabajadores de los cuales 25 eran hombres y 39 mujeres; adicionalmente se tuvo en cuenta la edad, sexo, antigüedad y peso levantado. Luego de realizar encuestas a los trabajadores se procedió con la aplicación del método KIM y QEC.

RESULTADOS

Los resultados demuestran que el personal encargado del área de empaque tiene repercusiones en su salud debido a las cargas levantadas y posturas prolongadas ya que la mayoría del tiempo se encuentran encorvados, las afectaciones más comunes luego de una jornada de trabajo son en la espalda con un porcentaje del 54%, en la pierna 43%, hombro 25%, en todo el brazo el 15% y el 35% a las manos y los dedos.

Al aplicar el método KIM, se obtuvo que los hombres están en un nivel de exposición de riesgo 3 y 4, y las mujeres presentan un nivel de riesgo 2 debido a que levantan menos peso, (cada nivel de factor de riesgo está relacionado directamente con el peso levantado).

Asimismo, como es una actividad repetitiva arrojó un nivel de riesgo 3, por la intensidad del trabajo.

Por otra parte, con la aplicación del método QEC, se obtuvo que, debido al peso de 25 kg, los trabajadores tienen un riesgo laboral muy alto principalmente en la cintura escapular, los brazos, las manos y el cuello, además de las malas posturas que adoptan al momento de levantar las cargas.

Tabla 3

Análisis Antropométrico y Geométrico para el Diseño de un Prototipo Ergonómico en la Industria de Panela

Análisis Antropométrico y Geométrico para el Diseño de un Prototipo Ergonómico en la Industria de Panela (Saavedra-Robinson et al., 2019)

AUTORES	AÑO: 2019	NUMERO DE PAGINAS: 12
Luis A. Saavedra Robinson; Carlos A. Andrade Castro; Vincent S Robinson Luque; Cristian D Molineros Ospina	UNIVERSIDAD:	Departamento de Ingeniería Civil e Industrial, Pontificia Universidad Javeriana, Cali, Colombia; Ingeniería Mecánica, Universidad de Los Andes, Bogotá, Colombia

OBJETIVO:

Realizar un análisis antropométrico para el diseño de un prototipo ergonómico para el sector de la panela.

DESCRIPCIÓN:

Se realizó un diagnóstico de la empresa donde se identificaron tres áreas críticas, luego para la evaluación de las áreas de trabajo se aplicaron los métodos NIOSH y REBA; finalmente con los resultados obtenidos se propuso el prototipo para mejorar las condiciones de trabajo.

RESULTADOS

Se identificaron las áreas más críticas en cuanto ergonomía de los trabajadores, las cuales son la zona de mezclado, moldura y embalaje, en dichas áreas las zonas del cuerpo más afectadas son el tronco y brazos con 4 puntos y muñeca con 3 puntos; en la zona de moldura los brazos con 5 puntos y el tronco con 3 puntos; finalmente en el área de embalaje los más afectados fueron tronco con 3 puntos y brazos con 4 puntos. Lo anterior es un riesgo considerable para la salud de los que allí trabajan.

Para darle manejo a este riesgo identificado se propuso el prototipo de mejora, sin embargo, debido a factores monetarios no se asumieron los prototipos propuestos.

Tabla 4.

Evaluación ergonómica por manipulación de cargas del puesto de trabajo de manejo de cilindros de gases en una distribuidora de Quito

Evaluación ergonómica por manipulación de cargas del puesto de trabajo de manejo de cilindros de gases en una distribuidora de Quito (Alcalde Gonzalez & Montaña Castaño, 2020)

AUTORES	AÑO: 2020	NUMERO DE PAGINAS: 78
Pablo Esteban Espinosa Rengifo	UNIVERSIDAD:	Universidad internacional SEK

OBJETIVO:

Evaluar ergonómicamente la manipulación de cargas del manejo de cilindros de gases en el periodo 2021

DESCRIPCIÓN:

Se realiza la evaluación ergonómica del transporte manual de carga y levantamiento y descenso de esta con la metodología MAC en una empresa distribuidora de cilindro de gases en Quito como lo son el CO₂, argón, acetileno, Helio y oxígeno.

RESULTADOS

El índice de riesgo que se encuentran expuestos los trabajadores es alto, es decir requiere acciones correctivas pronto, en el transporte manual de carga la puntuación fue de 19, calificadas así:

- **Peso de la carga:** 10
- **Distancia desde manos a región lumbar:** 3
- **Carga asimétrica:** 0
- **Restricciones posturales:** 0

-
- **Acoplamiento mano-objeto: 2**
 - **Superficie del piso: 1**
 - **Otros factores ambientales: 0**
 - **Distancia de traslado: 0**
 - **Obstáculos: 2**

Por otro lado, el levantamiento/descenso de carga obtiene una puntuación de 13, requiriendo también acciones correctivas pronto, calificada así:

- **Peso de la carga: 6**
 - **Distancia desde manos a región lumbar: 3**
 - **Distancia vertical del levantamiento: 1**
 - **Torsión y lateralización del tronco: 0**
 - **Restricciones posturales: 0**
 - **Acoplamiento mano-objeto: 2**
 - **Superficie del piso: 1**
 - **Otros factores ambientales: 0**
 - **Comunicación, coordinación y control 0**
-

Tabla 5

Diseño de un Plan de Acción para Reducir la Carga Física Biomecánica en Empresas del Sector del Calzado del Valle del Cauca

Diseño de un Plan de Acción para Reducir la Carga Física Biomecánica en Empresas del Sector del Calzado del Valle del Cauca (Saavedra, Marín, & Palacios, 2018)

AUTORES	AÑO: 2017	NUMERO DE PAGINAS: 37
Luis A. Saavedra Robinson Valeria Marín Londoño Camila Palacios González	UNIVERSIDAD:	Universidad Industrial de Santander, Colombia

OBJETIVO:

Mejorar las condiciones ergonómicas de una empresa de calzado en el Valle del Cauca

DESCRIPCIÓN:

Mediante un análisis jerárquico de los procesos se busca identificar las áreas más críticas, aplicando el método REBA para evaluar la carga postural y OCRA para valorar los movimientos repetitivos; finalmente conociendo cuales son las actividades más críticas se procede a proponer el plan de acción.

RESULTADOS

Dentro del estudio se identificó que los procesos con mayor riesgo de carga física biomecánica son: guarnecido el 24%, montaje 21%, terminado 17%, cardado 15%, desbaste 14% y troquelado 9%; por lo tanto, el plan de acción estará enfocado en guarnecido.

De igual forma para iniciar la intervención se analizó que era lo más crítico de la actividad realizada, obteniendo que, rediseño del puesto de trabajo 63%, diseño de la tarea 26% y herramientas 11%.

Luego del rediseño del puesto de trabajo se procedió a evaluarlo nuevamente con REBA donde la puntuación paso de ser nivel de riesgo medio (7) a bajo (3). En cuanto a OCRA paso de ser aceptable (promedio=18,63) a muy leve (promedio=9,73).

En conclusión, se rediseño el sistema logrando disminuir la carga física biomecánica sobre el puesto del trabajo y la tarea bajo la metodología Design Thinking, donde se realizaron propuestas innovadoras y centradas en el trabajador.

Tabla 6

Identificación del Peligro Biomecánico y Condiciones Ergonómicas de los Operarios de la Rectificadora Fénix de la Ciudad de Tuluá Valle Durante el Primer Semestre del 2020

Identificación del Peligro Biomecánico y Condiciones Ergonómicas de los Operarios de la Rectificadora Fénix de la Ciudad de Tuluá Valle Durante el Primer Semestre del 2020 (Lozano Ramírez, 2022)

AUTORES	AÑO: 2020	NUMERO DE PAGINAS: 92
Erika alcalde González Susana Montaña Castaño	UNIVERSIDAD:	UNIMINUTO (Corporación Universitaria Minuto de Dios)

OBJETIVO:

Identificar el riesgo biomecánico y condiciones ergonómicas de los trabajadores de la rectificadora de Tuluá en el periodo de enero a julio del año 2020

DESCRIPCIÓN:

La metodología se encuentra dividida en: Fase uno identificación de las condiciones ergonómicas y biomecánicas a que están expuestos los trabajadores de la rectificadora. Segunda fase que describe las problemáticas que estos presentan y se realiza la evaluación del riesgo mediante el método Evaluación del Riesgo Individual – ERIN y tercera fase se recomiendan acciones de mejoras que permitan minimizar el riesgo biomecánico.

RESULTADOS

En el estudio se realizó encuesta a siete trabajadores donde se identifica que, en los últimos 12 meses han presentado dolores principalmente en: cuello y espalda media 86%, hombros y

espalda baja 71%, manos y muñeca 100%. Sin embargo, en los días previos a la encuesta solo 3 habían presentado algún tipo de molestia en las muñecas. Finalmente se obtuvo con el método ERIN que, en los 7 trabajadores encuestados el nivel de riesgo es alto para 4 operarios (57%) y muy alto para los 4 restantes (43%).

Asimismo, se evidencia la existencia de problemas en la zona lumbar en los trabajadores, debido a que permanecen de pie durante toda la jornada laboral y porque es un trabajo rutinario, de igual forma se identificaron enfermedades adicionales las cuales son propias de dicha actividad.

Tabla 7

Diseño de un plan de intervención para el riesgo biomecánico para el área de costura de la empresa mundial de guantes Ltda

Diseño de un plan de intervención para el riesgo biomecánico para el área de costura de la empresa mundial de guantes (Lozano Ramírez, 2022)

AUTORES	AÑO: 2022	NUMERO DE PAGINAS: 78
Yohana Ramírez Lozano	UNIVERSIDAD:	UNIMINUTO (Corporación universitaria Minuto de Dios)

OBJETIVO:

Diseñar un plan de intervención para el riesgo biomecánico para el área de costuras mediante el método RULA

DESCRIPCIÓN:

Se realiza la evaluación ergonómica para 5 trabajadores del área de costuras mediante el método RULA y con dicha evaluación establecer planes de acción para mitigar posibles enfermedades o eventos

RESULTADOS

El índice de riesgo que se encuentran expuestos los trabajadores requiere una investigación y planes de acción a corto plazo puesto que su puntuación fue 6 véase en la siguiente tabla

Grupo A: Brazo, antebrazo y muñeca

Grupo B: Cuello, tronco y piernas

Puntuación C: Tipo de actividad (carga)

Puntuación D: Fuerza ejercida

Trabajador	Total Grupo A	Total Grupo B	Puntuación C	Puntuación D	Puntuación final
1	5	3	6	4	6
2	4	4	5	5	6
3	5	3	6	4	6
4	5	3	6	4	6
5	5	3	6	4	6

5 Metodología

5.1 Tipo de Investigación, Enfoque y Corte

El tipo de investigación para lograr cada uno de los objetivos planteados en el presente proyecto son: Descriptiva de corte transversal y enfoque cuantitativo.

5.2 Operacionalización de las Variables

Tabla 8

Operacionalización de las Variables

Variable	Naturaleza	Escala de variación	Relación con otras variables
Peso	Cuantitativa	Continua – Razón	Independiente
Tiempo de duración	Cuantitativa	Continua – Razón	Dependiente
Posición horizontal entre manos y espalda	Cualitativa	Politómica – Nominal	Dependiente

Posición de la carga al momento de realizar el levantamiento	Cualitativa	Politómica – Nominal	Independiente
Torción e inclinación lateral del tronco	Cualitativa	Politómica – Nominal	Dependiente
Restricción del lugar de trabajo	Cualitativa	Dicotómica – Nominal	Independiente
Acoplamiento de la mano al objeto	Cualitativa	Politómica – Nominal	Independiente
Superficie de trabajo por la cual se desplaza el trabajador.	Cualitativa	Politómica – Nominal	Independiente
Factores ambientales complementarios	Cualitativa	Politómica – Nominal	Independiente
Asimetría de la carga sobre la espalda	Cualitativa	Politómica – Nominal	Dependiente
Distancia de traslado de la carga	Cuantitativa	Continua – Razón	Independiente
Obstáculos de la zona por la cual se realiza el traslado	Cualitativa	Politómica – Nominal	Independiente

Fuente. Elaboración propia

5.3 Técnica de Recolección de Datos

La recolección de datos se hará mediante visita general, entrevistas y revisión documental aportada por la empresa,

5.4 Desarrollo Metodológico

Para lograr el objetivo general de este proyecto de grado se desarrolló en tres fases, cada una enfocada en el cumplimiento de los objetivos específicos. A continuación, se detallan sus elementos:

5.4.1 Fase 1. Elaboración de un Diagnóstico del Proceso Productivo Realizado en el Área de Egrón

En esta primera fase se realiza una recolección de información tanto primaria como secundaria, para realizar el diagnóstico del área y así elaborar un diagrama de flujo de los procesos productivos que permitirá conocer el escenario al que se exponen los trabajadores, asociado a la problemática de TME con que cuenta ergonómicamente el área.

5.4.1.1 Recolección de Información Primaria.

- **Población y muestra.** El proyecto está orientado únicamente para el área de Egrón donde cuenta con 30 trabajadores, es allí, la población operativa estudiada, tiene el cargo de higienista especializado, quienes son 3 con contrato de termino indefinido y su ayudante tiene contrato a término provisional quienes también son 3 en total son 6 trabajadores (estos realizan el levantamiento/descenso y desplazamiento de los tubos bajantes 2 personas por turno, respectivamente), que realizan la actividad, es decir para la evaluación de las metodologías MAC y RULA será una muestra de dos trabajadores.

- **Visita General de Inspección.** Se realiza un recorrido en el área de Egrón, para conocer el proceso en su totalidad de una forma “end to end”, reconociendo todas sus operaciones, instalaciones que se llevan a cabo en el proceso de elaboración del café instantáneo, específicamente la zona de secado (Egrón).

Se realizará una entrevista informal a los operarios del área para recolectar información adicional del proceso, esta entrevista tiene en su gran mayoría preguntas no estructuradas solo con el fin de entender y conocer la operación, a continuación, el listado de preguntas asociadas:

- Edad y tiempo en la empresa

- Afectaciones que han tenido al realizar trabajos de forma manual
- Variables importantes e indispensables en el proceso
- Objetivo de cada proceso unitario
- Explicaciones de los estados del café en la operación

5.4.1.2 Recolección de Información Secundaria.

- ***Información de Principios Básicos del Proceso.*** Revisar la información aportada por la empresa sobre los principios básicos del Spray Drying (pulverización en polvo), que brindará conocimiento del proceso y las operaciones con que cuenta la pulverización de polvo

- ***Diagrama de Flujo.*** En base a la información primaria y secundaria recolectada se procede a organizarla de la siguiente manera:

- Determinar los principales componentes de fabricación del café teniendo en cuenta sus operaciones y procesos unitarios.
- Indicar cuales son las principales variables del proceso.
- Establecer cuáles son las materias primas y equipos utilizados en el proceso.
- Organizar el diagrama de flujo Identificando cuales son las entradas y salidas del proceso.

5.4.2 Fase 2. Evaluación del Riesgo Biomecánico en el Área de Egrón Mediante Diferentes Metodologías

Se evaluará el riesgo biomecánico del área de Egrón mediante dos metodologías, las cuales se complementan entre si dando una mejor visión del riesgo al que están expuestos los trabajadores de esta área.

5.4.2.1 Toma de videos y fotografías

Realizar un recorrido por el área de Egrón de la empresa multiproducto con el fin de identificar el momento en que se realiza la actividad a analizar; seguidamente son dos trabajadores quienes representaran y llevarán a cabo la evaluación de los riesgos biomecánicos, enfocados en el levantamiento de carga manual, para dar inicio a la toma de videos, los cuales se analizarán de forma minuciosa en el programa KINOVEA que permite tener edición de videos segundo a segundo, es importante resaltar que la duración de dicho video será determinada por el tiempo que el trabajador se demore realizando el ciclo de trabajo.

Con lo anterior se deben identificar las posturas más críticas-riesgosas realizadas por los operarios en cuanto a levantamiento/descenso tanto individual como en equipo y transporte de cargas, que serán evaluadas mediante la metodología MAC y RULA.

5.4.2.2 Aplicación de la Metodología MAC Mediante el Software ERGOVIDA2

Con el resultado del punto anterior se iniciará la evaluación del riesgo biomecánico mediante el software ERGOVIDA2, el cual permite aplicar la metodología MAC. En dicha metodología el nivel de riesgo se clasifica así:

- Riesgo bajo (verde): Considerar la vulnerabilidad de las poblaciones de mujeres y personas jóvenes.

- Riesgo moderado (naranja): Examinar la tarea cuidadosamente
- Riesgo alto (rojo): Se requieren mejoras pronto. Este tipo de nivel de riesgo podría generar lesiones en la espalda de una cantidad de trabajadores significativa.
- Riesgo muy alto (morado): Se requieren mejoras inmediatas, representa un riesgo serio para lesiones en la espalda.

Tabla 9.

Categorías del nivel de riesgo de la metodología MAC

Verde (V): Nivel de riesgo bajo Se debería considerar la vulnerabilidad de ciertas personas Ej: mujeres, trabajadores jóvenes, etc.)
Naranja (N): Nivel de riesgo moderado Aunque no existe una situación de riesgo alto, es recomendable examinar la tarea cuidadosamente.
Rojo (R): Nivel de riesgo alto Se requiere introducir mejoras pronto. Esta situación podría exponer a riesgo de lesiones a la espalda, a una proporción significativa de trabajadores.
Morado (M): Nivel de riesgo muy alto La tarea evaluada podría representar riesgo serio de lesiones a la espalda por lo que debería analizarse detenidamente para introducir mejoras.

Fuente.

Fuente: (Ministerio del Trabajo y Previsión Social Subsecretaría de Previsión Social de Chile, 2008)

Figura 4

Presentación Software ERGOVIDA2



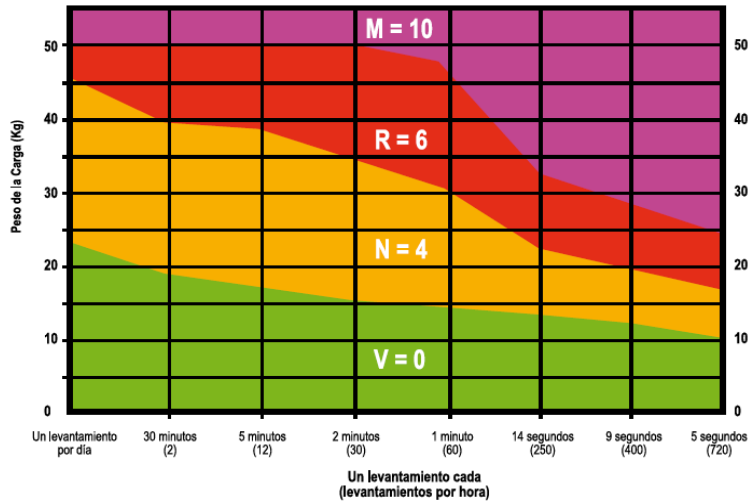
Fuente. Software para la evaluación de manejo de cargas. Tomado de Software Ergovida 2

5.4.2.2.1 Evaluación de tareas de levantamiento y descenso de carga ejecutadas por una sola persona.

A. Peso Manejado y Frecuencia: Mediante el gráfico definir el nivel de riesgo asociado a la frecuencia y peso de la carga, está distribuido así: en su eje Y se relaciona con el peso de la carga en Kilogramos y en el eje X cuantos levantamientos realiza en una hora.

Figura 5

Nivel de Riesgo con Peso y Frecuencia del Levantamiento de Cargas.

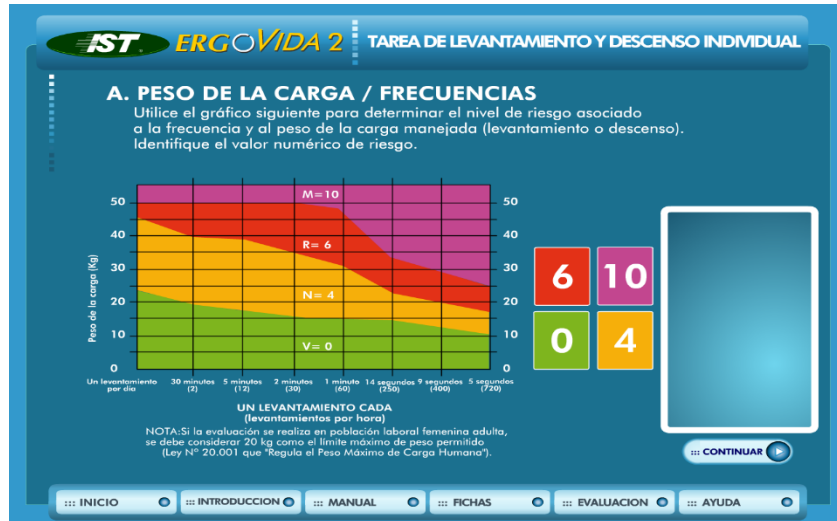


Fuente. Tomado de Software Ergovida 2

Seguidamente se realiza una intersección con el peso y el número de levantamientos por hora, para obtener el resultado y seleccionar el recuadro pertinente como se presenta a continuación:

Figura 6

Determinación del Nivel de Riesgo con Peso y Frecuencia del Levantamiento de Cargas.



Fuente. Tomado de Software Ergovida 2

B. Distancia horizontal entre las manos y la espalda (región lumbar): Observar la tarea y medir la distancia entre las manos y la región lumbar del trabajador. Seguidamente, elegir cuál de las opciones es la más acorde con la tarea analizada.

Figura 7

Distancia Horizontal entre Manos y Espalda



Fuente. Tomado de Software Ergovida 2

C. Distancia vertical: Observar la posición de las manos al inicio y final de la tarea. Se debe evaluar siempre la “peor condición de trabajo” y elegir la opción acorde con la situación de estudio.

Figura 8

Región Vertical de Levantamiento o Descenso



Fuente. Tomado de Software Ergovida 2

D. Torsión y Lateralización de Tronco: Observar la espalda del trabajador al realizar la tarea evaluada, luego identificar si:

- Existe torsión en relación con los pies, nivel de riesgo verde = 0
- Existe torsión de tronco en relación con los pies o el trabajador lateraliza el tronco mientras trabaja, Nivel de riesgo naranja = 1
- Si existe torsión de tronco en relación con los pies y además el trabajador lateraliza el tronco hacia un lado mientras lleva la carga, nivel de riesgo Rojo = 2

Figura 9

Torsión e Inclinación Lateral del Tronco



Fuente. Tomado de Software Ergovida 2

E. Restricciones posturales: Realizar una revisión del entorno en el cual se desarrolla la tarea y definir:

- Si los movimientos del trabajador no están restringidos, nivel de riesgo verde = 0
- Si adopta posturas incómodas debido al poco espacio, nivel de riesgo naranja = 1
- Si la postura es severamente restringida, nivel de riesgo rojo = 3

Figura 10

Restricciones Posturales



Fuente. Tomado de Software Ergovida 2

F. Acoplamiento mano - objeto: Evaluar las propiedades

geométricas y diseño del objeto en cuanto a la interacción con las manos del trabajador. se debe evaluar así:

- Objetos con sistema de sujeción, nivel de riesgo verde = 0
- Objetos en los que las manos pueden hacer una pinza, nivel de riesgo amarillo = 1
- Materiales que no tengan ninguno sistema de los puntos anteriores, nivel de riesgo rojo = 2

Figura 11

Acoplamiento Mano - Objeto



Fuente. Tomado de Software Ergovida 2

- G. Superficie de trabajo:** Evaluar la superficie por la cual se desplaza el trabajador:
- Pisos secos, limpios y en buenas condiciones, nivel de riesgo verde = 0
 - Pisos secos en condiciones deficientes, nivel de riesgo naranja = 1
 - Pisos húmedos y desnivelados, nivel de riesgo rojo = 2

Figura 12

Superficie de Trabajo



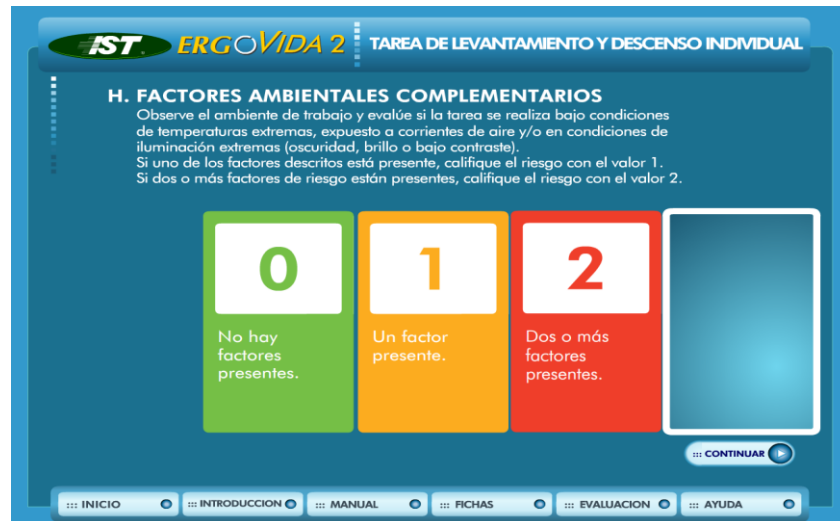
Fuente. Tomado de Software Ergovida 2

H. Otros Factores Ambientales Complementarios: Examinar si la tarea se realiza en un lugar de trabajo con temperaturas extremas, corrientes de aire, entre otros:

- Ninguno de factores presentes, nivel de riesgo verde = 0
- Si uno de los factores está presente, nivel de riesgo naranja = 1
- Si dos o más factores están presentes, nivel de riesgo = 2

Figura 13

Factores Ambientales Complementarios



Fuente. Tomado de Software Ergovida 2

5.4.2.2.2 Evaluación de tareas de levantamiento y descenso en equipo.

Una tarea de levantamiento y descenso en equipo es aquella realizada entre dos o más personas, las cuales deberán ponerse de acuerdo a la hora de ejecutar la actividad.

Teniendo en cuenta que la metodología para evaluar tareas de levantamiento y descenso en equipo cuenta con algunos ítems iguales a la descrita en el punto 5.4.2.2.1. (B, C, D, E, F, G y H), solamente se realizará la descripción de aquellos que no han sido mencionados anteriormente:

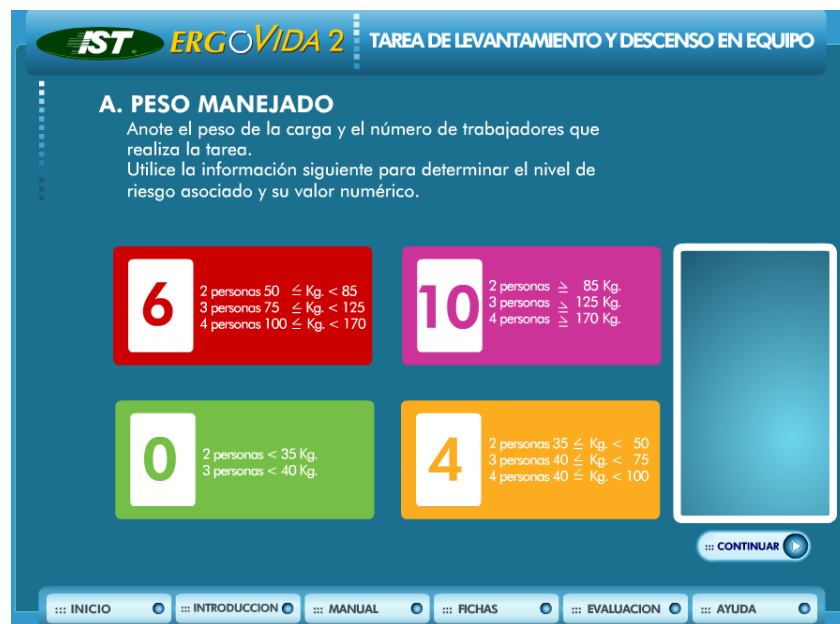
A. Peso Manejado: Con el número de trabajadores y el peso de la carga se valora el nivel de riesgo:

- 2 personas <35 Kg o 3 personas <40 Kg, nivel de riesgo verde = 0

- 2 personas 35 Kg - 50 Kg, 3 personas 40 Kg – 75 Kg o 4 personas 40 Kg – 100 Kg, nivel de riesgo Naranja = 4
- 2 personas 50 Kg - 85 Kg, 3 personas 75 Kg – 125 Kg o 4 personas 100 Kg – 170 Kg, nivel de riesgo Rojo = 6
- 2 personas \geq 85 Kg, 3 personas \geq 125 Kg o 4 personas \geq 170 Kg, nivel de riesgo Morado = 10

Figura 14.

Peso Manejado



Fuente. Tomado de Software Ergovida 2

B. Comunicación, Coordinación y Control: Evaluar la coordinación del

equipo, el control que tiene de la carga y su comunicación:

- Buen control de la carga, levantamiento lento y simultaneo, nivel de riesgo verde = 0
- Control razonable de la carga, nivel de riesgo naranja = 1

- Control deficiente de la carga, sin coordinación en el equipo, nivel de riesgo rojo = 3

Figura 15.

Comunicación, Coordinación y control



Fuente. Tomado de Software Ergovida 2

5.4.2.2.3 Evaluación de Tareas de Transporte.

Es aquella tarea donde una persona se desplaza sosteniendo una carga, sin asistencia mecánica.

La evaluación de la tarea de transporte cuenta con algunos ítems iguales a la descrita en el punto 5.4.2.2.1. (A, C, E, G, y H), por lo tanto, solo se realizará la descripción de aquellos que no han sido mencionados anteriormente:

- A. Carga Asimétrica sobre la Espalda:** Calificar según la posición en que se transporte la carga.

- Manos y brazos simétricamente dispuestos en el frente del tronco, nivel de riesgo verde = 0
- Carga y manos dispuestas asimétricamente con postura erguida, nivel de riesgo naranja = 1
- Transporte de carga a una mano, nivel de riesgo = 2
- Transporte de carga apoyada en un hombro, nivel de riesgo morado = 3

Figura 16

Carga Asimétrica sobre la Espalda



Fuente. Tomado de Software Ergovida 2

B. Distancia de Traslado: Medir la distancia recorre el trabajador mientras traslada la carga y evalúe:

- 2 m a 4 m, nivel de riesgo verde =0
- 4m a 10 m, nivel de riesgo naranja =1

- 10 m o más, nivel de riesgo rojo = 3

Figura 17

Medición de la distancia de traslado



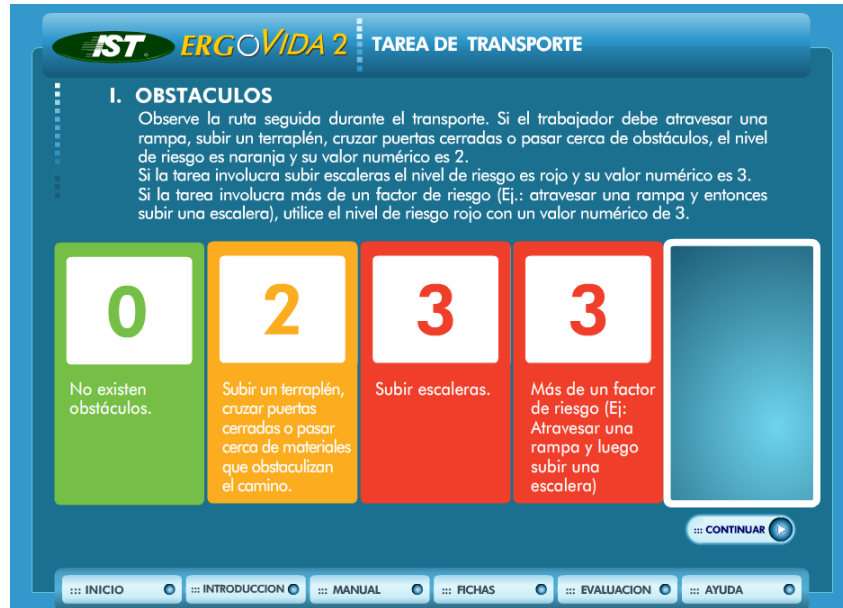
Fuente. Tomado de Software ErgoVida 2

C. Obstáculos: Hacer seguimiento del trabajador mientras hace el traslado de la carga para evaluar:

- Sin obstáculos, nivel de riesgo verde = 0
- Si en el camino debe atravesar una rampa, terraplén, cruzar puertas cerradas, nivel de riesgo naranja = 2.
- Si se deben subir escañeras, nivel de riesgo rojo = 3
- Si en la ruta existen varios de los obstáculos anteriores, nivel de riesgo rojo = 3

Figura 18

Evaluación de la Presencia de Obstáculos por la Vía de Desplazamiento



Fuente. Tomado de Software Ergovida 2

5.4.2.2.4 Análisis del Riesgo

La metodología MAC de acuerdo con el puntaje obtenido en su aplicación establece las categorías de acción así:

Tabla 10

Acciones a Implementar Según el Resultado de la Metodología MAC

Puntaje total	Categoría de acción	Significado
0 – 4	1	No se requieren acciones correctivas
5 – 12	2	Se requieren acciones correctivas
13 – 20	3	Se requiere acciones correctivas pronto
21 – 32	4	Se requiere acciones correctivas inmediatamente

Fuente. Fuente: (Ministerio del Trabajo y Previsión Social Subsecretaría de Previsión Social de Chile, 2008)

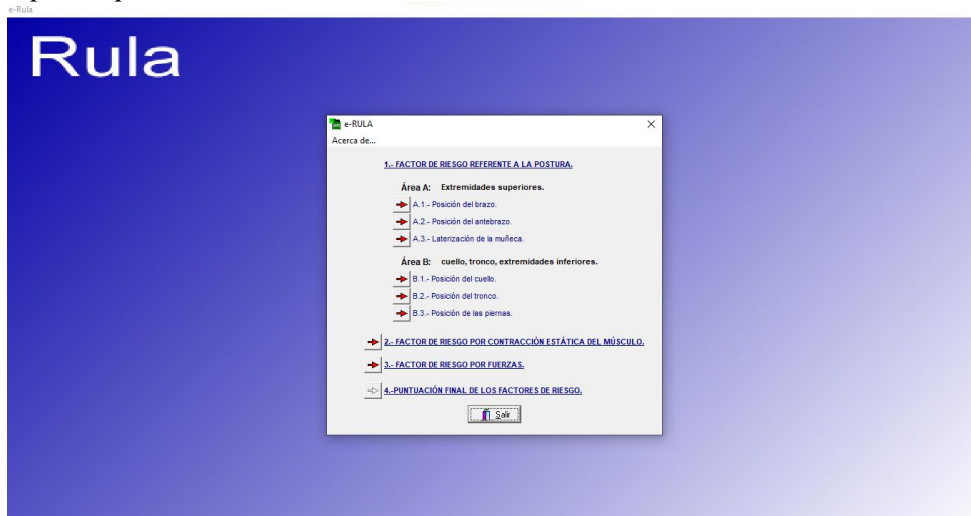
En base a la información anterior se deberá determinar si es pertinente intervenir el riesgo biomecánico estudiado y así evitar afectaciones en la salud de los trabajadores que desempeñen dicha actividad.

5.4.2.3 Aplicación del Método RULA

Este método se aplicará mediante el software e-Rula y se evaluarán las mismas posturas elegidas para el punto anterior, con el fin de reafirmar la afectación causada en los trabajadores por esta actividad en su momento más crítico.

Figura 19.

Software para aplicar el método RULA



Fuente. Tomado del software e-RULA

5.4.2.3.1 Factor de Riesgo Referente a la Postura

A. Extremidades Superiores

1. Posición del brazo

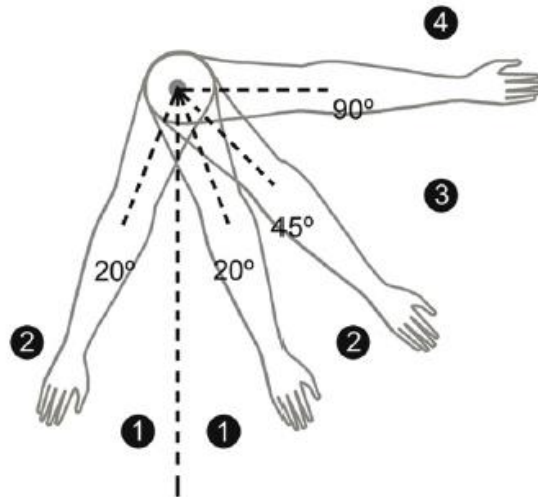
- El hombro esta entre 20° de flexión y 20° de extensión = 1 puntos
- El hombro esta entre 20° - 45° de flexión o mayor que 20 grados de extensión = 2 puntos
- El hombro esta entre 45° - 90° de flexión = 3 puntos
- El hombro esta flexionado más de 90° = 4 puntos

Adicionalmente si presenta alguna de las siguientes descripciones se añade o disminuye puntos así:

- El brazo esta rotado = +1 punto
- El brazo esta abducido = +1 punto
- La carga no está soportada solo por el brazo, sino que existe un punto de apoyo = -1 punto

Figura 20

Posición del brazo



Fuente. Fuente: (Ministerio del Trabajo y Previsión Social Subsecretaría de Previsión Social de Chile, 2008)

2. Posición del Antebrazo

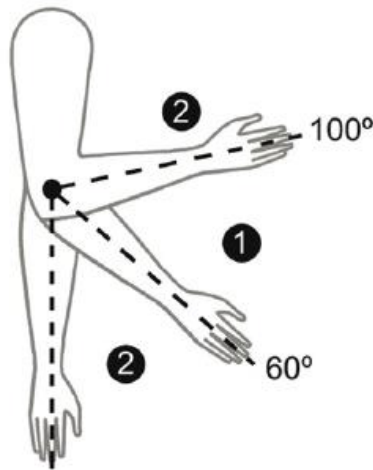
- El codo esta entre 60° y 100° de flexión = 1 punto
- El codo esta flexionado por debajo de 60° o por encima de 100° = 2 puntos

Adicionalmente se debe evaluar si:

- El antebrazo cruza la línea media del cuerpo o realiza una actividad a un lado de este = +1 punto.

Figura 21

Posición del antebrazo



Fuente. Fuente: (Ministerio del Trabajo y Previsión Social Subsecretaría de Previsión Social de Chile, 2008)

3. Laterización de la muñeca

Puntuación de la muñeca

- La muñeca está en posición neutra = 1 punto
- La muñeca esta entre 0° y 15° de flexión o extensión = 2 punto
- La muleca eta flexionada o extendida más de 15 grados = 3 puntos

Adicionalmente si:

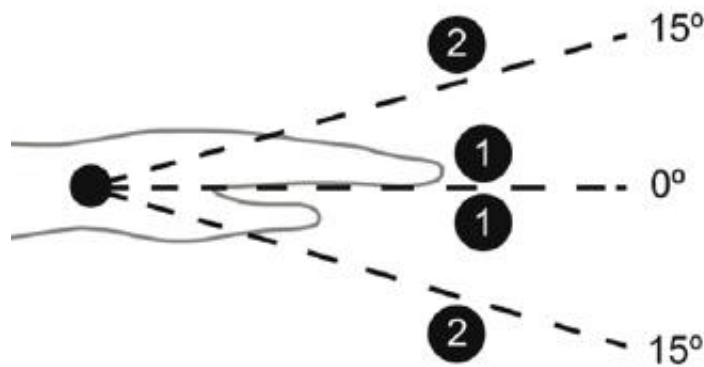
- La muñeca está en desviación radial o cubital se debe agregar un punto a la puntuación de la muñeca.

Laterización de la muñeca

- La muñeca está en posición de pronación o supinación en un rango extremo = 2 puntos
- La muñeca está en posición de pronación o supinación en un rango medio = 1 punto

Figura 22.

Posición de la muñeca



Fuente. Fuente: (Ministerio del Trabajo y Previsión Social Subsecretaría de Previsión Social de Chile, 2008)

B. Cuello, tronco, extremidades inferiores

1. Posición del Cuello

- El cuello esta entre 0° y 10° de flexión
- El cuello esta entre 10° y 20° de flexión
- El cuello esta flexionado por encima de 20°
- El cuello está en posición extendida

Adicionalmente se debe evaluar si:

- El cuello esta lateralizado
- El cuello esta rotado

2. Posición del tronco

- Postura sentada y tronco bien apoyado con inclinación de 90° o más = 1 punto
- Tronco flexionado entre 0° y 20° = 2 puntos
- Tronco flexionado entre 20° y 60° = 3 puntos
- Tronco Flexionado más de 60° = 4 puntos

Adicionalmente se debe evaluar si:

- Tronco rotado = +1 punto
- Tronco lateralizado +1 punto

3. Posición de las piernas

- Si el trabajador está sentado con las piernas y pies bien apoyados = 1 punto
- Si el trabajador está de pie con el peso del cuerpo distribuido en ambas piernas = 1 punto
- Si las piernas y pies no están apoyados en posición de pie o sentado = 2 puntos

5.4.2.3.2 Factor de Riesgo por Contracción Estática del Musculo

- Postura principalmente estática más de un minuto = 1 punto

- Postura principalmente dinámica (no es mantenida más de un minuto) = 0 puntos

5.4.2.3.3 Factores de Riesgo por Fuerza

- 2 kg o menos y mantenida intermitentemente = 0 puntos
- Entre 2 y 10 Kg y mantenida intermitentemente = 1 punto
- Entre 2 y 10 Kg y requiere una postura estática (mantenida más de un minuto) o requiere movimientos repetitivos (más de 4 veces por minuto) = 2 puntos
- Mayor a 10 Kg aplicada intermitentemente = 2 puntos
- Mayor de 10 Kg requiriendo postura estática o movimientos repetitivos = 3 puntos
- Experimentado a través de una rápida construcción o golpe = 3 puntos

5.4.2.3.4 Puntuación Final de los Factores de Riesgo

Finalmente, en la última casilla del software se encuentra el valor obtenido de la actividad el cual se procederá a calificar mediante la siguiente tabla para determinar la actuación a realizar:

Tabla 11

Nivel de actuación método RULA

Puntuación	Nivel	Actuación
1 – 2	1	Riesgo aceptable
3 – 4	2	Pueden requerirse cambios en la tarea; es conveniente profundizar en el estudio
5 – 6	3	Se requiere el rediseño de la tarea
7	4	Se requieren cambios urgentes en la tarea

Fuente. Adaptado de (Slemenson)

5.4.3 Fase 3. Formulación de programas y proyectos que incluyan objetivos, metas e indicadores de seguimiento para la intervención del riesgo biomecánico.

En base a los resultados de la evaluación de la fase anterior, se plantea un plan de intervención con sus respectivos programas y proyectos que darán solución a las afectaciones de trastornos musculo esqueléticos, que promueve la actividad. Para lo cual se propone la construcción de una ficha técnica con la siguiente información:

- **Impacto que se va a manejar:** Indicar el impacto o los impactos que se pretenden eliminar, sustituir, controlar, señalar u brindar EPP adecuados
- **Objetivo:** Indicar de manera específica el fin de la problemática

- **Metas:** Cantidad programada o valor objetivo que espera alcanzar un indicador en un periodo específico.
- **Indicadores:** Entregan información respecto al progreso en el cumplimiento del objeto de seguimiento a nivel de insumo, gestión, producto, resultado o impacto.
- **Descripción de actividades:** Indica y describe en forma detallada las actividades específicas que se adoptaran para el control y manejo del impacto.
- **Recursos requeridos:** Indica de manera detallada el costo total de la implementación de la medida adoptada.
- **Responsables:** Indica el responsable o responsables que directamente asumirán la responsabilidad en la ejecución de la medida.
- **Presupuestos:** Definir los costos para la ejecución del proyecto.
- **Financiación:** Definir quién dotará el dinero para el pago del costo del proyecto.
- **Tiempo de duración:** Especifica si la actividad se realizará a corto plazo “(1 año o menos), mediano plazo (entre 1 y 4 años) o largo plazo (más de 4 años)”

6 Aspectos Éticos

La presente investigación se desarrolló en torno al cumplimiento de los principios básicos del código de ética promulgado por la Comisión Internacional de Salud ocupacional y se ajustó a los principios de la declaración de Helsinki.

De igual forma, se garantizaron los principios éticos establecidos en la Resolución 8430 de 1993, bajo la cual se considera que este estudio se clasifica como una investigación sin riesgo, en la medida en que no se manipularon variables de tipo físico, biológico, psicológico y emocional de los participantes. No existe ningún riesgo esperado para las personas participantes en este estudio.

Se informa, a los trabajadores de la realización del trabajo con el fin de obtener su consentimiento para la toma de las fotografías para el entorno netamente educativo del presente documento (Anexo A).

7 Resultados

7.1 Fase 1. Diagnóstico del Proceso Productivo Realizado en el Área de Egrón

En esta primera fase se realizó una visita general para conocer el proceso productivo desde el inicio de sus granos verdes hasta su llenado en formaros de distribución, esto realizado en dos etapas en información primaria y secundaria, todo detallado a continuación.

7.1.1 Recolección de Información Primaria.

7.1.1.1 Visita General de Inspección

Se realizó una visita general en las instalaciones de la fábrica, con el fin de conocer cada una de áreas que conforman el proceso y la función que cumplen dentro de ella y a su vez poder planificar las futuras visitas.

Gracias a estas visitas, se pudo entrevistar a los operarios de forma informal y enfatizaron que al realizar esa actividad se siente inseguros, refieren dolor de espalda, dolor en la parte baja y hasta incluso han ocurrido dos reportes de “casi accidentes” por parte de personal provisional en el año 2021.

Adicional se realiza una entrevista para conocer la edad, tiempos y afectaciones que han tenido por la actividad véase en la siguiente tabla:

Tabla 12.

Información de los trabajadores que realizan la manipulación de carga manual.

	Edad	Tiempo en la fabrica	Afectaciones que a presentado
Trabajador 1	30	5 años	Dolor lumbar y antebrazo a largo plazo
Trabajador 2	32	7 años	Dolor a largo plazo
Trabajador 3	45	10 años	Dolor lumbar
Trabajador 4	30	< año	Molestia lumbar
Trabajador 5	30	< año	Molestia lumbar
Trabajador 6	30	< año	Molestia antebrazo

Fuente. Elaboración propia

Posteriormente, se reconoció que el proceso productivo está conformado por un área de torrefacción, extracción, Egrón (pulverización) y llenado, esto gracias al conocimiento obtenido bajo la experiencia de los colaboradores como se muestra en las siguientes figuras

7.1.1.1.1 Área Café verde -Torrefacción

Figura 23.

Café verde y torrefacción



Fuente. Tomada por los Autores.

En el proceso de torrefacción como se muestra la figura 24 en su fotografía izquierda es el área donde se encuentra el café verde y pasa por un tamiz, para hacer el primer filtro de impurezas, para finalmente seguir con el proceso de tostado (fotografía derecha).

7.1.1.1.2 Área de extracción café

Figura 24.
Extracción

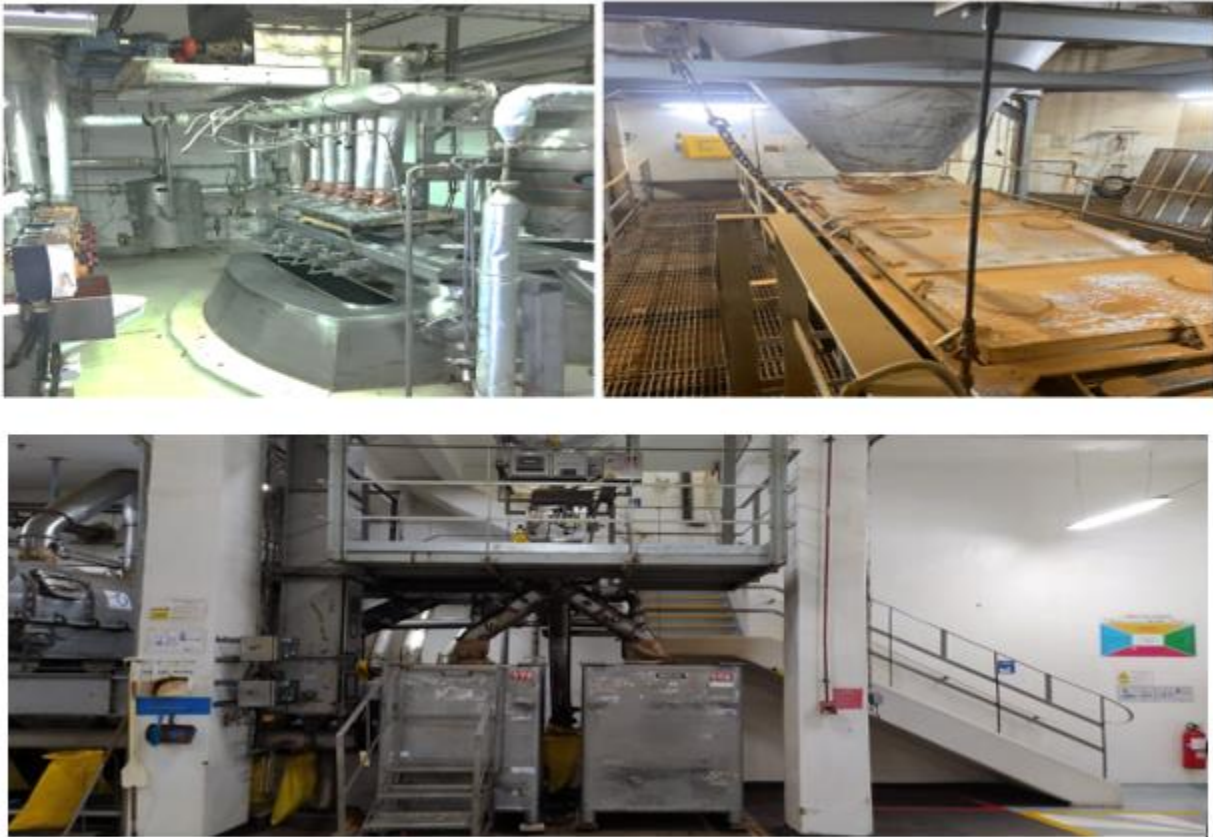


Fuente. Tomada por los Autores.

La fotografía anterior, evidencia una celda de extracción (cafeteras), donde inicia el proceso físico y químico con agua y vapor.

Figura 25

Egrón



Fuente. Tomada por los Autores.

La fotografía anterior, se evidencia en la parte izquierda superior el quinto y último piso del Egrón donde se encuentran las boquillas de aglomeración y la parte derecha superior donde se encuentra el rotex donde ocurre el tamizaje de las partículas, adicional la parte de abajo en su primer piso que es donde se realiza el cambio de bajantes para llenado sea en cajas o totes, es la parte específica donde está involucrado este proyecto.

Figura 26

Fotografía Vaciadores y líneas de llenado



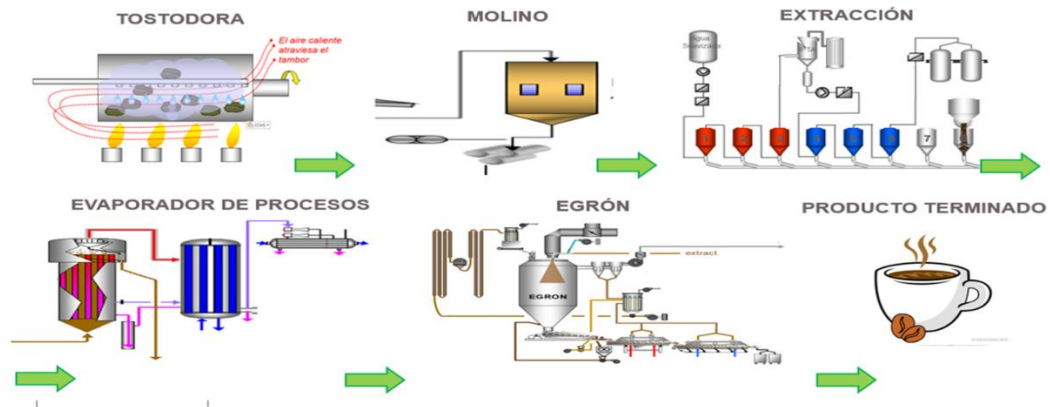
Fuente. Tomada por los Autores.

La fotografía superior evidencia un tote en un vaciador para posteriormente ser llenado como se muestra en las fotografías inferiores.

Todas las fotografías anteriores, se resumen en la siguiente figura, evidenciada por proceso unitario.

Figura 27.

Proceso unitario



Fuente. Tomado de documentos suministrados por la empresa

7.1.2 Recolección de Información Secundaria.

7.1.2.1 Información de Principios Básicos del Proceso.

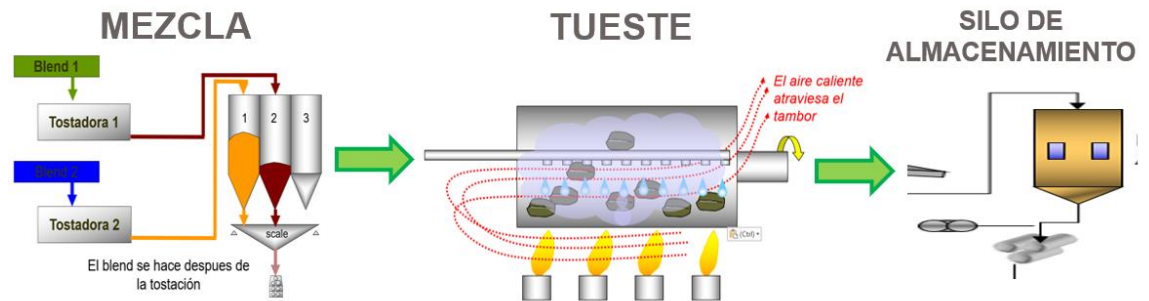
A partir de la visita se pudo obtener información de principios básicos de todo el proceso unitario y del Spray Drying (pulverización de polvo), que por medio de diagramas de flujo se explicará de forma concisa:

7.1.2.1.1 Torrefacción

En esta parte inicial del proceso, los granos de café se tuestan generalmente usando el aire caliente. El calor es transferido a los granos por convección, conducción y radiación.

Figura 28

Flujograma de torrefacción



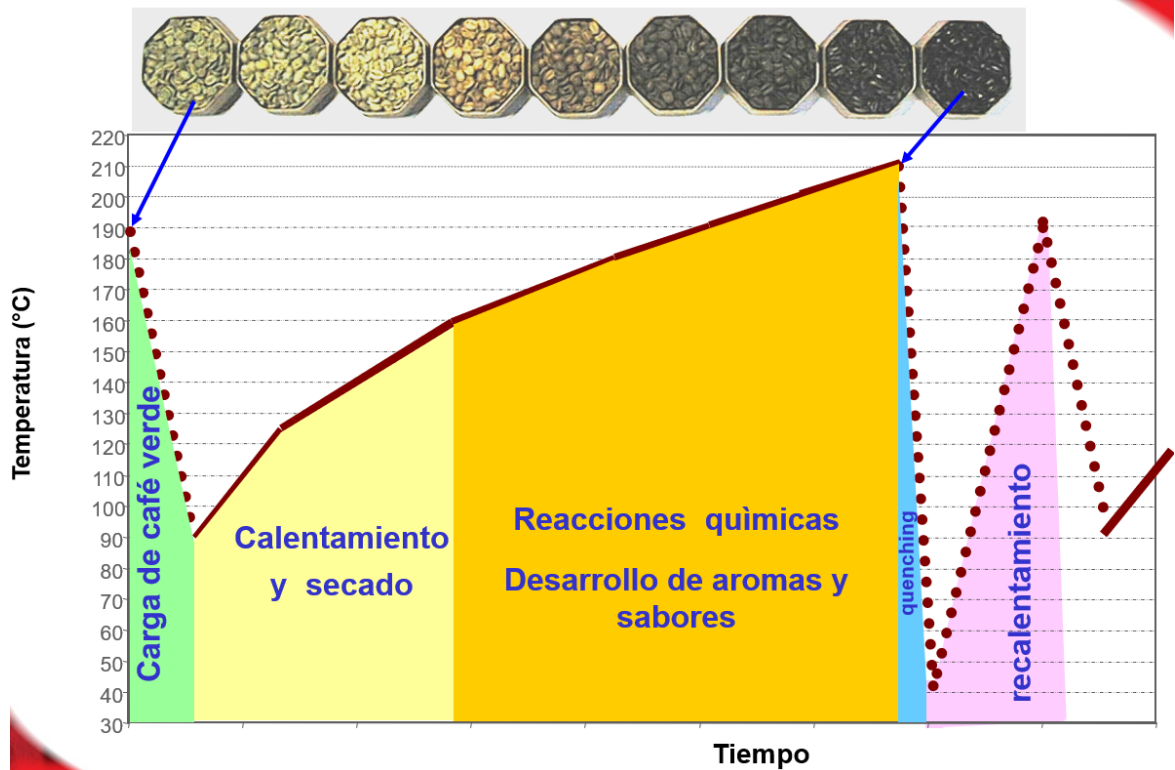
Fuente. Tomado de documentos suministrados por la empresa

El proceso de tueste puede dividirse en tres fases:

- **Mezcla:** Donde se diluyen el tipo de café que se realizará, aquí ocurre homogenización de blend sea de café arábico o robusta
- **Tostado:** En este proceso las temperaturas típicas del aire caliente están en el rango de 200°C a 400°C y el tiempo tueste está generalmente en el rango de 2 minutos a 15 minutos y ocurren varios procesos físicos y químicos, como se muestra a continuación en la figura siguiente

Figura 29.

Curva de tostado



Fuente. Tomado de documentos suministrados por la empresa.

7.1.2.1.2 El calentamiento y secado

Inicia desde los 120 °C

El agua del grano verde empieza a evaporarse, además el color del grano se torna amarillo y se desarrolla el aroma conocido como “pan”.

Temperatura de 150°C

Primeras reacciones de oscurecimiento, desarrollo de CO₂ y los aromas a " pan" son más intensos.

Temperatura de 165°C

El color marrón es más intenso, desarrollo de CO₂ y mezcla de aromas a “pan” y “café”.

Reacciones químicas

Temperatura de 180°C

Se inician reacciones exotérmicas, fuerte desarrollo de CO₂ (efecto "pop-corn"), incremento del tamaño de los granos y desarrollo del aroma a "café".

Temperatura de 200°C

Aroma se hace más intenso.

Temperatura 210°C

Aparece el aceite en la superficie del grano.

Temperatura 220 °C

Cambio del color del grano de marrón a negro y el incremento de color es mucho más alto.

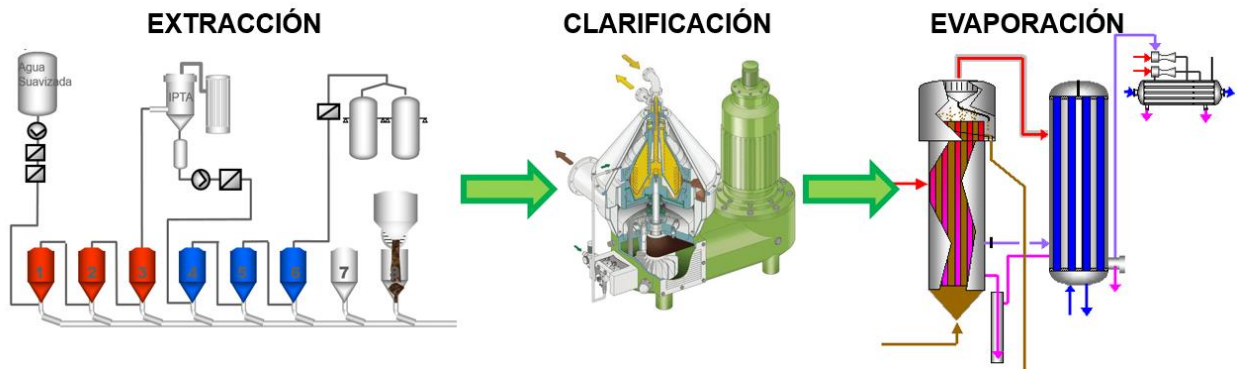
7.1.2.1.3 Enfriamiento

Inicia desde el proceso de quenching (mojar el café cuando la temperatura de tueste se encuentra a los 200 °C), inyección de agua en el tambor, Temperatura desciende y se descarga del tambor para volver a subir su temperatura, para finalmente poder almacenar en silo y continuar el proceso.

7.1.2.1.4 Extracción

Figura 30

Diagrama de proceso de extracción



Fuente. Tomado de documentos suministrados por la empresa.

Después de recibir el café tostado, este previamente pasa por un proceso de molienda, para finalmente llegar a la extracción donde el agua y el Café se mueven en contracorriente (dirección opuesta) por todas las celdas de la 1 a las 6, como se muestra en la imagen.

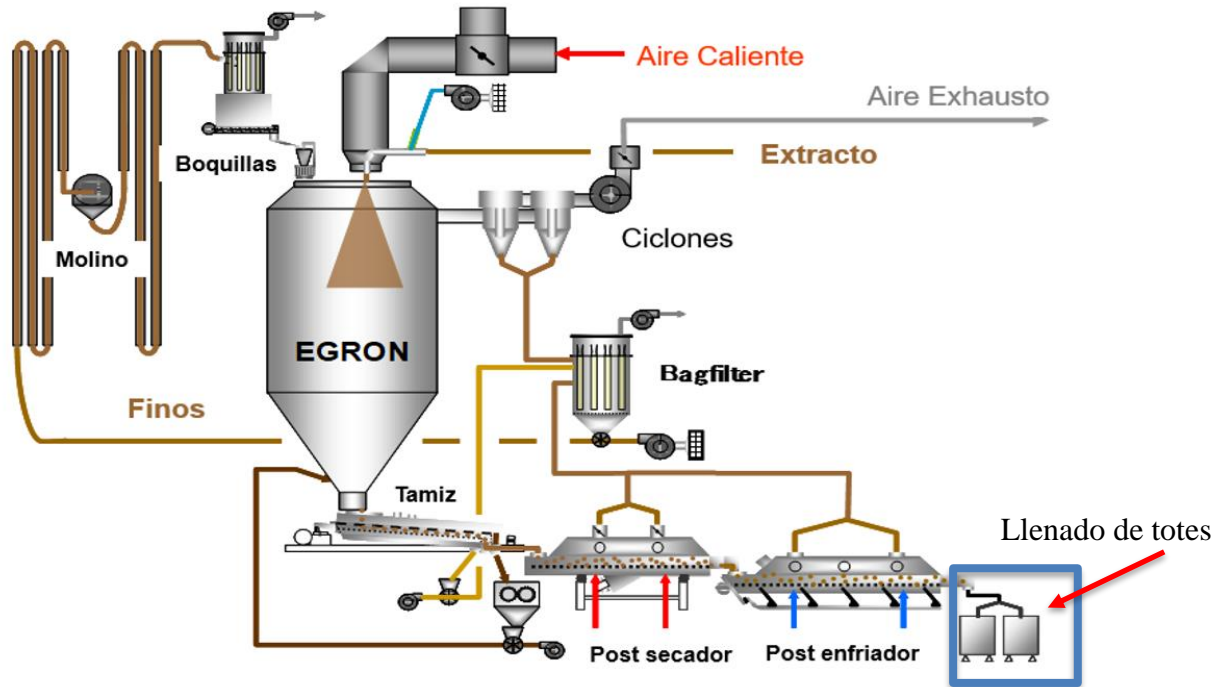
La celda 7 es la celda que está cargada de café tostado y molido el porcentaje de sólidos solubles es 100% en esta fase se realiza un preweting es decir una hinchazón de la partícula de café con agua y entra a los poros.

La celda 7 que contiene todo el café molido y tostado pasa a ser una celda 6, quienes son conocidas como celdas frías, es la primera fase donde se comienza a ingresar agua y se diluye con el café molido, ayudando a extraer esa primera parte sólidos, se requiere de estas temperaturas de 100°C y 10 bar de presión, para evitar una insolubilización y formación de sedimentos.

sólidos, para luego continuar con la evaporación del agua, y en esta parte unitaria tratar de retirar el agua a un 60%, y quede un extracto concentrado de sólidos.

Figura 32

Diagrama de proceso Egrón



Fuente. Tomado de documentos suministrados por la empresa

El Egrón es una torre de secado gracias a la automatización por corriente aire y el producto se mueven en la misma dirección.

El secado por atomización cuenta con una serie de procesos tales como:

- Manejo de aire y pulverización: En esta fase ingresa un aire primario a 200- 400°C que es calentado previamente en la parte superior del Egrón, para finalmente encontrarse con el extracto salido del proceso anterior y formarse polvo a partir del choque término de extracto concentrado y el aire caliente.

- Torre: El aire realiza un movimiento circular, generando una fuerza centrífuga proyectando el polvo fino contra la pared que, por efecto de la gravedad, cae hasta la parte inferior del cono.
- Tamiz: Para lograr la granulometría correspondiente el café pasa por un tamiz, para lograr el peso específico deseado y que el café quede un más homogéneo y en polvo.
- Post enfriamiento: Después de pasar por la anterior fase, pasa a otro tamiz que le ayuda a bajar temperatura al café por medio de agua de torre de enfriamiento.
- Llenado: Después que el café está a una temperatura estable, 20°C es llenado en totes o big box (para continuar en embalajes de vidrio o sobres) o cajas de 25 kg (para ser exportado), es decir, esto se realiza gracias a bajantes que cambian dependiendo el formato que se mencionó en la descripción del problema, véase a continuación:

Figura 33

Llenado en Egrón



Fuente. Tomado de documentos suministrados por la empresa

7.2 Fase 2. Evaluación del Riesgo Biomecánico Mediante Metodología MAC en el Área de Egrón

7.2.1 Toma de videos y fotografías

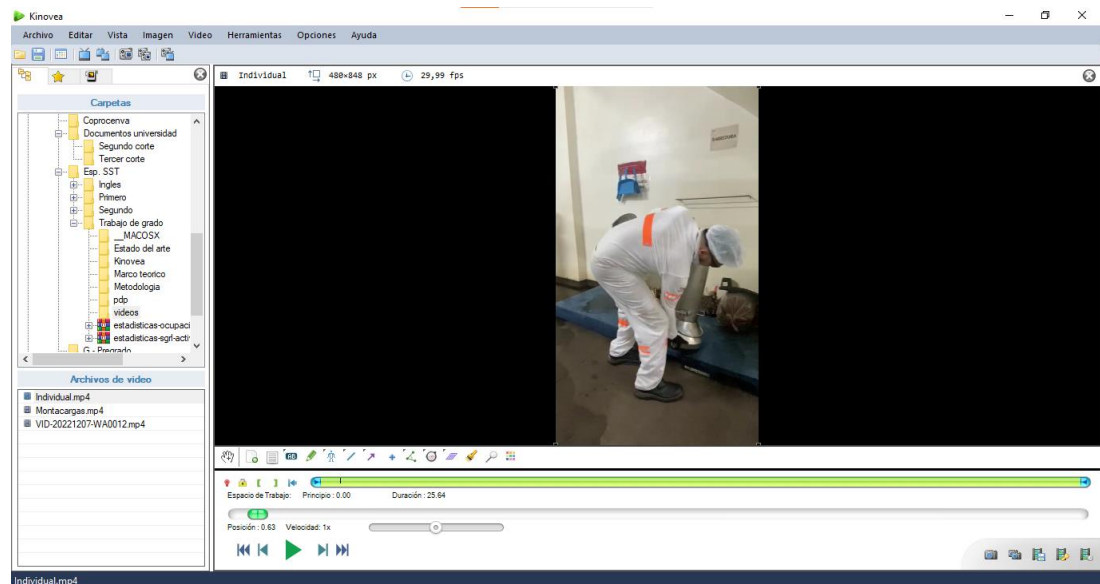
Se realizaron recorridos por el área de Egrón con el fin de capturar videos y fotografías del ciclo de trabajo, el cual consiste en el levantamiento de los bajantes que se instalan para el llenado de formatos, este es realizado tanto individual como en equipo; y posteriormente analizados en el Software KINOVEA, con el fin de tener una visión de las posturas más críticas (nivel de riesgo alto).

La población de estudio son seis personas, las cuales se encuentran divididas en dos por cada turno, adicionalmente el cambio de formato se realiza 3 veces por semana, así:

- Inicio de ciclo de fabricación: Se realiza los lunes, después del aseo de fin de ciclo.
- Cambio de formato: Se realiza a mitad de semana (miércoles) al momento del cambio de tipo de café (Blend)
- Fin de ciclo: Se realiza el fin de semana al momento de ejecutar el aseo del área.

Figura 34.

Aplicación de la herramienta KINOVEA para el análisis del video.



Fuente. Tomada por los Autores.

Finalmente se obtuvieron las siguientes posturas críticas realizadas por los trabajadores al momento de ejecutar la tarea:

Levantamiento de carga y desplazamiento individual: El ciclo de trabajo tiene un periodo de duración de aproximadamente 25 seg, con una carga de 30 Kg.

Figura 35.

Levantamiento de carga y desplazamiento bajante de 30 Kg



Fuente. Tomada por los Autores.

Levantamiento de carga y desplazamiento en equipo: El ciclo de trabajo tiene un periodo de duración de aproximadamente 1:13 min y la instalación del bajante con una duración de 24 seg. El peso de la carga es de 54 Kg y dicha actividad es realizada por 2 operarios del área.

Figura 36.

Levantamiento de carga y desplazamiento en equipo



Fuente. Tomada por los Autores.

7.2.2 Aplicación de la Metodología MAC Mediante el Software ERGOVIDA2

Con la información obtenida en el punto anterior, se procedió a realizar la evaluación de las posturas más críticas en el software ERGOVIDA 2, en donde se aplica la metodología MAC, para conocer el nivel de riesgo generado por la actividad de levantamiento, desplazamiento y descenso de cargas en la empresa multiproducto del Valle del Cauca, como se muestra a continuación:

7.2.2.1 Evaluación de tareas de levantamiento y descenso de carga ejecutadas por una sola persona.

Al analizar el ciclo de trabajo se determinó evaluar la postura más crítica que el trabajador realiza durante el levantamiento de la carga de 30 Kg.

Figura 37.

Postura crítica del Levantamiento de carga individual

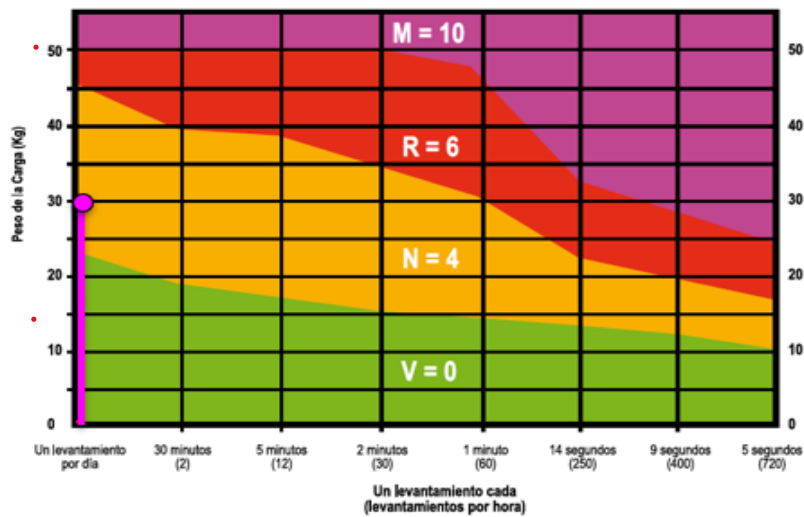


Fuente. Tomada por los Autores.

A. Peso Manejado y Frecuencia: Mediante el gráfico que presenta el software se determinó que el nivel de riesgo es naranja = 4 (véase línea fucsia), en vista de que la actividad se realiza una vez al día y el peso de la carga es igual a 30 Kg.

Figura 38.

Resultado del Nivel de Riesgo con Peso y Frecuencia del Levantamiento de Cargas.



Fuente. Tomado de Software Ergovida 2

B. Distancia horizontal entre las manos y la espalda (región lumbar): El operario que realiza la tarea, separa los brazos de la región lumbar al momento de levantar el tubo, adicionalmente el tronco se encontraba inclinado. Por lo tanto, el resultado obtenido fue nivel de riesgo = 6 (rojo).

C. Distancia vertical: La carga debe ser levantada desde el suelo, por lo tanto, se obtiene un nivel de riesgo = 3 (rojo).

- D. Torsión y lateralización de tronco:** Al analizar la postura tomada por el trabajador se observa que no hace bien el levantamiento, ya que inclina la espalda hacia adelante lateralizándola hacia su derecha y no flexiona las piernas al momento de levantar la carga del suelo. Por lo tanto, se obtuvo un nivel de riesgo = 2 (rojo).
- E. Restricciones posturales:** En el puesto de trabajo no existe ninguna restricción postural, obteniendo un nivel de riesgo = 0 (verde).
- F. Acoplamiento mano - objeto:** El trabajador puede realizar una “pinza” al momento de sujetar el tubo con sus manos, por lo tanto, el nivel de riesgo es = 1 (naranja).
- G. Superficie de trabajo:** Debido a las jornadas de limpieza la superficie puede encontrarse húmeda, siendo esta la situación más crítica, obteniendo un nivel de riesgo = 2 (rojo).
- H. Otros Factores Ambientales Complementarios:** En la zona donde se realiza el levantamiento de cargas no existen otros factores ambientales complementarios, por lo tanto, el nivel de riesgo = 0 (verde).

Con los valores obtenidos en cada uno de los ítems de la metodología MAC se realizó una suma, que tiene como resultado un valor de 18 puntos, que al comparar con la tabla 8, se obtiene que la categoría de acción es 3, en consecuencia, se REQUIEREN ACCIONES CORRECTIVAS PRONTO. En la siguiente figura se muestran los resultados obtenidos:

Figura 39.

Resultado de evaluación Levantamiento de cargas individual

Resultado de evaluación		
	Nivel de riesgo	Color
A.- Peso de la carga y frecuencia	4	Orange
B.- Distancia entre las manos y la espalda	6	Red
C.- Región vertical de levantamiento	3	Red
D.- Torsión e inclinación lateral del tronco	2	Red
E.- Restricciones posturales	0	Green
F.- Acoplamiento mano - objeto	1	Orange
G.- Superficie de trabajo	2	Red
H.- Factores ambientales complementarios	0	Green
Puntaje total	18	
Categoría de la acción	3	
Conclusión	Se requiere acciones correctivas pronto	

Fuente. Obtenido del Software ERGOVIDA2

7.2.2.2 Evaluación de tareas de levantamiento y descenso en equipo.

7.2.2.2.1 Tarea de levantamiento de cargas: tubo de 30 Kg

Al analizar el ciclo de trabajo relacionado con el tubo de 30 Kg, se observó que no se realiza descenso de la carga, por el contrario, es instalado en

un ducto; dicha actividad es llevada a cabo por dos personas, por lo cual se evaluó como levantamiento de cargas en equipo y la postura evaluada fue:

Figura 40.

Levantamiento de carga en equipo tubo de 30 Kg



Fuente. Tomada por los Autores.

Teniendo en cuenta lo anterior se obtuvo el siguiente resultado:

A. Peso Manejado: El peso levantado es de 30 Kg y la actividad es realizada por 2 personas, obteniendo como resultado un nivel de riesgo = 0 (verde).

B. Distancia horizontal entre las manos y la espalda (región lumbar):
Los operarios están realizando posturas diferentes por lo cual se evaluó la más crítica entre los dos; los brazos del trabajador No. 1 están

separados de la región lumbar al momento de levantar el tubo, de igual forma, el tronco está inclinado, obteniendo un nivel de riesgo = 6 (rojo).

C. Distancia vertical: Los operarios están realizando posturas diferentes, por lo tanto, se evaluó la más crítica entre los dos; la carga está sobre el nivel de los hombros, obteniendo un nivel de riesgo = 3 (rojo).

D. Torsión y lateralización de tronco: Al analizar la postura tomada por los trabajadores se observa que ambos presentan inclinación o torción del tronco, por lo tanto, se obtuvo un nivel de riesgo = 2 (rojo).

E. Restricciones posturales: El diseño del puesto de trabajo obliga al operario a realizar una postura de levantamiento de brazos, debido a que el ducto se encuentra a una altura por encima del trabajador (2,10 metros), obteniendo un nivel de riesgo = 1 (naranja).

F. Acoplamiento mano - objeto: El trabajador puede realizar una “pinza” al momento de sujetar el tubo con sus manos, por lo tanto, el nivel de riesgo es = 1 (naranja).

G. Superficie de trabajo: Debido a las jornadas de limpieza la superficie puede encontrarse húmeda, siendo esta la situación más crítica, obteniendo un nivel de riesgo = 2 (rojo).

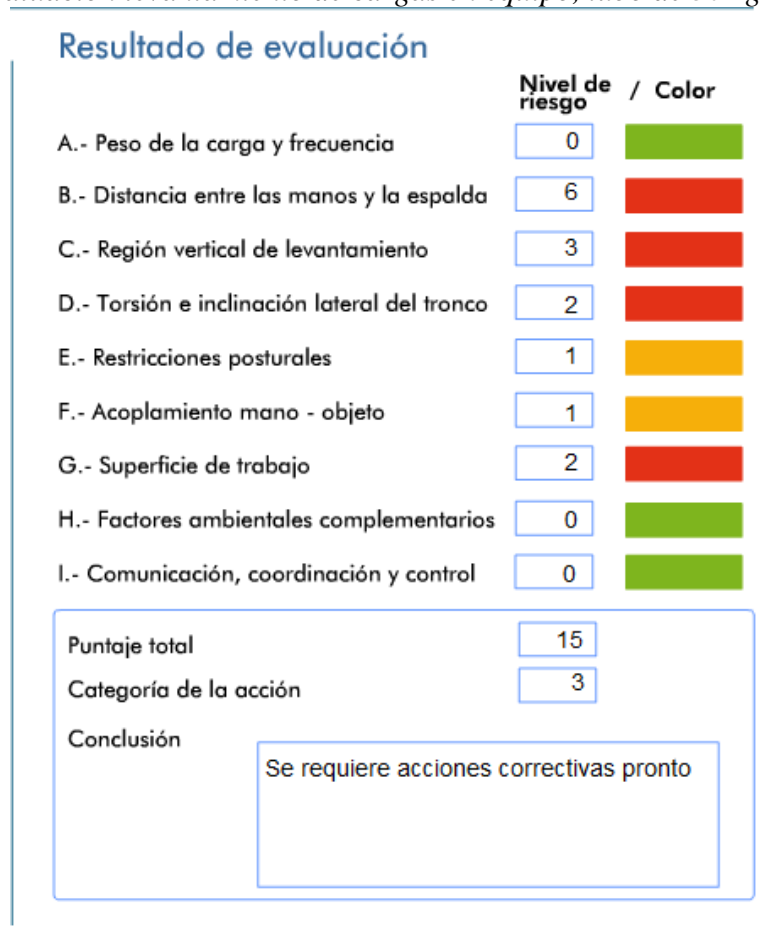
H. Otros Factores Ambientales Complementarios: En la zona donde se realiza el levantamiento de cargas no existen otros factores ambientales complementarios, por lo tanto, el nivel de riesgo = 0 (verde).

I. Comunicación, Coordinación y Control: La coordinación del equipo, el control de la carga y su comunicación es bueno, por lo tanto, se obtiene un nivel de riesgo = 0 (verde).

Con los valores obtenidos en cada uno de los ítems de la metodología MAC se realizó una suma, la cual tienen como resultado un valor de 15 puntos, que al comparar con la tabla 8, se obtiene que la categoría de acción es 3, en consecuencia, se REQUIEREN ACCIONES CORRECTIVAS PRONTO. En la siguiente figura se muestran los resultados obtenidos:

Figura 41

Resultado de la evaluación levantamiento de cargas en equipo, tubo de 30Kg



Fuente. Obtenido del Software ERGOVIDA2

7.2.2.2.2 Tarea de levantamiento de cargas en equipo: tubo de 54 Kg

Para el levantamiento de cargas del tubo de 54 Kg se analizó la siguiente postura, realizada por dos operarios del área de Egrón:

Figura 42

Levantamiento de cargas en equipo, tubo de 54 Kg



Fuente. Tomada por los Autores.

A. Peso Manejado: El peso levantado es de 54 Kg y la actividad es realizada por 2 personas, obteniendo como resultado un nivel de riesgo = 6 (rojo).

B. Distancia horizontal entre las manos y la espalda (región lumbar):

Los operarios se encontraban con el tronco inclinado y los brazos en posición vertical, obteniendo un nivel de riesgo = 3 (naranja).

C. Distancia vertical: La carga se maneja desde el nivel del suelo, obteniendo un nivel de riesgo = 3 (rojo).

D. Torsión y Lateralización de Tronco: Al analizar la postura tomada por los trabajadores se observa que ambos presentan inclinación o torción del tronco, por lo tanto, se obtuvo un nivel de riesgo = 2 (rojo).

E. Restricciones posturales: En el puesto de trabajo no existe ninguna restricción postural, obteniendo un nivel de riesgo = 0 (verde).

F. Acoplamiento mano - objeto: Los trabajadores puede realizar una “pinza” al momento de sujetar el tubo con sus manos, por lo tanto, el nivel de riesgo es = 1 (naranja).

G. Superficie de trabajo: Debido a las jornadas de limpieza la superficie puede encontrarse húmeda, siendo esta la situación más crítica, obteniendo un nivel de riesgo = 2 (rojo).

H. Otros Factores Ambientales Complementarios: En la zona donde se realiza el levantamiento de cargas no existen otros factores ambientales complementarios, por lo tanto, el nivel de riesgo = 0 (verde).

I. Comunicación, Coordinación y Control: Debido a que el trabajador No. 1 solo espera de pie a que el No. 2 realice el levantamiento de la

carga, la coordinación entre ambos es razonable, por lo tanto, se obtiene un nivel de riesgo = 1 (naranja).

Con los valores obtenidos en cada uno de los ítems de la metodología MAC se realizó una suma, la cual tienen como resultado un valor de 18 puntos, que al comparar con la tabla 8, se obtiene que la categoría de acción es 3, en consecuencia, se REQUIEREN ACCIONES CORRECTIVAS PRONTO. En la siguiente figura se muestran los resultados obtenidos:

Figura 43

Resultado de evaluación levantamiento de cargas en equipo, tubo de 54 Kg

Resultado de evaluación		
	Nivel de riesgo	Color
A.- Peso de la carga y frecuencia	6	Rojo
B.- Distancia entre las manos y la espalda	3	Amarillo
C.- Región vertical de levantamiento	3	Rojo
D.- Torsión e inclinación lateral del tronco	2	Rojo
E.- Restricciones posturales	0	Verde
F.- Acoplamiento mano - objeto	1	Amarillo
G.- Superficie de trabajo	2	Rojo
H.- Factores ambientales complementarios	0	Verde
I.- Comunicación, coordinación y control	1	Amarillo
Puntaje total	18	
Categoría de la acción	3	
Conclusión	Se requiere acciones correctivas pronto	

Fuente. Obtenido del Software ERGOVIDA2

7.2.2.2.3 Tarea de descenso de cargas: tubo de 54 Kg

Figura 44

Descenso de carga en equipo, tubo de 54Kg



Fuente. Tomada por los Autores.

- A. Peso Manejado:** El peso del tubo es de 54 Kg y la actividad es realizada por 2 personas, obteniendo como resultado un nivel de riesgo = 6 (rojo).
- B. Distancia horizontal entre las manos y la espalda (región lumbar):**
Los operarios se encontraban con el tronco inclinado y los brazos alejados del cuerpo, obteniendo un nivel de riesgo = 6 (rojo).
- C. Distancia vertical:** La carga es situada en una estiba que se encuentra al nivel del suelo, obteniendo un nivel de riesgo = 3 (rojo).

- D. Torsión y lateralización de tronco:** Al analizar la postura tomada por los trabajadores se observa que ambos presentan inclinación o torción del tronco, por lo tanto, se obtuvo un nivel de riesgo = 2 (rojo).
- E. Restricciones posturales:** En el puesto de trabajo no existe ninguna restricción postural, obteniendo un nivel de riesgo = 0 (verde).
- F. Acoplamiento mano - objeto:** El trabajador puede realizar una “pinza” al momento de sujetar el tubo con sus manos, por lo tanto, el nivel de riesgo es = 1 (naranja).
- G. Superficie de trabajo:** Debido a las jornadas de limpieza la superficie puede encontrarse húmeda, siendo esta la situación más crítica, obteniendo un nivel de riesgo = 2 (rojo).
- H. Otros Factores Ambientales Complementarios:** En la zona donde se realiza el levantamiento de cargas no existen otros factores ambientales complementarios, por lo tanto, el nivel de riesgo = 0 (verde).
- I. Comunicación, Coordinación y Control:** Durante el descenso de la carga se observa que los trabajadores no lo hacen lentamente ni en simultaneo, en consecuencia, el operario No. 2 ejerce más fuerza que el No. 1 al momento de descargar el tubo, por lo tanto, se obtiene un nivel de riesgo = 3 (rojo).

Con los valores obtenidos en cada uno de los ítems de la metodología MAC se realizó una suma, la cual tienen como resultado un valor de 23 puntos, que al comparar con la tabla 8, se obtiene que la categoría de acción es 4, en

consecuencia, se REQUIEREN ACCIONES CORRECTIVAS INMEDIATAMENTE. En la siguiente figura se muestran los resultados obtenidos:

Figura 45

Resultado evaluación descenso de carga en equipo, tubo de 54 Kg

Resultado de evaluación		
	Nivel de riesgo	Color
A.- Peso de la carga y frecuencia	6	Red
B.- Distancia entre las manos y la espalda	6	Red
C.- Región vertical de levantamiento	3	Red
D.- Torsión e inclinación lateral del tronco	2	Red
E.- Restricciones posturales	0	Green
F.- Acoplamiento mano - objeto	1	Yellow
G.- Superficie de trabajo	2	Red
H.- Factores ambientales complementarios	0	Green
I.- Comunicación, coordinación y control	3	Red
Puntaje total	23	
Categoría de la acción	4	
Conclusión	Se requiere acciones correctivas inmediatamente	

Fuente. Obtenido del Software ERGOVIDA2

7.2.2.3 Evaluación de Tareas de Transporte.

Para la evaluación del transporte de la carga se tuvo en cuenta el momento más crítico que se presentó y se realizó el análisis para desplazamiento individual.

7.2.2.3.1 Tareas de Transporte: Individual

Figura 46

Postura crítica desplazamiento individual

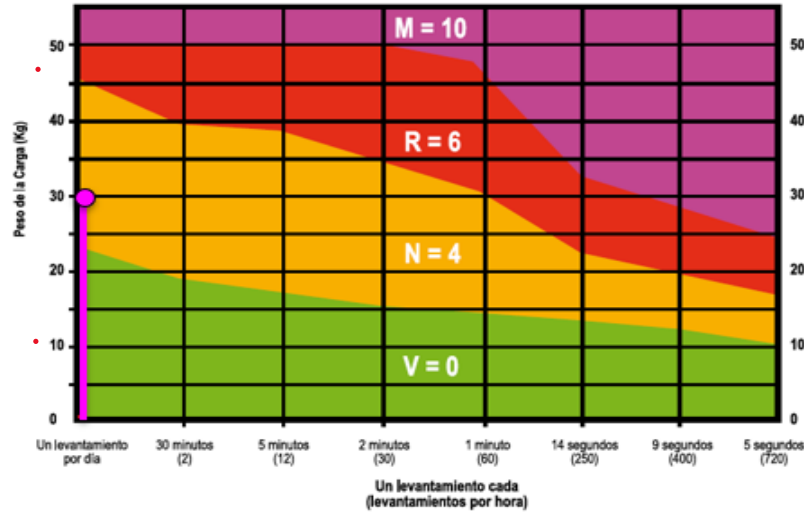


Fuente. Tomada por los Autores.

A. Peso Manejado: Mediante el gráfico que presenta el software se determinó que el nivel de riesgo = 4 (naranja), en vista de que la actividad se realiza una vez al día y el peso de la carga es igual a 30 Kg.

Figura 47.

Resultado del Nivel de Riesgo con Peso y Frecuencia del Levantamiento de Cargas.



Fuente. Tomado de Software Ergovida 2

B. Distancia horizontal entre las manos y la espalda (región lumbar):

El operario se encontraba con el tronco erguido y los brazos alejados del cuerpo, obteniendo un nivel de riesgo = 3 (rojo).

C. Carga Asimétrica sobre la Espalda: La carga y las manos están dispuestas asimétricamente, además el trabajador sostiene una postura erguida, por lo tanto, se tiene un nivel de riesgo = 1 (naranja).

D. Restricciones posturales: El diseño del puesto de trabajo por donde debe desplazarse el trabajador cuenta con una zona de poco espacio, afectando el desplazamiento continuo de la carga, por lo tanto, se obtuvo que, el nivel de riesgo = 1 (naranja).

- E. Acoplamiento mano - objeto:** El trabajador puede realizar una “pinza” al momento de sujetar el tubo con sus manos, por lo tanto, el nivel de riesgo es = 1 (naranja).
- F. Superficie de trabajo:** Debido a las jornadas de limpieza la superficie puede encontrarse húmeda, siendo esta la situación más crítica, obteniendo un nivel de riesgo = 2 (rojo).
- G. Otros Factores Ambientales Complementarios:** En la zona donde se realiza el levantamiento de cargas no existen otros factores ambientales complementarios, por lo tanto, el nivel de riesgo = 0 (verde).
- H. Distancia de Traslado:** El trabajador traslada la carga aproximadamente por 2 metros, por lo tanto, se obtuvo un nivel de riesgo = 0 (verde).
- I. Obstáculos:** Durante el recorrido realizado por el trabajador se encuentra un desnivel (pesa del tote), por lo tanto, se obtuvo un nivel de riesgo = 2 (naranja).

Con los valores obtenidos en cada uno de los ítems de la metodología MAC se realizó una suma, la cual tienen como resultado un valor de 14 puntos, que al comparar con la tabla 8, se obtiene que la categoría de acción es 3, en consecuencia, se REQUIEREN ACCIONES CORRECTIVAS PRONRO. En la siguiente figura se muestran los resultados obtenidos:

Figura 48

Resultado de evaluación desplazamiento individual

Resultado de evaluación	Nivel de riesgo	Color
A.- Peso de la carga y frecuencia	4	Orange
B.- Distancia entre las manos y la espalda	3	Orange
C.- Carga asimétrica sobre la espalda	1	Orange
D.- Restricciones posturales	1	Orange
E.- Acoplamiento mano - objeto	1	Orange
F.- Superficie de tránsito	2	Red
G.- Factores ambientales complementarios	0	Green
H.- Distancia del traslado	0	Green
I.- Obstáculos	2	Orange
Puntaje total	14	
Categoría de la acción	3	
Conclusión	Se requiere acciones correctivas pronto	

Fuente. Obtenido del Software ERGOVIDA2

7.2.2.3.2 Tareas de Transporte: En Equipo

Debido a que la tarea de transporte está definida para calificar a una persona, se realizó para transporte en equipo, pero evaluándolos a cada uno por separado, asimismo se tuvo en cuenta como si levantaran la mitad del peso, obteniendo los siguientes resultados:

Figura 49

Postura evaluada para transporte de cargas en equipo



Fuente. Tomada por los Autores.

Los resultados obtenidos del trabajador No. 1 son:

- A. Peso Manejado:** El peso levantado es de 27 Kg y la actividad es realizada 1 vez al día, obteniendo como resultado un nivel de riesgo = 4 (naranja).
- B. Distancia horizontal entre las manos y la espalda (región lumbar):** El operario se encuentra con el tronco inclinado y los brazos están alejados del cuerpo, obteniendo un nivel de riesgo = 6 (rojo).
- C. Carga Asimétrica sobre la Espalda:** La carga y las manos están dispuestas asimétricamente, distribuyendo el peso de manera desigual

entre extremidades, por lo tanto, se tiene un nivel de riesgo = 1 (naranja).

D. Restricciones posturales: El diseño del puesto de trabajo por donde se desplaza el trabajador cuenta con una zona de poco espacio, afectando el desplazamiento continuo de la carga, por lo tanto, se obtuvo que, el nivel de riesgo = 1 (naranja).

E. Acoplamiento mano - objeto: El trabajador puede realizar una “pinza” al momento de sujetar el tubo con sus manos, por lo tanto, el nivel de riesgo es = 1 (naranja).

F. Superficie de trabajo: Debido a las jornadas de limpieza la superficie puede encontrarse húmeda, siendo esta la situación más crítica, obteniendo un nivel de riesgo = 2 (rojo).

G. Otros Factores Ambientales Complementarios: En la zona donde se realiza el desplazamiento con la carga no existen otros factores ambientales complementarios, por lo tanto, el nivel de riesgo = 0 (verde).

H. Distancia de Traslado: El trabajador mientras traslada la carga recorre aproximadamente de 4 metros, por lo tanto, se obtuvo un nivel de riesgo = 0 (verde).

I. Obstáculos: Durante el recorrido realizado por el trabajador se encuentra un desnivel (pesa de tote), por lo tanto, se obtuvo un nivel de riesgo = 2 (naranja).

Con los valores obtenidos en cada uno de los ítems de la metodología MAC se realizó una suma, la cual tienen como resultado un valor de 17 puntos, que al comparar con la tabla 8, se obtiene que la categoría de acción es 3, en consecuencia, se REQUIEREN ACCIONES CORRECTIVAS PRONTO. En la siguiente figura se muestran los resultados obtenidos:

Figura 50.

Resultados transporte de cargas tubo de 54 Kg trabajador No. 1

Resultado de evaluación	Nivel de riesgo	Color
A.- Peso de la carga y frecuencia	4	Amarelo
B.- Distancia entre las manos y la espalda	6	Verde
C.- Carga asimétrica sobre la espalda	1	Amarelo
D.- Restricciones posturales	1	Amarelo
E.- Acoplamiento mano - objeto	1	Amarelo
F.- Superficie de tránsito	2	Verde
G.- Factores ambientales complementarios	0	Verde
H.- Distancia del traslado	0	Verde
I.- Obstáculos	2	Amarelo
Puntaje total	17	
Categoría de la acción	3	
Conclusión	Se requiere acciones correctivas pronto	

Fuente. Obtenido del Software ERGOVIDA2

Los resultados obtenidos del trabajador No. 2 son:

- A. Peso Manejado:** El peso levantado es de 27 Kg y la actividad es realizada 1 vez al día, obteniendo como resultado un nivel de riesgo = 4 (naranja).
- B. Distancia horizontal entre las manos y la espalda (región lumbar):** El operario se encuentra con el tronco inclinado y los brazos en posición vertical, obteniendo un nivel de riesgo = 3 (naranja).
- C. Carga asimétrica sobre la espalda:** La carga y las manos están dispuestas simétricamente, distribuyendo el peso en ambas extremidades, por lo tanto, se tiene un nivel de riesgo = 0 (verde).
- D. Restricciones posturales:** El diseño del puesto de trabajo por donde se desplaza el trabajador cuenta con una zona de poco espacio, afectando el desplazamiento continuo de la carga, por lo tanto, se obtuvo que, el nivel de riesgo = 1 (naranja).
- E. Acoplamiento mano - objeto:** El trabajador puede realizar una “pinza” al momento de sujetar el tubo con sus manos, por lo tanto, el nivel de riesgo es = 1 (naranja).
- F. Superficie de trabajo:** Debido a las jornadas de limpieza la superficie puede encontrarse húmeda, siendo esta la situación más crítica, obteniendo un nivel de riesgo = 2 (rojo).
- G. Otros Factores Ambientales Complementarios:** En la zona donde se realiza el levantamiento de cargas no existen otros factores

ambientales complementarios, por lo tanto, el nivel de riesgo = 0 (verde).

H. Distancia de Traslado: El trabajador mientras traslada la carga recorre aproximadamente 4 metros, por lo tanto, se obtuvo un nivel de riesgo = 0 (verde).

I. Obstáculos: Durante el recorrido realizado por el trabajador se encuentra un desnivel (pesa tote), por lo tanto, se obtuvo un nivel de riesgo = 2 (naranja).

Con los valores obtenidos en cada uno de los ítems de la metodología MAC se realizó una suma, la cual tienen como resultado un valor de 13 puntos, que al comparar con la tabla 8, se obtiene que la categoría de acción es 3, en consecuencia, se REQUIEREN ACCIONES CORRECTIVAS PRONTO. En la siguiente figura se muestran los resultados obtenidos:

Figura 51

Resultados transporte de cargas tubo de 54 Kg trabajador No. 2

Resultado de evaluación	Nivel de riesgo	Color
A.- Peso de la carga y frecuencia	4	Orange
B.- Distancia entre las manos y la espalda	3	Orange
C.- Carga asimétrica sobre la espalda	0	Green
D.- Restricciones posturales	1	Orange
E.- Acoplamiento mano - objeto	1	Orange
F.- Superficie de tránsito	2	Red
G.- Factores ambientales complementarios	0	Green
H.- Distancia del traslado	0	Green
I.- Obstáculos	2	Orange
Puntaje total	13	
Categoría de la acción	3	
Conclusión	Se requiere acciones correctivas pronto	

Fuente. Obtenido del Software ERGOVIDA2

Tabla 13

Resumen resultados obtenidos en la evaluación de levantamiento y descenso de cargas mediante método MAC

	VALOR RE.	LEVANTAMIENTO DE CARGA INDIVIDUAL (30 Kg)	LEVANTAMIENTO DE CARGA GRUPAL (30 Kg)	LEVANTAMIENTO DE CARGA GRUPAL (54 Kg)	DESCENSO DE CARGA GRUPAL (54 Kg)
PESO DE LA CARGA Y FRECUENCIA	10	4	0	6	6
DISTANCIA HORIZONTAL ENTRE LAS MANOS Y LA ESPALDA (REGIÓN LUMBAR)	6	6	6	3	6
DISTANCIA VERTICAL	3	3	3	3	3
TORSIÓN Y LATERALIZACIÓN DE TRONCO	2	2	2	2	2
RESTRICCIONES POSTURALES	3	0	1	0	0
ACOPLAMIENTO MANO - OBJETO	2	1	1	1	1
SUPERFICIE DE TRABAJO	2	2	2	2	2
OTROS FACTORES AMBIENTALES COMPLEMENTARIOS	2	0	0	0	0
COMUNICACIÓN, COORDINACIÓN Y CONTROL	3		0	1	3
TOTAL	30 - 33	18	15	18	23

7.2.2.4 Discusión de resultados obtenidos en la evaluación de levantamiento y descenso de cargas mediante método MAC.

Como se puede observar la metodología MAC se enfoca en evaluar las afectaciones causadas en la parte superior del cuerpo por el levantamiento y descenso manual de cargas, de igual forma, se enfoca en las condiciones del medio en el cual se desarrolla la actividad.

Teniendo en cuenta lo anterior, según los resultados obtenidos para este estudio, los factores que más afectan a los trabajadores son el peso del tubo, distancia entre las manos y la espalda, la superficie de trabajo, distancia vertical (altura desde la cual es levantada la carga) y la torción o lateralización del tronco.

En cuanto al peso de la carga, el bajante que causa mayor impacto en los trabajadores es el correspondiente a 54 Kg, el cual es levantado por dos operarios los cuales se comunican entre sí para realizar el levantamiento de manera adecuada; sin embargo, es un peso bastante alto hasta para dos personas, así mismo, cabe resaltar que al no contar con un buen sistema de agarre (acoplamiento mano objeto), hace casi imposible que los operarios no realicen posturas inadecuadas a la hora de realizar el levantamiento o descenso, afectando de esta forma las posturas de las manos y de la espalda, cuyos resultados también presentan valores altos en la calificación.

De igual forma, como los tubos bajantes se encuentran a nivel del piso, durante la evaluación es uno de los factores críticos, debido a que los operarios ejercen más fuerza para hacer el levantamiento o descenso de los tubos bajantes, especialmente del de 54 Kg, el cual arroja valores críticos en cuanto a posición de las manos con respecto a la espalda. En este caso, al no contar con herramientas de traslado, lo indicado sería que los trabajadores realizan una

buena postura, que mitigue el impacto de dicha acción, por el contrario, adoptan posturas inadecuadas, las cuales se vieron reflejadas en los resultados obtenidos.

Otro de los factores que presenta el máximo valor en todas las calificaciones es el de la superficie de trabajo, pues como se observa en las imágenes el área en la que se desarrolla la actividad se encuentra húmeda, debido a las jornadas de limpieza que se realizan antes de instalar los bajantes para el llenado de formatos en el área de Egrón. Cabe resaltar que estas jornadas se realizan de forma semanal, el riesgo no siempre está presente, pero si es un factor a tener en cuenta.

Asimismo, es importante resaltar que la calificación del acople mano objeto es igual para todas las evaluaciones debido a que ninguno de los tubos cuenta con un sistema de agarre apropiado para que los operarios realicen un buen agarre, causando incomodidad en ellos a la hora de realizar el levantamiento o descenso de la carga.

Finalmente, si comparamos el levantamiento y descenso con el proyecto “Evaluación ergonómica por manipulación de cargas del puesto de trabajo de manejo de cilindros de gases en una distribuidora de Quito”, descrito previamente en el estudio de arte, denota que no tiene mucha relevancia la distancia entre las manos y la espalda, distancia vertical, torsión y lateralización y la superficie, a diferencia del área del Egrón que en sus literales dentro de la evaluación estas fueron uno de las más críticas, haciendo incluso que la celeridad de la implementación en conjunto con el peso de la carga, la acción correctiva sea inmediata y no solo pronta como en la distribuidora

Tabla 14.

Resumen resultados obtenidos en la evaluación del desplazamiento manual de cargas mediante método MAC

	DESPLAZAMIENTO CON CARGA			
	VALOR REF.	TRANSPORTE DE CARGAS INDIVIDUAL (30 Kg)	DESPLAZAMIENTO GRUPAL (54 Kg)	
			Trabajador No. 1	Trabajador No. 2
PESO DE LA CARGA Y FRECUENCIA	10	4	4	4
DISTANCIA HORIZONTAL ENTRE LAS MANOS Y LA ESPALDA (REGIÓN LUMBAR)	6	3	6	3
CARGA ASIMETRICA SOBRE LA ESPALDA	3	1	1	0
RESTRICCIONES POSTURALES	3	1	1	1
ACOPLAMIENTO MANO – OBJETO	2	1	1	1
SUPERFICIE DE TRABAJO	2	2	2	2
OTROS FACTORES AMBIENTALES COMPLEMENTARIOS	2	0	0	0
DISTANCIA DEL TRASLADO	3	0	0	0
OBSTACULOS	3	2	2	2
TOTAL	34	14	17	13

Fuente. Elaborado por los autores

7.2.2.5 Discusión de resultados obtenidos en la evaluación del desplazamiento manual de cargas mediante método RULA.

En cuanto a los resultados obtenidos al evaluar el desplazamiento realizado con cargas de 30 Kg y 54 Kg, individual y grupal respectivamente, se obtuvieron que dentro de la evaluación requiere acciones correctivas prontas, dentro de la puntuación las más relevantes fueron el peso de la carga y frecuencia, distancia horizontal, carga asimétrica, restricciones posturales, acoplamiento mano-objeto, superficie de trabajo y obstáculos y para el trabajador N1 con el desplazamiento grupal, se encuentra con el tronco inclinado y los brazos están alejados del cuerpo lo que genera que tenga una de las puntuaciones más altas.

Si comparamos el desplazamiento manual con el proyecto “Evaluación ergonómica por manipulación de cargas del puesto de trabajo de manejo de cilindros de gases en una distribuidora de Quito”, previamente descrita en el estudio de arte, denota que el peso de la carga y la frecuencia genera una mayor afectación, relevancia y es consecuente de que la evaluación sea un poco más alta (19) a diferencia que el proyecto de grado para el área del Egrón la más alta sea (17), es aquí la importancia, puesto que con dichas evaluaciones se toma decisiones importantes a la hora de su solución y del tiempo que requiere las acciones correctivas.

7.2.3 Aplicación del Método RULA

Se realizó la evaluación de las posturas de los trabajadores cuando ejecutan la tarea de levantamiento tanto para el tubo de 30 Kg como el de 54 Kg. Obteniendo los siguientes resultados:

7.2.3.1 Levantamiento de cargas individual

La evaluación postural se realizó en el lado derecho del cuerpo del operario.

A. Extremidades Superiores

Figura 52

Postura brazo, antebrazo y muñeca a evaluar mediante método RULA, levantamiento de carga individual



Fuente. Tomada por los Autores.

1. Posición del brazo

- Como se observa en la figura el trabajador tiene el hombro entre 45° y 90° de flexión, lo que significa que es igual a 3 puntos, adicionalmente, el brazo esta abducido, sumándole 1 punto al resultado anterior, lo que da un total de 4 puntos.

2. Posición del Antebrazo

- El brazo se encuentra por debajo de 60° de flexión = 2 puntos, adicionalmente, la actividad hace que se ubique a un lado del punto medio del cuerpo añadiéndole 1 punto, al resultado anterior.

3. Laterización de la muñeca

Puntuación de la muñeca

- La muñeca se encuentra en extensión = 2 puntos.

Laterización de la muñeca

- La muñeca está en posición de supinación en un rango medio = 1 punto.

B. Cuello, tronco, extremidades inferiores

Figura 53

Postura de cuello y espalda a evaluar mediante método RULA, levantamiento de carga individual



Fuente. Tomada por los Autores.

1. Posición del Cuello

- El cuello está flexionado a más de 20°, en la figura se observa que el trabajador no lateraliza o rota el cuello, obteniendo como resultado 3.

2. Posición del tronco

- Tronco flexionado más de 60° = 4 puntos, además está lateralizado, por lo tanto, se le agrega 1 punto más al resultado.

3. Posición de las piernas

- las piernas y pies no están apoyados de forma que distribuyan la fuerza equitativamente, por lo tanto, es igual a 2 puntos

C. Factor de Riesgo por Contracción Estática del Musculo

- La postura es principalmente dinámica (no es mantenida más de un minuto) = 0 puntos

D. Factores de Riesgo por Fuerza

- Teniendo en cuenta que el tubo tiene un peso de 30 Kg y que la actividad es intermitentemente, da como resultado 2 puntos.

E. Puntuación Final de los Factores de Riesgo

El resultado obtenido de los factores de riesgo es igual a 7, lo que indica que el nivel de riesgo es 4 y la actuación pertinente es REALIZAR CAMBIOS URGENTES EN LA TAREA.

Figura 54.

Puntuación final método RULA, levantamiento de cargas individual

The image shows a software interface for calculating RULA scores. It features two main sections, A and B, each with a table of body parts and their scores, followed by a calculation flow. Section A: A table lists BRAZO (4), ANTEBRAZO (3), MUÑECA (3), and LAT. MUÑECA (1). An arrow points to a box containing '5', labeled 'Puntuación postura A'. This is followed by a plus sign, a box with 'MÚSCULO' (0), another plus sign, a box with 'FUERZA' (2), an equals sign, and a box with 'PUNTAJÓN C' (7). A downward arrow points to a 'Total:' label with a box containing '7'. Section B: A table lists CUELLO (3), TRONCO (5), and PIERNAS (2). An arrow points to a box containing '5', labeled 'Puntuación postura B'. This is followed by a plus sign, a box with 'MÚSCULO' (0), another plus sign, a box with 'FUERZA' (2), an equals sign, and a box with 'PUNTAJÓN D' (7). An upward arrow points to the 'Total:' label. At the bottom right, there is a 'Salir' button with a small icon.

A	
BRAZO	4
ANTEBRAZO	3
MUÑECA	3
LAT. MUÑECA	1

Puntuación postura A: 5 + MÚSCULO (0) + FUERZA (2) = PUNTAJÓN C (7)

Total: 7

B	
CUELLO	3
TRONCO	5
PIERNAS	2

Puntuación postura B: 5 + MÚSCULO (0) + FUERZA (2) = PUNTAJÓN D (7)

Salir

Fuente. Tomada de Software e-RULA

7.2.3.2 Evaluación del riesgo transporte de cargas individual

La evaluación se realizó en el lado derecho del cuerpo del trabajador, como se muestra en las figuras.

A. Extremidades Superiores

Figura 55

Postura brazo, antebrazo y muñeca a evaluar transporte de cargas individual



Fuente. Tomada por los Autores.

1. Posición del brazo

- El trabajador tiene el hombro entre 0 y 20° de flexión, lo que es igual a 1 punto.

2. Posición del Antebrazo

- El codo esta flexionado por debajo de 60°, obteniendo como resultado 2 puntos.

3. Laterización de la muñeca

Puntuación de la muñeca

- La muñeca está extendida por encima de 15 grados = 3 puntos

Laterización de la muñeca

- La muñeca está en posición de supinación en un rango medio = 1 punto

B. Cuello, tronco, extremidades inferiores

Figura 56

Postura de cuello y espalda a evaluar transporte de cargas individual



Fuente. Tomada por los Autores.

1. Posición del Cuello

- El cuello está flexionado a más de 20°, con un valor de 3 puntos.

2. Posición del tronco

- El tronco está flexionado entre 0° y 20° , lo que es igual a 2 puntos.

3. Posición de las piernas

- Las piernas y pies no están apoyados distribuyendo la fuerza equitativamente, debido a que no lleva la carga asimétricamente, por lo tanto, es igual a 2 puntos

C. Factor de Riesgo por Contracción Estática del Musculo

- La postura es principalmente dinámica (no es mantenida más de un minuto) = 0 puntos

D. Factores de Riesgo por Fuerza

- Teniendo en cuenta que el tubo tiene un peso de 30 Kg y que la actividad es intermitentemente, da como resultado 2 puntos.

E. Puntuación Final de los Factores de Riesgo

El resultado obtenido de los factores de riesgo es igual a 6, lo que indica que el nivel de riesgo es 3 y la actuación es REALIZAR EL REDISEÑO DE LA TAREA.

Figura 57

Puntuación final de los factores de riesgo de transporte de carga individual

Puntuación Final de los Factores de Riesgo.

A

BRAZO	1
ANTEBRAZO	2
MUÑECA	3
LAT. MUÑECA	1

→ **Puntuación postura A**

3 + MÚSCULO (0) + FUERZA (2) = Puntuación C (5)

↓

Total: 6

↑

B

CUELLO	3
TRONCO	2
PIERNAS	2

→ **Puntuación postura B**

3 + MÚSCULO (0) + FUERZA (2) = Puntuación D (5)

Salir

Fuente. Tomada de Software e-RULA

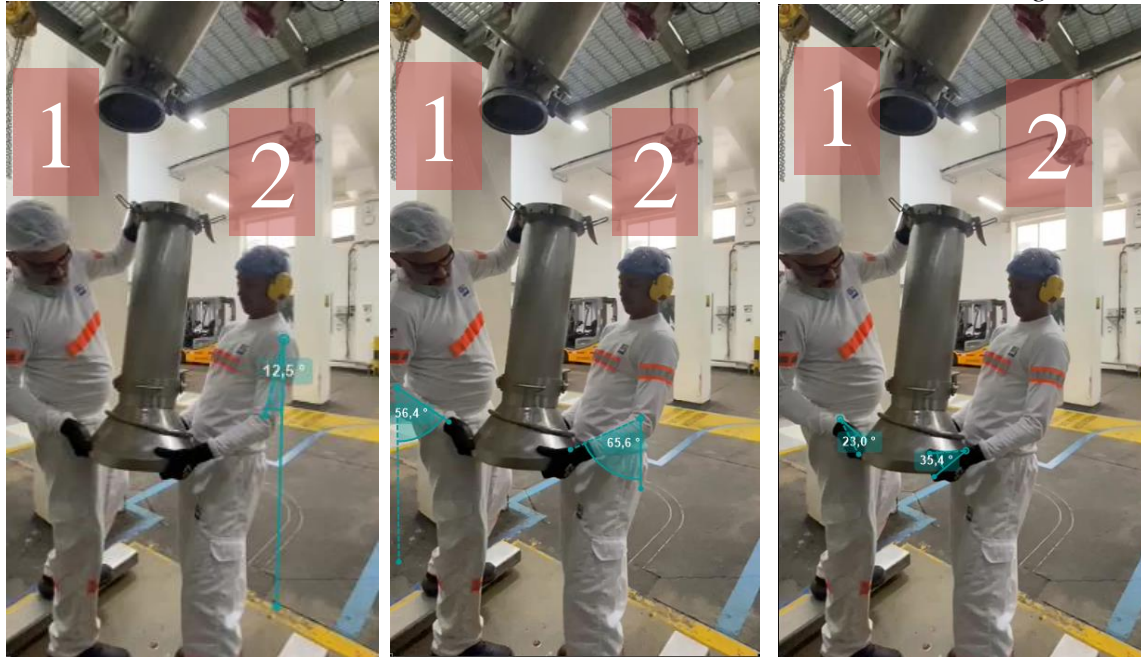
7.2.3.3 Evaluación levantamiento de cargas en equipo tubo de 30 Kg.

Para el trabajador No. 1 se realizó la evaluación en el lado derecho del cuerpo, por el contrario, al trabajador No. 2 se le analizó el lado izquierdo.

A. Extremidades Superiores

Figura 58

Postura brazo, antebrazo y muñeca a evaluar de la instalación del tubo de 30 Kg



Fuente. Tomada por los autores

1. Posición del brazo

- Los trabajadores tienen los brazos en una posición de extensión aproximada a 20° , por lo tanto, es igual a 1 punto, adicionalmente el trabajador No. 1 tiene el brazo en abducción lo que es igual a 1 punto adicional, concluyendo que para el trabajador No. 1 el puntaje es igual a 2 puntos y para el No. 2 es 1 punto.

2. Posición del Antebrazo

- El codo del trabajador No. 1 se encontraba flexionado por debajo de 60° , lo que es igual a 2 puntos, por el contrario, el codo del trabajador No. 2 se encontraba entre 60° y 100°

de flexión, lo que es igual a 1 punto, adicionalmente el trabajador No 1 tiene el antebrazo alejado de la línea media del cuerpo agregándole un punto más al resultado. En total serian 3 puntos para el trabajador No. 1 y 1 punto para el No. 2.

3. Laterización de la muñeca

Puntuación de la muñeca

- La muñeca de ambos trabajadores está en extensión a más de 15 grados, igual a 3 puntos.

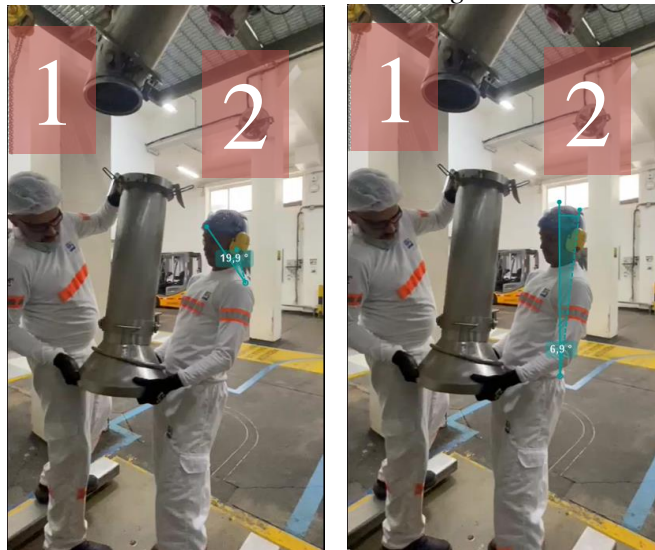
Laterización de la muñeca

- La muñeca de ambos trabajadores está en posición supina en rango medio, igual a 1 punto.

B. Cuello, tronco, extremidades inferiores

Figura 59

Postura de cuello y espalda a evaluar de la instalación del tubo de 30 Kg



Fuente. Tomada por los Autores.

1. Posición del Cuello

- El cuello del trabajador No. 1 esta entre 0° y 10° de flexión, por el contrario, el trabajador No. 2 presenta una flexión entre 10° y 20°. Adicionalmente el trabajador No. 1 Se encuentra con el cuello lateralizado por lo tanto se le agrega un punto más, obteniendo un total de 2 puntos para el trabajador No. 1 y 1 punto para el trabajador No. 2.

2. Posición del tronco

- Ambos trabajadores se encuentran con el tronco flexionado entre 0° y 20°, lo que es igual a 2 puntos, sin embargo, el trabajador No. 1 Se encuentra con el tronco lateralizado y rotado, por lo cual se le adiciona 2 puntos, obteniendo un total de 4 puntos para el trabajador No. 1 y 2 para el operario No. 2.

3. Posición de las piernas

- El trabajador No. 1 se encuentra con los pies a diferentes alturas por lo tanto la carga no está distribuida en ambas piernas, dicha acción le da un valor de 2 puntos, por el contrario, el trabajador No. 2 se encuentra con ambas piernas bien apoyadas distribuyendo el peso correctamente obteniendo un valor de 1 punto.

C. Factor de Riesgo por Contracción Estática del Musculo

- La postura principalmente es dinámica por lo tanto es igual a 0 puntos

D. Factores de Riesgo por Fuerza

- El peso del tubo es de 30 Kg levantado entre ambos trabajadores por lo tanto la carga es mayor a 10 Kg aplicada intermitentemente igual a 2 puntos

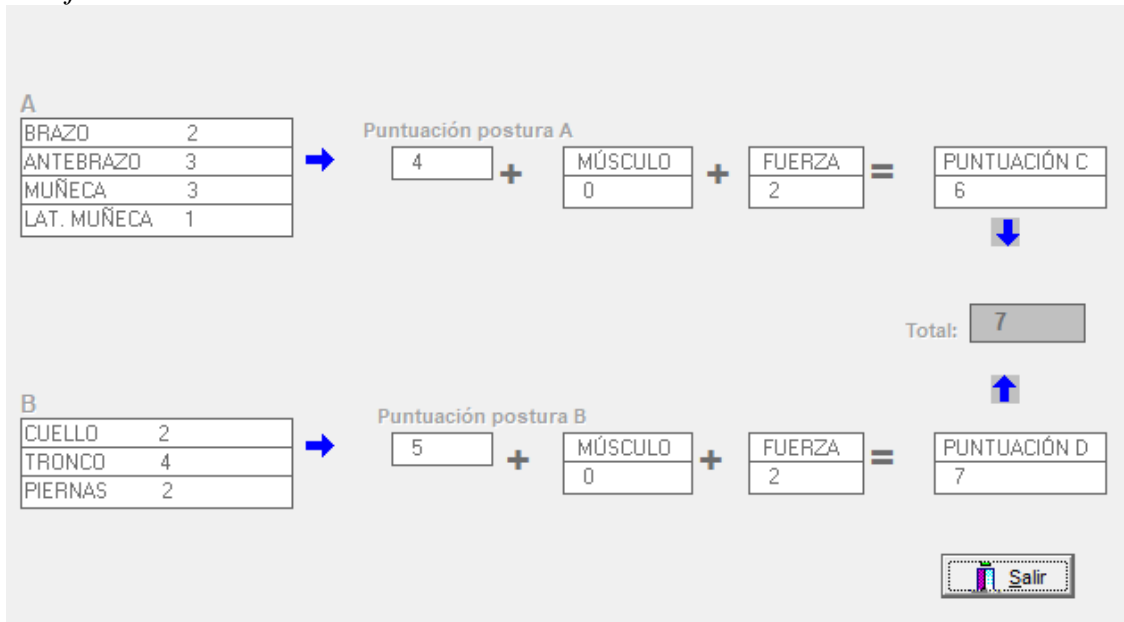
E. Puntuación Final de los Factores de Riesgo

El resultado obtenido de los factores de riesgo para el trabajador No. 1 es igual a 7, lo que indica que el nivel de riesgo es 4 y la actuación pertinente es REALIZAR CAMBIOS URGENTES EN LA TAREA. Por otro lado, la puntuación final para el trabajador No. 2 es igual a 4, lo que indica que el nivel de riesgo es 2, esto quiere decir que se REQUIEREN CAMBIOS EN LA TAREA.

Como se observa se obtuvieron resultados totalmente opuestos para dos trabajadores que realizan la misma actividad de levantamiento de cargas, por este motivo es importante mencionar que, aunque ambos trabajadores estaban sosteniendo la carga, el No. 1 estaba verificando la posición del tubo con el fin de que encajara correctamente en el ducto que se ve en la parte superior de la imagen, razón por la cual su posición es diferente a la del trabajador No. 2. Sin embargo, se va a tomar en cuenta el valor más crítico obtenido, ya que en cualquier momento un trabajador puede adoptar posturas inadecuadas a la hora de realizar el levantamiento de cargas.

Figura 60

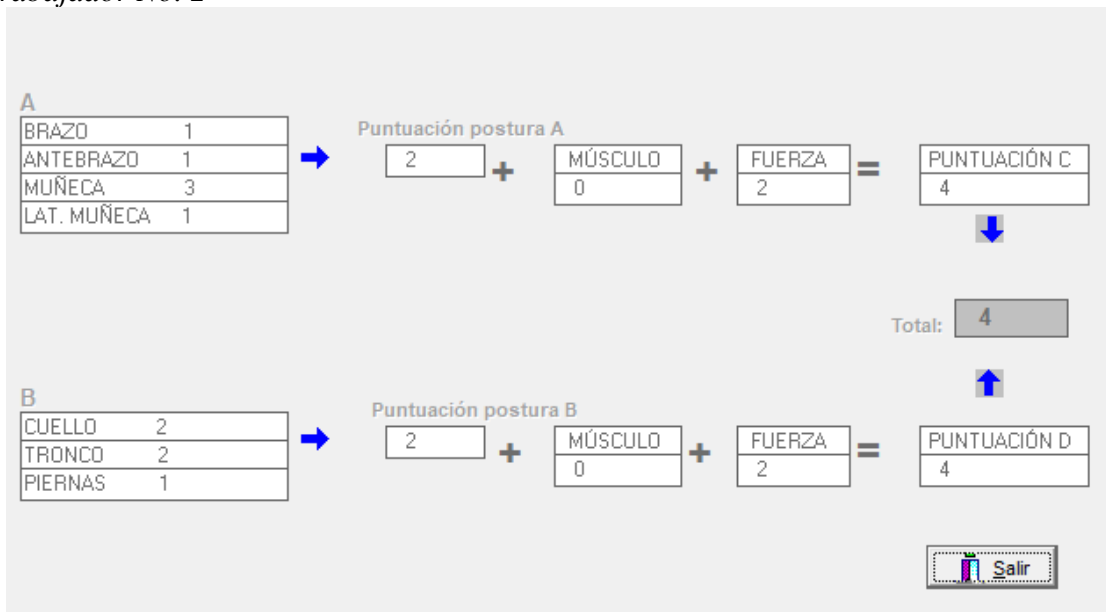
Puntuación final de los factores de riesgo para levantamiento de cargas en equipo tubo de 30 Kg, trabajador No. 1



Fuente. Tomada de Software e-RULA

Figura 61

Puntuación final de los factores de riesgo para levantamiento de cargas en equipo tubo de 30 Kg, trabajador No. 2



Fuente. Tomada de Software e-RULA

7.2.3.4 Evaluación levantamiento de cargas en equipo tubo de 54 Kg.

Para el trabajador No. 1 se realizó la evaluación en el lado derecho del cuerpo, por el contrario, al trabajador No. 2 se le analizó el lado izquierdo.

A. Extremidades Superiores

Figura 62

Postura brazo, antebrazo y muñeca a evaluar levantamiento de cargas tubo de 54 Kg



Fuente. Tomada por los autores

1. Posición del brazo

- Como se observa en la figura anterior el hombro del trabajador No. 1, se encuentra entre 20° de flexión y 20° de extensión. Por otra parte, el trabajador No. 2 tiene una flexión entre 45° y 90°, por lo tanto, se obtuvo un valor igual a 1 punto y 3 puntos, respectivamente.

2. Posición del Antebrazo

- El trabajador No. 1 se encuentra con el codo flexionado por debajo de 60°, lo que da un valor de 2 puntos; por el contrario, el No. 2 tiene el codo entre 60° y 100° de flexión igual a 1 punto.

3. Laterización de la muñeca

Puntuación de la muñeca

- Las muñecas de ambos operarios se encontraban extendidas a más de 15 grados, lo que es igual a 3 puntos.

Laterización de la muñeca

- La muñeca de ambos trabajadores se encontraba en posición de supinación en un rango medio igual a 1 punto.

B. Cuello, tronco, extremidades inferiores

Figura 63

Postura de cuello y espalda a evaluar levantamiento de cargas tubo de 54 Kg



Fuente. Tomada por los Autores.

1. Posición del Cuello

- El trabajador No. 1 se encontraba con el cuello flexionado entre 0° y 10° , por otra parte, el trabajador No. Se encontraba con el cuello entre 10° y 20° de flexión, lo que es igual a 1 y 2 puntos respectivamente.

2. Posición del tronco

- De igual forma el tronco de ambos trabajadores se encuentra flexionado entre 20° y 60° , con un valor de 3 puntos.

3. Posición de las piernas

- Los trabajadores realizaban la tarea distribuyendo el peso en ambas piernas por lo tanto se obtiene un valor de 1 punto.

C. Factor de Riesgo por Contracción Estática del Musculo

- La postura principalmente es dinámica por lo tanto es igual a 0 puntos.

D. Factores de Riesgo por Fuerza

- El peso del tubo es de 54 Kg levantado entre ambos trabajadores por lo tanto la carga es mayor a 10 Kg aplicada intermitentemente igual a 2 puntos.

E. Puntuación Final de los Factores de Riesgo

El resultado obtenido de los factores de riesgo son 5 y 6, para los trabajadores No. 1 y No. 2 respectivamente, lo que indica que el nivel de riesgo es 3, por lo tanto, REQUIEREN CAMBIOS EN LA TAREA.

Figura 64

Puntuación final de los factores de riesgo para levantamiento de cargas en equipo tubo de 54 Kg, trabajador No. 1

A

BRAZO	1
ANTEBRAZO	2
MUÑECA	3
LAT. MUÑECA	1

→ Puntuación postura A: 3 + MÚSCULO (0) + FUERZA (2) = Puntuación C: 5

Total: 5

B

CUELLO	1
TRONCO	3
PIERNAS	1

→ Puntuación postura B: 2 + MÚSCULO (0) + FUERZA (2) = Puntuación D: 4

Salir

Fuente. Tomada de Software e-RULA

Figura 65

Puntuación final de los factores de riesgo para levantamiento de cargas en equipo tubo de 54 Kg, trabajador No. 2

A

BRAZO	3
ANTEBRAZO	1
MUÑECA	3
LAT. MUÑECA	1

→ Puntuación postura A: 4 + MÚSCULO (0) + FUERZA (2) = Puntuación C: 6

Total: 6

B

CUELLO	2
TRONCO	3
PIERNAS	1

→ Puntuación postura B: 3 + MÚSCULO (0) + FUERZA (2) = Puntuación D: 5

Salir

Fuente. Tomada de Software e-RULA

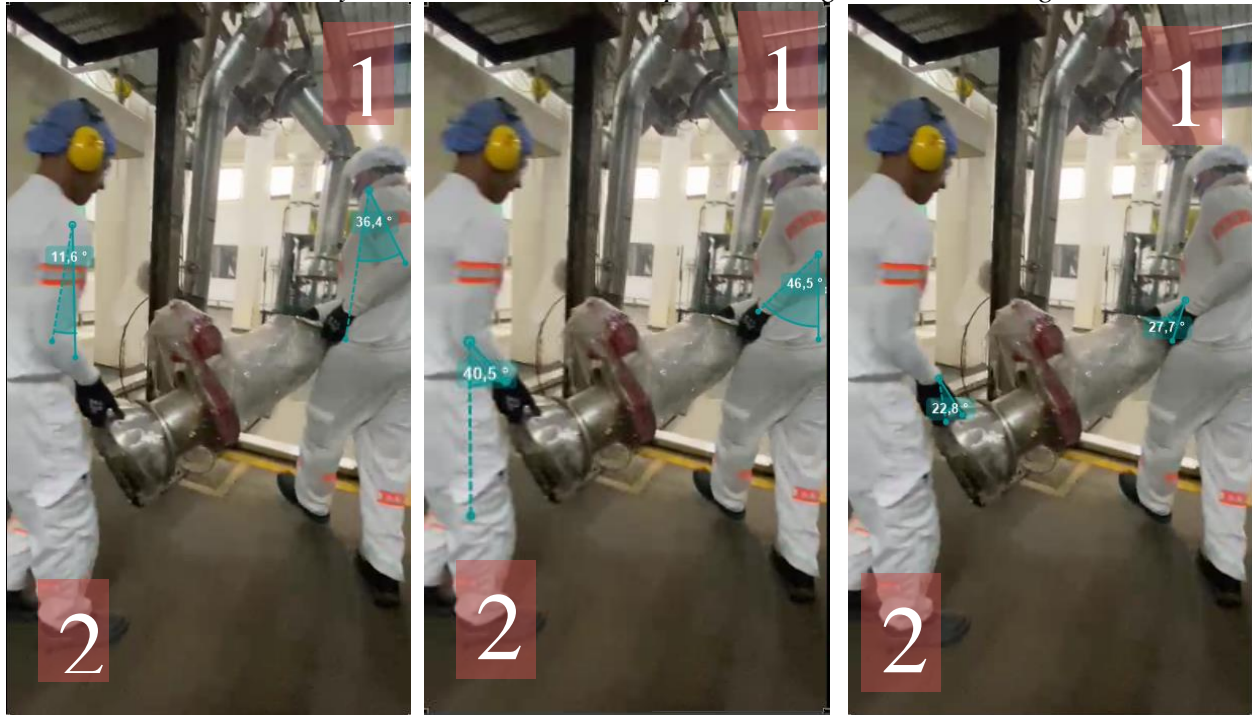
7.2.3.5 Evaluación transporte de cargas en equipo tubo de 54 Kg.

Para el trabajador No. 1 se realizó la evaluación en el lado izquierdo del cuerpo, por el contrario, al trabajador No. 2 se le analizó el lado derecho.

A. Extremidades Superiores

Figura 66

Postura brazo, antebrazo y muñeca a evaluar transporte de cargas tubo de 54 Kg



Fuente. Tomada por los autores

1. Posición del brazo

- El trabajador No. 1 tiene ubicado el hombro a más de 20° de extensión, lo que tiene un valor de 2 puntos, adicionalmente el hombro esta abducido por lo tanto es un punto más, por el contrario, el trabajador No. 2, tiene el hombro aproximadamente a 20° de flexión lo que es igual a 1 punto.

2. Posición del Antebrazo

- Ambos trabajadores tienen el codo por debajo de 60° de flexión, lo que es igual a 2 puntos, adicionalmente el trabajador No. 1 ubica el antebrazo a un lado del cuerpo por lo tanto se le adiciona 1 punto más, obteniendo un total de 3 puntos para el trabajador No. 1 y 2 punto para el trabajador No. 2.

3. Laterización de la muñeca

Puntuación de la muñeca

- La muñeca de ambos trabajadores se encontraba extendida a más de 15 grados, lo que es igual a 3 puntos, sin embargo, el trabajador No. 1 tiene la mano es desviación cubital, por lo tanto, se agrega un punto más, obteniendo como resultado 4 puntos para el trabajador No. 1 y para el trabajador No. 2 un total de 3 puntos.

Laterización de la muñeca

- La muñeca de ambos trabajadores se encontraba en posición supina en rango medio lo que es igual a 1 punto.

B. Cuello, tronco, extremidades inferiores

Figura 67.

Postura cuello y espalda a evaluar, transporte de cargas tubo de 54 Kg



Fuente. Tomada por los Autores.

1. Posición del Cuello

- El cuello de ambos trabajadores se encuentra por encima de 20° de flexión, adicionalmente el trabajador No. 1 se encontraba con el cuello lateralizado, obteniendo un resultado de 4 puntos para el No. 1 y de 3 punto para el trabajador No. 2.

2. Posición del tronco

- El tronco de ambos trabajadores se encontraba flexionado entre 0° y 20°, lo que es igual a 2 puntos, adicionalmente el trabajador No. 1 tiene el tronco rotado y lateralizado lo que

le adiciona 2 puntos, obteniendo como resultado 4 puntos para el trabajador No. 1 y 2 para el trabajador No. 2.

3. Posición de las piernas

- Los trabajadores realizaban la tarea distribuyendo el peso en ambas piernas por lo tanto se obtiene un valor de 1 punto.

C. Factor de Riesgo por Contracción Estática del Musculo

- La postura principalmente es dinámica por lo tanto es igual a 0 puntos

D. Factores de Riesgo por Fuerza

- El peso del tubo es de 54 Kg levantado entre ambos trabajadores por lo tanto la carga es mayor a 10 Kg aplicada intermitentemente igual a 2 puntos.

E. Puntuación Final de los Factores de Riesgo

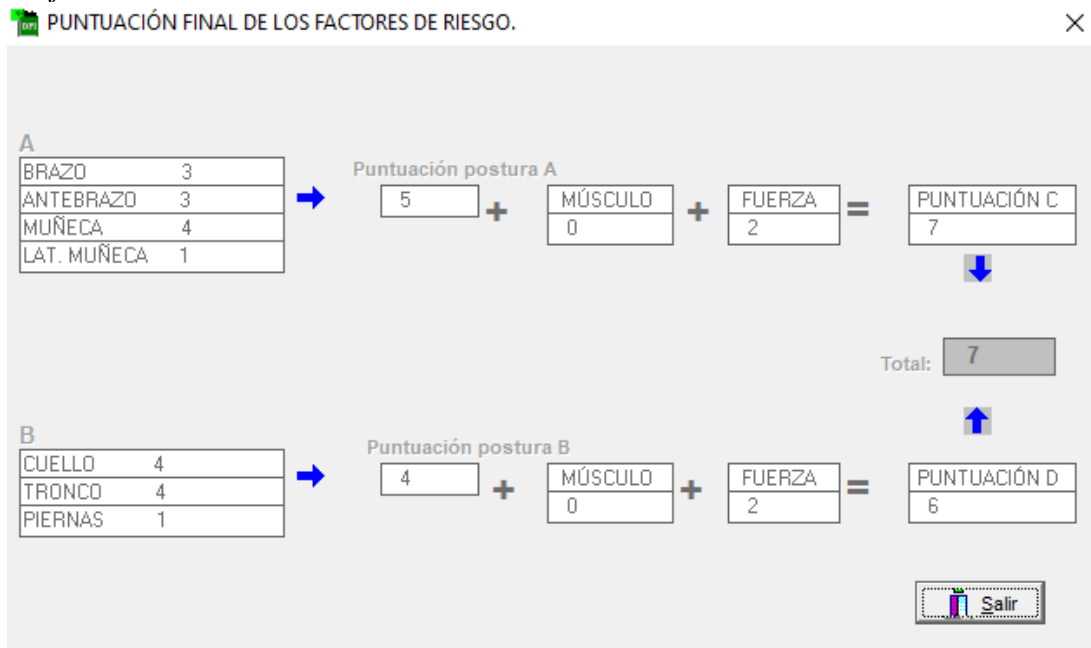
El resultado obtenido de los factores de riesgo para el trabajador No. 1 es igual a 7, lo que indica que el nivel de riesgo es 4 y la actuación pertinente es REALIZAR CAMBIOS URGENTES EN LA TAREA. Por otro lado, la puntuación final para el trabajador No. 2 es igual a 5, lo que indica que el nivel de riesgo es 3, por lo tanto, se REQUIEREN EL REDISEÑO DE LA TAREA.

Como se observa se obtuvieron resultados totalmente opuestos para dos trabajadores que realizan la misma actividad de transporte de cargas, por este motivo es importante mencionar que, aunque ambos

trabajadores estaban sosteniendo la carga, el No. 1 realizó un giro inadecuadamente, debido a que el lugar por donde se desplazan para llevar el tubo al lugar de instalación cuenta con un desnivel, evitando así una caída, pero aumentando el nivel de riesgo en el trabajador No. 1.

Figura 68

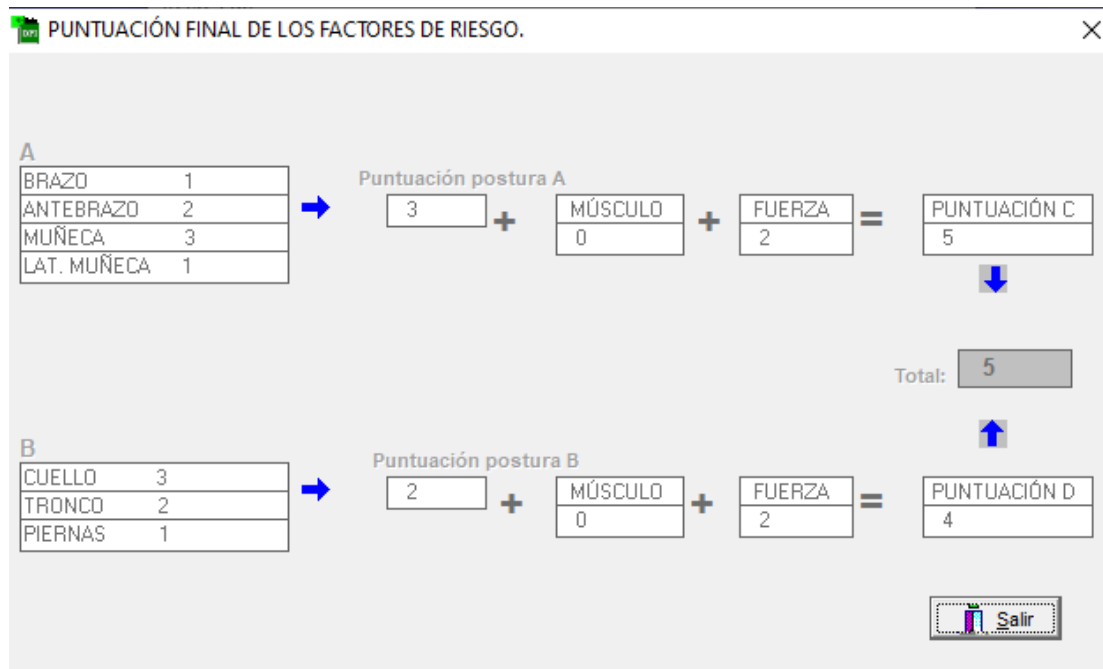
Puntuación final de los factores de riesgo para levantamiento de cargas en equipo tubo de 54 Kg, trabajador No. 1



Fuente. Tomada de Software e-RULA

Figura 69

Puntuación final de los factores de riesgo para levantamiento de cargas en equipo tubo de 54 Kg, trabajador No. 2



Fuente. Tomada de Software e-RULA

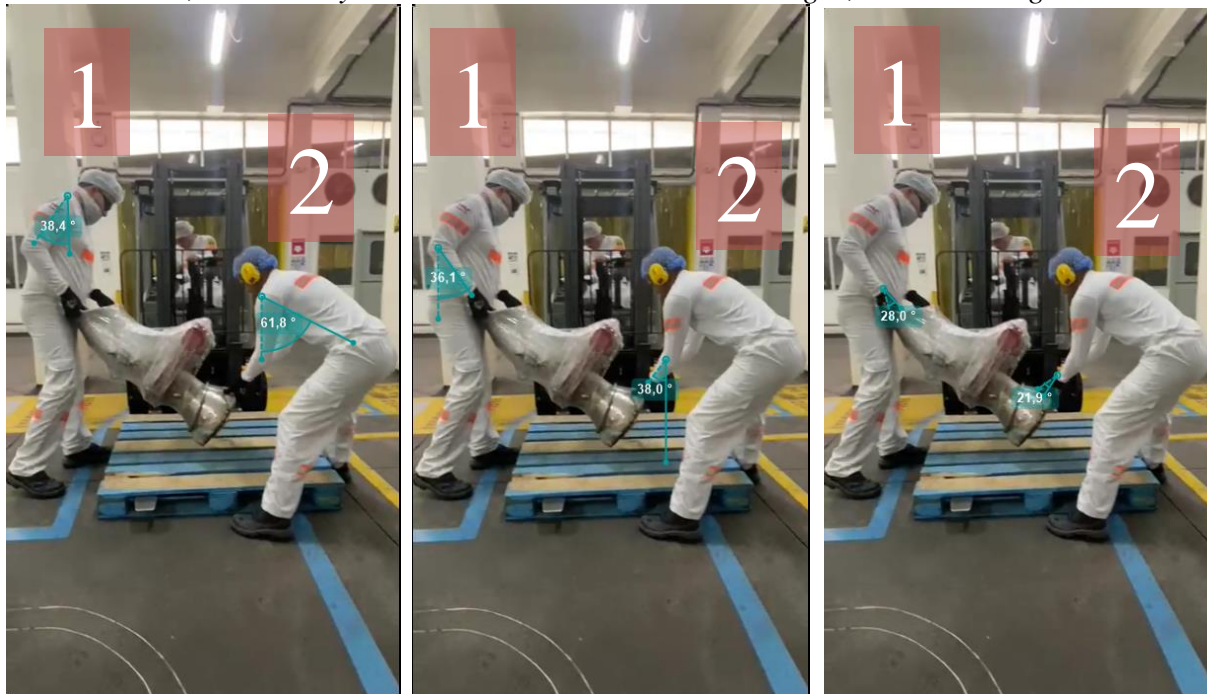
7.2.3.6 Evaluación descenso de cargas en equipo, tubo de 54 Kg.

Para el trabajador No. 1 se realizó la evaluación en el lado derecho del cuerpo, por el contrario, al trabajador No. 2 se le analizó el lado izquierdo.

A. Extremidades Superiores

Figura 70

Postura brazo, antebrazo y muñeca a evaluar descenso de cargas, tubo de 54 Kg



Fuente. Tomada por los autores

1. Posición del brazo

- El trabajador No. 1 tiene el brazo ubicado entre 20° - 45° de flexión lo que es igual a 2 puntos, adicionalmente tiene el brazo abducido lo que añade un punto más obteniendo un total de 3 puntos. Por el contrario, el trabajador No. 2 tiene el hombro entre 45° y 90° de flexión obteniendo un total de 3 puntos.

2. Posición del Antebrazo

- Ambos trabajadores tienen el codo flexionado por debajo de 60°, lo que es igual a 2 puntos, adicionalmente el trabajador No. 2 está cruzando la línea media del cuerpo con el antebrazo al realizar la actividad lo que es igual a 1 punto, obteniendo un total de 3 puntos.

3. Laterización de la muñeca

Puntuación de la muñeca

- La muñeca de ambos está extendida a más de 15 grados, lo que da un total de 3 puntos a cada uno.

Laterización de la muñeca

- La muñeca de ambos trabajadores está en posición supina en rango medio, lo que da un valor de 1 punto.

B. Cuello, tronco, extremidades inferiores

Figura 71

Postura cuello y espalda a evaluar, descenso de cargas, tubo de 54 Kg



Fuente. Tomada por los autores

1. Posición del Cuello

- El cuello de ambos trabajadores se encuentra entre 10° y 20° de flexión igual a 2 puntos, adicionalmente, e trabajador No. 1 se halla con el cuello lateralizado con un valor de 1 punto, obteniendo un total de 3 puntos.

2. Posición del tronco

- Ambos trabajadores se encuentran con el tronco flexionado entre 20° y 60° , lo que es igual a 3 puntos, adicionalmente, el trabajador No. 1 se encuentra con el tronco lateralizado

más 1 punto, obteniendo un valor total de 4 puntos y el trabajador No. 2 un total de 3 puntos.

3. Posición de las piernas

- Ambos trabajadores estaban de pie con el peso del cuerpo distribuido en ambas piernas, lo que es igual a 1 punto.

C. Factor de Riesgo por Contracción Estática del Musculo

- La postura principalmente es dinámica por lo tanto es igual a 0 puntos

D. Factores de Riesgo por Fuerza

- El peso del tubo es de 54 Kg levantado entre ambos trabajadores por lo tanto la carga es mayor a 10 Kg aplicada intermitentemente igual a 2 puntos.

E. Puntuación Final de los Factores de Riesgo

Finalmente, la puntuación de los factores de riesgo para el trabajador No. 1 es igual a 7, lo que indica que el nivel de riesgo es 4 y la actuación pertinente es

REALIZAR CAMBIOS URGENTES EN LA TAREA. Por

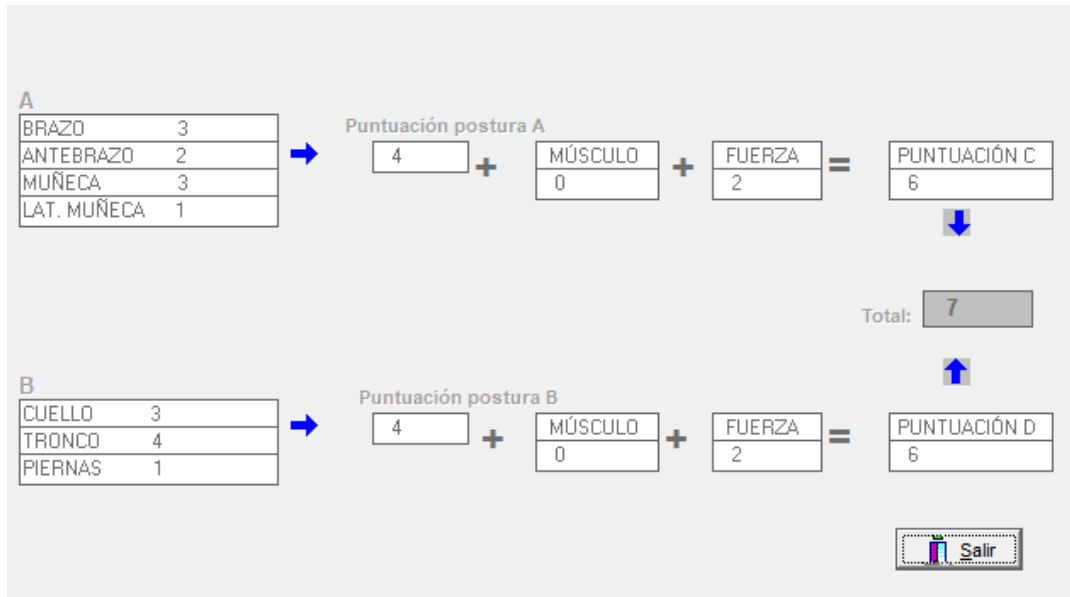
otro lado, la puntuación final para el trabajador No. 2 es

igual a 6, lo que indica que el nivel de riesgo es 3, lo que

quiere decir que se **REQUIERE EL REDISEÑO DE LA TAREA.**

Figura 72

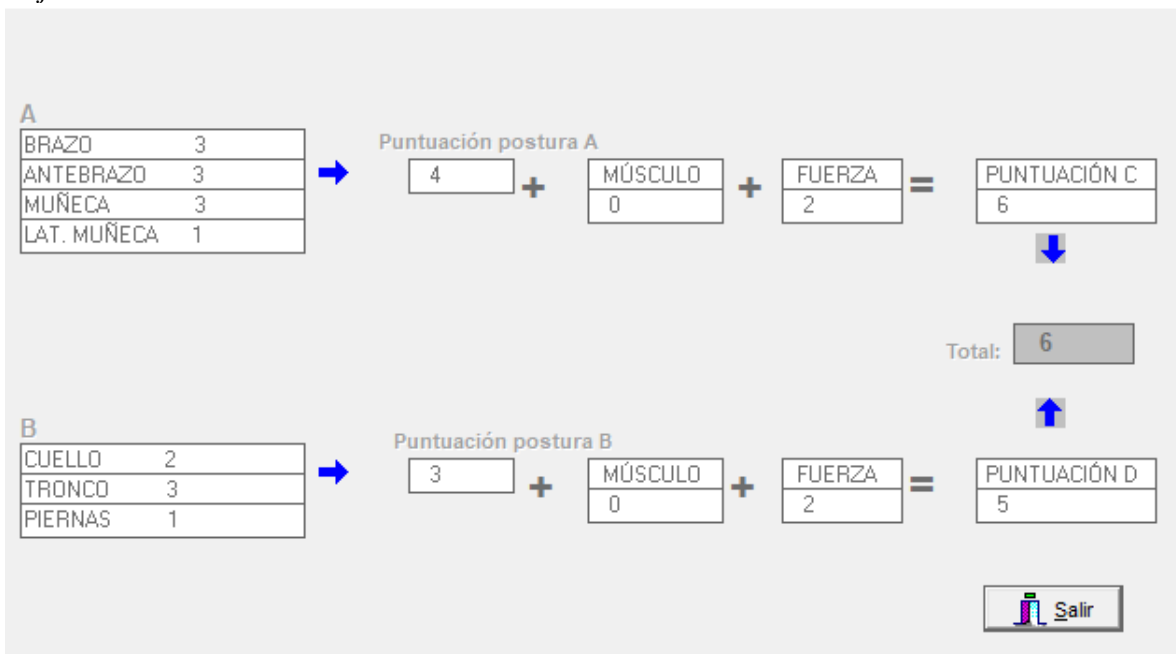
Puntuación final de los factores de riesgo para el descenso de cargas en equipo tubo de 54 Kg, trabajador No. 1



Fuente. Tomada de Software e-RULA

Figura 73

Puntuación final de los factores de riesgo para el descenso de cargas en equipo tubo de 54 Kg, trabajador No. 2



Fuente. Tomada de Software e-RULA

Tabla 15.

Resumen resultados obtenidos en la evaluación de levantamiento y descenso de cargas mediante método RULA

	VALOR REF.	LEVANTAMIENTO DE CARGA INDIVIDUAL (30 Kg)	TRANSPORTE DE CARGAS INDIVIDUAL (30 Kg)	LEVANTAMIENTO DE CARGA GRUPAL (30 Kg)		LEVANTAMIENTO DE CARGA GRUPAL (54 Kg)		DESPLAZAMIENTO GRUPAL (54 Kg)		DESCENSO DE CARGA GRUPAL (54 Kg)	
				Trabajador No. 1	Trabajador No. 2	Trabajador No. 1	Trabajador No. 2	Trabajador No. 1	Trabajador No. 2	Trabajador No. 1	Trabajador No. 2
BRAZO	6	4	1	2	1	1	3	3	1	3	3
ANTEBRAZO	3	3	2	3	1	2	1	3	2	2	3
MUÑECA	4	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3
LAT. MUÑECA	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
CUELLO	6	3	3	2	2	1	2	4	3	3	2
TRONCO	6	5	2	4	2	3	3	4	2	4	3
PIERNAS	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
MUSCULO	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FUERZA	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
TOTAL	7	7	6	7	4	5	6	7	5	7	6

Fuente. Elaborado por los Autores.

7.2.3.1 Discusión de resultados obtenidos en la evaluación de levantamiento, transporte y descenso de cargas mediante método RULA.

En la aplicación del método RULA para la evaluación de la carga física postural se identificó que las actividades más críticas son el levantamiento de carga individual y el levantamiento, transporte y descenso de cargas en quipo para el trabajador No. 1. De igual forma los resultados más críticos fueron para antebrazo, muñeca, cuello, tronco, las piernas en algunos casos y la fuerza. Cabe mencionar que este último, debido a que es intermitente en todos los casos y es mayor a 10 Kg presenta un valor intermedio, el cual es importante tener en cuenta.

En cuanto al levantamiento individual de cargas, donde se manipula el bajante de 30 Kg, se encontró que las extremidades más afectadas son antebrazo en primer lugar, seguido del brazo y la muñeca, asimismo presenta valores críticos para el tronco y piernas. Respecto al transporte del bajante al lugar de instalación lo más crítico es la postura de las piernas, ya que es necesario pasar por un desnivel, haciendo que la fuerza no se distribuya equitativamente. Otro factor con un valor alto es la muñeca debido a que el objeto no cuenta con un buen sistema de agarre que evite una mala posición de esta.

Por otra parte, para la instalación del bajante de 30 Kg en el ducto correspondiente, es necesario realizarlo en equipo debido a su altura, por lo tanto, es un levantamiento en equipo y se evaluó la postura adoptada por cada uno de ellos, obteniendo que para el trabajador No. 1 las partes más afectadas son el antebrazo y las piernas, seguido de la muñeca y el tronco. Por el contrario, el trabajador No. 2 no presenta un resultado crítico en ninguno de los ítems calificados, pero si cuenta con una posición inadecuada de la muñeca, lo que arrojó un valor intermedio.

Con respecto a la manipulación del bajante de 54 Kg arrojó valores muy similares entre cada trabajador (actividad realizada en equipo). Sin embargo, cabe mencionar que los resultados obtenidos arrojaron valores críticos para el trabajador No. 1 en el antebrazo y muñeca, durante el desplazamiento y en el trabajador No. 2 en el antebrazo, durante el descenso de la carga. De igual forma, se obtuvieron valores intermedios para el brazo y muñeca de ambos trabajadores y en cuanto a la sección B, se obtuvieron valores intermedios en el tronco y piernas. Estos resultados cuentan con cierta similitud con los de la evaluación realizada en el trabajo *“Indicadores Ergonómicos y Riesgos de la Carga Física de Trabajo en la Producción de Alimentos y Posibilidades de prevención de Riesgos”*, En el cual se obtuvo que las afectaciones más comunes estaban presentes en la espalda, piernas, manos y en el brazo.

Es importante resaltar que las razones por las cuales el trabajador No. 1 presenta valores más críticos que el trabajador No. 2, cuando ambos están realizando la misma actividad es debido a que el trabajador No. 1 tiene que realizar un giro para ver por donde se desplaza, porque hay un desnivel.

Por lo anterior es necesario que el plan de intervención se enfoque en eliminar o mitigar el riesgo principalmente para el antebrazo y muñecas, que son los factores que más se ven afectados por el levantamiento, desplazamiento y descenso de cargas.

Finalmente, si comparamos el ascenso/descenso del desplazamiento manual con el proyecto *“Diseño de un plan de intervención para riesgo biomecánico para el área de costura”*, previamente descrita en el estudio del arte, denota que después de realizar evaluación con la metodología RULA uno de los miembros más afectados en la actividad de la costura es la

muñeca, siendo este miembro uno de las más críticas también para el área de Egrón junto con antebrazo, tronco y en casos puntuales piernas lo que indica que los operarios tenían razón cuando comentaron sus afectaciones en estas zonas cuando se realizó la entrevista informal.

Es importante mencionar que, durante el análisis de la tarea se identificó que los trabajadores no solo están expuestos al riesgo biomecánico, pues debido a que el ducto en el que se conecta el bajante de 54 Kg se encuentra a 2,5 m de altura el operario debe hacer uso de un montacargas y una estiba para alcanzar la altura adecuada, como se muestra a continuación:

Figura 74

Actividad inadecuada para la instalación del bajante en el ducto de llenado





Fuente. Tomada por los autores




Lo anterior es el resultado de una mala comunicación entre los trabajadores y la alta gerencia, pues este último debe garantizar que el puesto de trabajo este diseñado para minimizar al máximo los riesgos y los operarios deben informar de las condiciones de trabajo que puedan generar accidentes o enfermedades de origen laboral.


Con los métodos de evaluación aplicados se logró identificar que, la tarea de levantamiento, desplazamiento y descenso de los bajantes de 30 y 54 Kg deben ser intervenidas en el menor tiempo posible, debido a que las posturas que adoptan los trabajadores para la instalación son inadecuadas y pueden generar desordenes musculoesqueléticos. Adicionalmente, por la altura a la cual se encuentra el ducto de instalación del tubo de 54 Kg, se transporta al trabajador sobre un montacargas, sin ningún control (línea de vida o barandas que eviten una caída), lo que puede desencadenar un accidente y acarrear problemas legales.

Tabla 16

Resultado de metodologías de evaluación aplicadas

Postura evaluada	Tipo	Peso (Kg)	Trabajador No.	Metodología MAC			Metodología RULA		
				Puntaje total	Categoría de acción	Descripción	Puntaje total	Nivel de riesgo	Descripción
	Levantamiento de carga individual	30	1	18	3	Se requieren acciones correctivas pronto	7	4	Realizar cambios urgentes en la tarea
	Transporte individual de cargas	30	1	14	3	Se requieren acciones correctivas pronto	5	3	Se requiere el rediseño de la tarea
	Levantamiento de carga en equipo	30	1	15	3	Se requieren acciones correctivas pronto	7	4	Realizar cambios urgentes en la tarea

			2				3	2	Se requieren cambios en la tarea
	Levantamiento de carga en equipo	54	1	18	3	Se requieren acciones correctivas pronto	6	3	Se requiere el rediseño de la tarea
			2				5	3	
	Transporte de cargas en equipo	54	1	17	3	Se requieren acciones correctivas pronto	7	4	Realizar cambios urgentes en la tarea
			2	13	3	Se requieren acciones correctivas pronto	3	2	Se requieren cambios en la tarea

	Descenso de carga en equipo	54	1	23	4	Se requieren acciones correctivas inmediatadamente	7	4	Realizar cambios urgentes en la tarea
			2				7	4	Realizar cambios urgentes en la tarea

Fuente: Elaboración propia

7.3 Fase 3. Formulación de programas y proyectos que incluyan objetivos, metas e indicadores de seguimiento para la intervención del riesgo biomecánico.

Tabla 17

Ficha No. 1 Instalación de polipasto para levantamiento de cargas

EMPRESA MULTIPRODUCTO DEL VALLE DEL CAUCA						VERSION	1
						FICHA N°	1
PROGRAMA: Intervención del riesgo biomecánico por levantamiento de cargas en el Egrón							
PROYECTO 1: Instalación de polipasto para levantamiento de cargas							
Impacto que se va a Manejar	Eliminación	Sustitución	Control de ingeniería	X	Control administrativo	Elementos de protección personal	
Tiempo de Duración	Corto plazo						
Objetivo	Instalar mecanismo eléctrico para el levantamiento de carga en el área de Egrón						
Metas	Garantizar que la población del área de Egrón no cuente con enfermedades y/o accidentes musculoesqueléticos por levantamiento de cargas						
Descripción de la Actividad Acción Propuesta	<ul style="list-style-type: none"> • Instalación mecánica de rieles en vigas de acero • Instalación mecánica de polipasto • Adecuación eléctrica para funcionamiento • Instalación de carro de translación eléctrico 						
Responsable	Ingeniero de proyectos						
COSTOS							
Descripción	Valor Unitario		Valor				
2 polipasto eléctrico con Trolley 1 tonelada con cadena se carga de 7m trifásico 220/440v botonera de 4 pulsadores	\$	8.697.000,00	\$	17.394.000,00			
Estación mecánica, instalación de viga IP y conexión eléctrica de polipasto 440 Voltios en el área Egrón café con los siguientes materiales: Cinta scotch 33, amarres plásticos, terminal VTA-2,5 ani azul 16-14 AWG 5,3mm guarda motor PKZMO-4 2,5-4 A	\$	9.200.000,00	\$	9.200.000,00			

Moller, cable rencauchutado 4*14 50 m, vifa
IP 120 HR

TOTAL \$ 26.594.000,00

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Dashboard de accidentalidad y/o enfermedad laboral —
—

Fuente: Elaboración propia

Figura 75

Diseño de rieles y polipasto



Fuente: Elaboración propia

Discusión y análisis de resultados

El proyecto de instalación del sistema de rieles y polipasto debe realizarse a corto plazo, ya que la tarea realizada en el área de Egrón para la instalación de los bajantes en los ductos por los cuales sale el producto para el llenado de formatos, sobrepasan el peso exigido por la

Resolución 2400 de 1979, la cual establece en su artículo 392 que los hombres deben levantar máximo 25 Kg de carga compacta y actualmente los operarios cargan 30 y 54 Kg, provocando que adopten malas posturas que afectan principalmente la parte superior del cuerpo, utilicen maquinaria, equipo y herramientas inapropiadamente, que puede desencadenar en enfermedades o accidentes de origen laboral.

Tabla 18

Ficha No. 2. Entrenamiento en el uso de nueva tecnología en el área de Egrón

EMPRESA MULTIPRODUCTO DEL VALLE DEL CAUCA		VERSION	1
		FICHA No.	2
PROGRAMA: Intervención del riesgo biomecánico por levantamiento de cargas en el Egrón			
PROYECTO 2: Entrenamiento en el uso de las nuevas tecnologías implementadas para el área de Egrón			
Impacto que se va a Manejar	Eliminación	Sustitución	Control de ingeniería
			Control administrativo
			X Elementos de protección personal
Tiempo de Duración	Corto plazo		
Objetivo	Entrenar a los operarios del área de Egrón en el uso de la tecnología a implementar		
Metas	Capacitar al 100% del personal que desempeña labores de instalación de bajantes en el área de Egrón		
Descripción de la Actividad	Capacitación al personal del área de Egrón sobre higiene postural, realizando actividades en los siguientes temas:		
Acción	<ul style="list-style-type: none"> • Introducción a nuevas tecnologías: equipos eléctricos de cargas • Importancias de equipos para evitar accidentalidad y enfermedades 		
Propuesta	<ul style="list-style-type: none"> • Entrenamiento practico en posturas para enganchar el tubo bajante al polipasto • Entrenamiento practico de uso de JOB y polipasto 		
Responsable	Coordinador SHE		
COSTOS			
Descripción	Valor Unitario		Valor

Refrigerio para 7 personas	\$ 3.000,00	\$ 21.000,00
Carta de información de evento a 6 personas	\$ 500,00	\$ 3.000,00
Capacitador profesional	\$ 200.000,00	\$ 800.000,00
TOTAL		\$ 824.000,00

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

$$\frac{\text{Trabajadores capacitados}}{\text{Total de trabajadores}} \times 100$$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19

Cronograma de actividades ficha No. 2

ACTIVIDADES PROGRAMADAS	HORARIO					
	8:00	9:00	9:30	10:00	11:00	12:00
	a. m.	a. m.	a. m.	a. m.	a. m.	p. m.
TEMA 1: Introducción a nuevas tecnologías: equipos eléctricos de cargas	X					
TEMA 2: Importancias de equipos para evitar accidentalidad y enfermedades		X				
Refrigerio			X			
TEMA 3: Entrenamiento practico en posturas para				X		

enganchar el tubo bajante al polipasto	
TEMA 4: Entrenamiento practico de uso de JOB y polipasto	X
Conclusiones y preguntas	X
Evaluación de conocimientos adquiridos (Lúdica)	X
Fin de la jornada	X

Fuente: Elaboración propia

Análisis de resultados

Con el fin de evitar un uso inadecuado de la tecnología implementada que genere accidentes se programa un entrenamiento para que los trabajadores conozcan el adecuado funcionamiento del sistema de rieles y polipasto.

Tabla 20

Ficha No. 3 capacitación en higiene postural y manejo de cargas

EMPRESA MULTIPRODUCTO DEL VALLE DEL CAUCA						VERSION	1
						FICHA N°	3
PROGRAMA: Intervención del riesgo biomecánico por levantamiento de cargas en el Egrón							
PROYECTO 3: Higiene postural y manejo de cargas							
Impacto que se va a Manejar	Eliminación	Sustitución	Control de ingeniería	Control administrativo	X	Elementos de protección personal	
Tiempo de Duración	Corto plazo						

Objetivo	Capacitar a los operarios del área de Egrón en higiene postural para el buen desarrollo de las actividades
Metas	Capacitar al 100% del personal que desempeña tareas en el área de Egrón

Descripción de la Actividad Acción Propuesta

Capacitación al personal del área de Egrón sobre higiene postural, realizando actividades en los siguientes temas:

- Higiene postural
- Levantamiento y transporte de cargas
- Métodos para evitar malas posturales durante el desarrollo de la tarea

Responsable Coordinador SHE

COSTOS

Descripción	Valor Unitario	Valor
Refrigerio para 7 personas	\$ 3.000,00	\$ 21.000,00
Carta de información de evento a 6 personas	\$ 500,00	\$ 3.000,00
Capacitador profesional	\$ 175.000,00	\$ 700.000,00
TOTAL		\$ 724.000,00

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

$$\frac{\text{Trabajadores capacitados}}{\text{Total de trabajadores}} \times 100$$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21

Cronograma ficha No. 3

ACTIVIDADES PROGRAMADAS	HORARIO					
	8:00 a. m.	9:00 a. m.	9:30 a. m.	10:00 a. m.	11:00 a. m.	12:00 p. m.
TEMA 1: Higiene postural	X					
TEMA 2: Levantamiento y transporte de cargas		X				

Refrigerio	X
TEMA 3: métodos para evitar malas posturas durante el desarrollo de la tarea	X
Conclusiones y preguntas	X
Evaluación de conocimientos adquiridos (Lúdica)	X
Fin de la jornada	X

Fuente: Elaboración propia

Análisis de resultados

Por los resultados obtenidos al realizar la aplicación de los métodos MAC y RULA se decidió dar una capacitación en higiene postural con el fin de que al momento de realizar levantamiento de cargas lleven a cabo las posturas adecuadas, evitando así complicaciones futuras en la salud como desordenes musculoesqueléticos por este riesgo biomecánico.

8 Conclusiones

- Se logra definir las actividades y procesos realizados en el área de producción denominada el Egrón. Identificando la experiencia de los operarios involucrados en el proceso y la percepción de ellos hacia el proceso. Se evidencia inseguridades al momento de realizar la tarea, tanto por la posible ocurrencia de lesiones como por ocurrencia de accidentes.
- Se identificaron las diferentes etapas que realizan los operarios a la hora de instalar los bajantes para el llenado de big box y totes, considerando como objeto de análisis el levantamiento, transporte y descenso de los tubos de 30 y 54 Kg, los cuales sobre pasan el valor establecido en la Resolución 2400 del 1979.
- Analizando los resultados obtenidos mediante la aplicación de los métodos MAC (7 posturas evaluadas) y RULA (10 posturas evaluadas) para evaluar el riesgo biomecánico de la población trabajadora del área de Egrón, se puede concluir que las posturas realizadas mediante el levantamiento, transporte y descenso son riesgosas para la salud de quien las realiza, teniendo en cuenta que, se requieren acciones correctivas pronto en 6 de 7 posturas evaluadas con el método MAC y en cuanto al método RULA se deben realizar cambios urgentes en 5 de 10 posturas evaluadas.
- Al realizar la evaluación con la metodología MAC para levantamiento/descenso de la carga, la criticidad de la actividad está asociada en

la distancia horizontal entre las manos y espalda, distancia vertical, torsión y lateralización de tronco y superficie del trabajo.

- Al realizar la evaluación con la metodología MAC para desplazamiento con la carga, la mayor criticidad de la actividad está asociada en la distancia horizontal entre las manos y la espalda, superficie de trabajo y obstáculos presente en espacio.
- La criticidad en la evaluación del levantamiento, descenso y desplazamiento de cargas mediante el método RULA, las extremidades que se ven más afectadas al realizar esta actividad son la muñeca y tronco tanto para la carga individual y grupal.
- Se formulan 3 proyectos para abordar la problemática: Instalación de polipasto, diseño de sistema de rieles y capacitación en higiene postural. Se pretende que con la implementación de los proyectos el riesgo biomecánico en el área del Egrón disminuya.
- La tecnología que más se adapta a las condiciones del área de Egrón es un sistema de rieles y polipasto, el cual tienen como finalidad transportar la carga desde el suelo hasta el ducto de instalación (el cual se encuentra a más de 2,5 metros de altura), evitando así que los trabajadores realicen levantamiento de cargas y hagan uso inadecuado del montacargas como se evidenció, con el conocimiento del proceso productivo.

9 Recomendaciones

- Se recomienda que, al momento de instalar el sistema de rieles, el área sea aislada debidamente, para evitar posibles accidentes causados por caídas de objetos, tropiezos con materiales, entre otros riesgos que se puedan presentar. Asimismo, quienes instalen el sistema deben contar con los elementos de protección personal, como cascos, guantes y gafas de seguridad.
- Se debe estar más atento a las posturas tomadas por los trabajadores a la hora de realizar levantamiento, transporte y descenso de cargas, en cualquier área de la empresa, ya que como quedó demostrado en el análisis, realizan posturas inadecuadas inconscientemente.
- Se recomienda la implementación de los programas formulados toda vez que son un insumo importante para la empresa y para la toma de decisiones. Se recomienda hacer énfasis en los trabajadores de la importancia de la higiene postural y los sistemas de vigilancia epidemiológicos.
- Se recomienda realizar la actualización de la matriz de riesgo para el área de Egrón, toda vez que se espera eliminar la manipulación de cargas manual con la implementación del sistema de rieles y polipasto.
- Se recomienda realizar nuevamente la evaluación del riesgo biomecánico en el área de Egrón con las metodologías MAC y RULA, en el momento en que sea implementado el plan de intervención propuesto, para conocer el nivel de riesgo actual.

- Se recomienda el cumplimiento estricto de la normatividad vigente en términos de Seguridad y Salud en el Trabajo, específicamente el cumplimiento de la Resolución 2400 de 1979, teniendo en cuenta el peso de los materiales, herramientas y equipos utilizados durante el proceso productivo, ya que los bajantes objeto de estudio contaban con un peso por encima del permitido por la norma.
- Se recomienda replicar el estudio en las diferentes áreas de la empresa, toda vez de que el riesgo biomecánico se encuentra presente en las actividades rutinarias de producción.
- Realizar seguimiento o inspección de actos durante la ejecución de las tareas, de igual forma se recomienda realizar mantenimiento semestral a polipastos y sistema de rieles, cuando ya estén instalados.

Referencias

- Agencia Europea Para la Seguridad y la Salud en el Trabajo - OSHA. (2020). *Trastornos Muscoloesqueléticos*. Obtenido de <https://osha.europa.eu/es/themes/musculoskeletal-disorders>
- Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo. (3 de Julio de 2007). *Riesgos asociados a la manipulación manual de cargas en el lugar de trabajo*. Obtenido de Factsheet 73 - Hazards and risks associated with manual handling of loads in the workplace: <https://osha.europa.eu/en/publications/factsheet-73-hazards-and-risks-associated-manual-handling-loads-workplace>
- Alcalde Gonzalez, E., & Montaña Castaño, S. (2020). *Identificación del peligro biomecánico y condiciones ergonómicas de los operarios de la rectificadora fénix de la ciudad de Tuluá Valle durante el primer semestre del 2020*. Obtenido de Uniminuto: <https://repository.uniminuto.edu/handle/10656/11413>
- Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría del Trabajo y Previsión Social. (2018). *Factores de riesgo ergonómico en el Trabajo-Identificación, análisis, prevención y control. Parte 1: Manejo manual de cargas*. Obtenido de Norma Oficial Mexicana NOM-036-1-STPS-2018: https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/7468/stps11_C/stps11_C.html#:~:text=Establecer%20los%20elementos%20para%20identificar,la%20salud%20de%20los%20trabajadores.
- Esteban, P., & Espinosa, R. (2020). *Evaluar ergonómica por manipulación de cargas del puesto de trabajo de manejo de cilindros de gases en una distribuidora de Quito*. Obtenido de Universidad internacional SEK: <https://repository.uniminuto.edu/bitstream/10656/16616/1/1.%20Trabajo%20de%20grado%20.%20Aplicaci%3%b3n%20RULA%20confecci%3%b3n%20%281%29.pdf>
- Esteban, P., & Espinosa, R. (2020). *Evaluar ergonómica por manipulación de cargas del puesto de trabajo de manejo de cilindros de gases en una distribuidora de Quito*. Obtenido de Universidad internacional SEK: <https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/4284/1/Espinosa%20Rengifo%20Pablo%20Esteban.pdf>
- Gotteland, M., & de Pablo V., S. (2007). Algunas verdades sobre el café. In Revista Chilena de Nutrición (Vol. 34, Issue 2). <https://doi.org/10.4067/s0717-75182007000200002>

- Hamill, J., Knutzen, K., & Derrick, T. (2015). *Biomecánica Bases del Movimiento Humano*. Philadelphia: Wolters Kluwer.
- Icontec Internacional. (20 de Junio de 2012). GUÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS Y LA VALORACIÓN DE LOS RIESGOS PELIGROS Y LA VALORACIÓN DE LOS RIESGOS. *GUÍA TÉCNICA GTC 45*. Bogota D.C, Colombia .
- Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo - INSST. (2019). *Encuesta europea de empresas sobre riesgos nuevos y emergentes*. Obtenido de Encuesta europea de empresas sobre riesgos nuevos y emergentes - ESNER: <https://www.insst.es/documents/94886/710902/ESENER+%28Encuesta+europea+de+empresas+sobre+riesgos+nuevos+y+emergentes%29+2019.+Datos+de+Espa%C3%B1a.pdf/0699090d-0ae1-405a-ac28-035f0a3d2bde?t=1604502188969>
- Kalkis, H., Graveris, I., & Roja, Z. (2021). Ergonomic Indicators and Physical Workload Risks in Food Production and Possibilities for Risk Prevention. *Lecture Notes in Networks and Systems*, 273. https://doi.org/10.1007/978-3-030-80713-9_7
- López, Z., & Vargas, N. (2021). *Factor de riesgo biomecánico en la modalidad de teletrabajo autónomo en Colombi*. Obtenido de FACTOR DE RIESGO BIOMECÁNICO: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/38308/2021MarulandaEliana.pdf?sequence=1>
- Lozano Ramírez, Y. (2022). *Diseño de un plan de intervención para el riesgo biomecánico para el área de costura de la empresa mundial de guantes*. Obtenido de Uniminuto: <https://repository.uniminuto.edu/bitstream/10656/16616/1/1.%20Trabajo%20de%20grado%20.%20Aplicaci%c3%b3n%20RULA%20confecci%c3%b3n%20%281%29.pdf>
- Ministerio de Salud Chile . (2012). *NORMA TÉCNICA DE IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE FACTORES DE RIESGO DE TRASTORNOS MUSCULOESQUELÉTICOS RELACIONADOS AL TRABAJO (TMERT)*. Obtenido de Departamento de Salud Ocupacional: <https://www.minsal.cl/portal/url/item/cbb583883dbc1e79e040010165014f3c.pdf>
- Ministerio de Salud y Protección Social . (Septiembre de 2022). *SISTEMA DE VIGILANCIA EPIDEMIOLÓGICO (SVE) PARA LA PREVENCIÓN DE*

DESÓRDENES MÚSCULO ESQUELÉTICOS (DME) DERIVADOS DE LA EXPOSICIÓN A FACTORES DE RIESGO BIOMECÁNICO. Obtenido de Gestión del Talento Humano: <https://www.minsalud.gov.co/Ministerio/Institucional/Procesos%20y%20procedimientos/GTHS09.pdf>

Ministerio de Trabajo. (30 de Noviembre de 2020). Por la cual se establecen disposiciones y se definen responsabilidades en la identificación, evaluación, prevención, intervención y monitoreo de la exposición a factores de riesgo derivados de la carga física en el contexto de los Sistemas de Gestión de S. *Formato Memoria Justificada* . Bogota DC, Colombia .

Ministerio de Trabajo Colombia. (2021). Tercera Encuesta Nacional de Condiciones de Seguridad y Salud en el Trabajo en el Sistema General de Riesgos Labores. *Organización Iberoamericana de Seguridad Social*. Bogota, Colombia .

Ministerio de Trabajo e Inmigración. (15 de Diciembre de 2011). *Manipulación Manual de Cargas*. Obtenido de Guía Técnica del INSHT.

Ministerio de Trabajo, Migraciones y Seguridad Social de España. (2018). *Trastornos Musculoesqueléticos*. Obtenido de Gobierno de España: <https://saludlaboralydiscapacidad.org/wp-content/uploads/2019/04/riesgos-bloque-1-trastornosmusculoesqueleticos-saludlaboralydiscapacidad.pdf>

Ministerio del Trabajo y Previsión Social Chile. (17 de Septiembre de 2016). *Ley 20949*. Obtenido de Diario Oficial de la Republica de Chile : <https://www.ilo.org/dyn/natlex/docs/ELECTRONIC/102891/124586/F-1890692931/LEY%2020949%20CHILE.pdf>

Ministerio del Trabajo y Previsión Social Subsecretaría de Previsión Social de Chile. (2008). Guía Técnica para la evaluación y control de los riesgos asociados al manejo o manipulación manual de carga. *Gobierno de Chile*. Santiago, Chile.

OMS. (8 de Febrero de 2021). *Trastornos musculoesqueléticos*. Obtenido de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/musculoskeletal-conditions>

Organización Internacional del Trabajo - OIT. (18 de Abril de 2019). *Seguridad y Salud en el Centro del Futuro del Trabajo*. Obtenido de https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---dcomm/documents/publication/wcms_686762.pdf

- Organización Internacional del Trabajo - OIT. (s.f.). *Seguridad y Salud en el Trabajo*.
Obtenido de <https://www.ilo.org/global/topics/safety-and-health-at-work/lang-es/index.htm>
- Organización Mundial del Trabajo - OIT. (1967). *Recomendación sobre el peso máximo, 1967 (núm. 128)*. Obtenido de https://www.ilo.org/dyn/normlex/es/f?p=NORMLEXPUB:12100:0::NO::P12100_ILO_CODE:R128
- Repetto, A. (2005). *Bases Biomecánicas Para El Análisis Del Movimiento Humano*. Argentina: Edición en CD - Rom.
- Saavedra, L., Marín, V., & Palacios, C. (7 de Mayo de 2018). *Diseño de un plan de acción para reducir la carga física biomecánica en empresas del sector del calzado del Valle del Cauca*. Obtenido de Revista UIS Ingenierías: <https://www.redalyc.org/journal/5537/553756965022/553756965022.pdf>
- Saavedra-Robinson, L. A., Robinson-Luque, V. S., Andrade-Castro, C. A., & Moliner-Ospina, C. D. (2019). *Anthropometric and Geometrical Analysis to Design an Ergonomic Prototype in Jaggery (Panela) Industry. Advances in Intelligent Systems and Computing*, 824. https://doi.org/10.1007/978-3-319-96071-5_14
- Secretaría del Trabajo y Prevención Social de Mexico. (1 de Febrero de 2018). *Las enfermedades de trabajo y los trastornos músculo-esqueléticos por ejercicio o motivo del trabajo, en México*. Obtenido de Gobierno de MExico : https://trabajoseguro.stps.gob.mx/bol079/vinculos/notas_6.html#:~:text=En%20M%C3%A9xico%2C%20como%20ya%20se,carpiano%20con%20636%3B%20Lesiones%20del
- Slemenson, C. (s.f.). *Método RULA*. Obtenido de Ergonomia: https://tecnicopreencionista2010.files.wordpress.com/2010/07/metodo_rula.pdf
- Universidad de Málaga. (6 de Marzo de 2015). *Manipulación Manual de Cargas*. Obtenido de <https://www.uma.es/publicadores/prevencion/wwwuma/183.pdf>
- Zapata Gómez, A., & Sarache Castro, W. A. (2014). Mejoramiento de la calidad del café soluble utilizando el método Taguchi. *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*, 22(1). <https://doi.org/10.4067/s0718-33052014000100011>

Anexos

Anexo A.

Formato de consentimiento informado

CONSENTIMIENTO INFORMADO

A través de la presente se le informa a _____ identificado con cedula de ciudadanía No. _____, la realización de un estudio del riesgo biomecánico en el área de Egrón para conocer el nivel de riesgo por la actividad del levantamiento de cargas manual.

Lo anterior se hará por medio de una entrevista no estructurada, además de realizar grabaciones y toma de fotos, mientras realizan el levantamiento, transporte y descenso de cargas, con el fin de registrar la forma en que desarrollan tal actividad.

Si está de acuerdo con las actividades mencionadas anteriormente, firme a continuación:

Firma de consentimiento

Anexo C.
Cotización conexión mecánica y eléctrica



INGENIERÍA DE DISEÑO MECÁNICO Y ELÉCTRICO S.A.S.
NIT. 900.724.599 - 1
"Tecnología que perdura"

COTIZACIÓN
CTI - 276

NIT/C.C.	CLIENTE	CONTACTO	FECHA	CIUDAD
860002130-9	NESTLE S.A	ING. ANDRES GALLEGO	20/10/2021	Bugalagrande
TELÉFONO	DIRECCIÓN	COD PROOV	DESCUENTO	T. PAGO
(2) 223 6060	Cra. 2 # 7-2	SAP 101245777		

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT	VALOR UND.	VALOR TOTAL
1	Instalación mecánica, instalación de viga IP y conexión eléctrica de polipasto 440 voltios el área de retrabajo en Egrón Café. Con los siguientes materiales:	1	\$ 9.200.000	\$ 9.200.000
	* Cinta scotch super 33, amarres plasticos, terminal VTA-2,5 ani azul 16-14 AWG 5,3mm.			\$ -
	Guardamotor PKZMO-4 2,5-4A Moller, cable encauchetado 4*14 50 mts, Viga IP 120 HR			\$ -
				\$ -
				\$ -
				\$ -
				\$ -
				\$ -
				\$ -
				\$ -
Observaciones:			SUBTOTAL	\$ 9.200.000
			IVA 19%	\$ 1.748.000
			TOTAL	\$ 10.948.000

Fuente. Fuente INDIMEL S.A.S.