UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE POSTGRADO

MAESTRÍA EN HIGIENE Y SALUD OCUPACIONAL

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

TEMA:

("EVALUACIÓN DEL ESFUERZO FÍSICO Y SU INCIDENCIA EN LA SALUD DEL PERSONAL DEL AGRO, TUPIGACHI,2023".)

Trabajo de titulación previo a la obtención del título en Magíster en Higiene y Salud Ocupacional

Línea de investigación: Salud y bienestar integral

AUTOR:

Erik Santiago Monteros Jaramillo

DIRECTOR:

Julio Alberto Pambabay Santacruz

Ibarra – Ecuador 2026

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación se lo dedico a mis padres, mi padre desde el cielo me cuida y protege a pesar de que no ya no esté presente físicamente, su espíritu y legado siguen vivos en mí. A mi madre por su amor, apoyo y dedicación me permitió conseguir objetivos, aunque en algún momento habrían parecido imposibles. A toda mi familia en general, en especial a Mauricio y Mishel, gracias por su apoyo y palabras de ánimo cuando he tenido que sortear momentos duros a lo largo de mi vida.

Por último, este trabajo se lo dedico a Kevin, mi amigo, fue mi confidente en sus últimos años de su vida, su carisma y amistad perduran en mí y este es un gesto de agradecimiento por su afecto en todo el tiempo que compartimos.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, a mis padres, y a toda mi familia en general, compañeros de trabajo y amigos ya que gracias a su apoyo y palabras de aliento he podido culminar una etapa más de mi vida. Hubo muchos desafíos, pero sin duda sin el apoyo de ellos no habría sido posible.

A la Universidad Técnica del Norte, a sus autoridades, profesores y trabajadores en general por haberme formado e inculcado ambiciones de superación constante y este es el resultado de ese compromiso.

Al PhD. Edmundo Navarrete y Mg. Julio Pambabay por su apoyo y guía a través de este proceso y por haberme trasmitido muchos conocimientos valiosos para mi formación profesional.

A mis compañeros de trabajo en la empresa por haber colaborado y compartido su valioso tiempo para realizar este trabajo de investigación.

ERIK SANTIAGO MONTEROS JARAMILLO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

DIRECCIÓN DE BIBLIOTECA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO	
APELLIDOS Y NOMBRES:	MONTEROS JARAMILLO ERIK SANTIAGO

DATOS DE LA OBRA			
TÍTULO:	EVALUACIÓN DEL ESFUERZO FÍSICO Y SU INCIDENCIA EN LA SALUD DEL PERSONAL DEL AGRO, TUPIGACHI, 2023		
AUTOR (ES):	MONTEROS JARAMILLO ERIK SANTIAGO		
FECHA: DD/MM/AAAA	16/07/2026		
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO			
PROGRAMA:		**PREGRADO**	x **POSGRADO**
TITULO POR EL QUE OPTA:	**MAGÍSTER EN HIGIENE Y SALUD OCUPACIONAL**		
DIRECTOR /ASESOR:	**Mg. JULIO ALBERTO PAMBABAY SANTACRUZ**		

2. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 16 días del mes de julio de 2026

EL AUTOR:

(Firma)…… Erik Santiago Monteros Jaramillo Time Stamping Security Data

Nombre: Erik Santiago Monteros Jaramillo

Ibarra, 16 de julio de 2026

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR

Mg. Julio Alberto Pambabay Santacruz

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN: EVALUACIÓN DE ESFUERZO FÍSICO Y SU INCIDENCIA EN LA SALUD EN PERSONAL DEL AGRO, TUPIGACHI, 2023.

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final del trabajo de titulación, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Facultad de Posgrado de la Universidad Técnica del Norte; en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.

(f)..

.....……...

Mg. Julio Alberto Pambabay Santacruz

C.I. 1708904469

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA I

AGRADECIMIENTOS II

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE III

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR IV

ÍNDICE DE CONTENIDOS V

ÍNDICE DE TABLAS VII

ÍNDICE DE FIGURAS VII

ABSTRACT 1

1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN 2

1.1 Contextualización del problema 2

1.2 Identificación de la problemática 4

1.3 Relación con la literatura y el estado del arte 6

1.4 Planteamiento de la tesis o argumento central 8

1.5 Objetivos 8

1.5.1 Objetivo general 8

1.5.2 Objetivos específicos 8

1.6 Justificación de la investigación 9

2. MARCO REFERENCIAL 11

2.1. Antecedentes históricos de la Higiene Ocupacional..... 11

2.2. La higiene ocupacional: Definición y Dimensiones..... 13

2.3. Principal diferencia entre accidente y enfermedad laboral..... 16

2.4. Ergonomía Ocupacional 20

2.5. Relación entre la carga física y el gasto energético..... 22

2.6. Requisitos legales aplicables en la República del Ecuador 24

3. MARCO METODOLÓGICO 28

3.1 Descripción del área de estudio..... 28

3.3. Población y Muestra 30

3.4. Técnicas e Instrumentos de Medición..... 31

3.5. Procedimiento de Recolección de Datos 35

3. 5. Consideraciones Éticas..... 43

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... 45

4.1 Introducción..... 45

4.2. Resultados..... 49

4.3 Discusión 69

4.3.1 Discusión de resultados y análisis crítico..... 69

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 76

5.1 Conclusiones 76

5.2 Recomendaciones 78

REFERENCIAS 81

ANEXOS 88

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Metodología de actuación en la higiene ocupacional 8

Tabla 2: Matriz de operabilidad de variables 15

Tabla 3: Distribución etaria en el cargo de los cocheros 18

Tabla 4: Distribución antigüedad en el cargo de los cocheros 19

Tabla 5: Población agrupada por edad, peso corporal (kg) y estatura (cm) 20

Tabla 6: Relación entre edad, estatura, peso e IMC 22

Tabla 7: Relación entre masa magra, frecuencia cardiaca para los cocheros. 23

Tabla 8: Metabolismo basal y medio en función a la frecuencia cardiaca durante el trabajo 24

Tabla 9: Metabolismo de tarea estimado. Fuente ISO 8996:2021 25

Tabla 10: Valores máximos de fuerza pico en recorridos mayores a 60 metros. Fuente: NTE INEN ISO 11228-2 32

Tabla 11: Valores máximos de fuerza de sostenimiento en recorridos mayores a 60 metros. Fuente: NTE INEN ISO 11228-2 32

Tabla 12: Evaluación del estrés térmico por calor con relación a la carga metabólica de los cocheros 39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Hitos clave de la protección de la salud de los trabajadores. Fuente: www.oreateai.com, en base a datos proporcionados e investigados por el autor. 13

Figura 2: Evolución del accidente de trabajo vs. enfermedad profesional. Fuente: (Falagán-Rojo, 2005). 18

Figura 3: Valores máximos permitidos en Ecuador para el WBGT por tipo de trabajo o carga metabólica. Fuente: art. 8. Anexo 3. Norma Técnica de Seguridad e Higiene del Trabajo, AM 2024-196. 7

Figura 4: Postura de trabajo del cochero al interior de la finca 20

Figura 5: Valores del IMC para adultos 23

Figura 6: Empujar y halar, condiciones preliminares. Fuente ISO TR 12295 28

Figura 7: Empujar y halar, condiciones aceptables. Fuente: ISO TR 12295 29

Fi**gura 8:** Empujar y halar, condiciones críticas. Fuente: ISO TR 12295. 30

Figura 9: Valores de evaluación por empuje o tracción de cuerpos rodantes. Fuente RAPP Tools. HSE, 2016. 34

Figura 10: Colores y nivel de riesgo en RAPP Tools. Fuente Instituto de Salud Pública de Chile, (2019) 37

Figura 11: Límite del WBGT o TGBH para personal aclimatado o no respecto de la tasa metabólica. **Fuente:** (Organización Internacional de Estandarización ISO, 2017). 38

Figura 12: Correlación del metabolismo medio y el WBGT de los cocheros. 40

Figura 13: Índice de eficiencia biomecánica..... 41

Resumen

El estudio se basó en la actividad de transporte de flores cortadas en una florícola del Cantón Pedro Moncayo, el objetivo fue el determinar si la carga térmica ambiental influye directamente sobre la carga física. Por tal motivo, fue evaluada la carga física dinámica y estática que representa entre el 50% y 63% del tiempo efectivo de trabajo diario para este puesto de trabajo. La población evaluada constó de 6 trabajadores, para ello se utilizaron diversas metodologías como las descritas en la Norma ISO TR 12295 para identificación de riesgo presente en la tarea, la Norma NTE INEN ISO 11228-2 la cual evalúa el riesgo por empuje y arrastre de carga, NTE INEN ISO 11226 para evaluación de posturas de trabajo y la ISO (8996:2021): determinación del consumo metabólico conjuntamente con la ISO (7243:2017): determinación del índice WBGT, un termohigrómetro marca Metravi-WB 188SD. Los resultados determinaron la presencia de riesgo BAJO para el análisis del índice WBGT, mientras tanto, los resultados de la tasa metabólica indica un riesgo ALTO, conjuntamente con la fuerza ejercida por los trabajadores que presenta valores variados siendo el 50% de la población evaluada con presencia de riesgo crítico debido a la actividad de empuje y halar. Finalmente, el análisis de correlación de Pearson indica la no existencia de una correlación fuerte entre la variable WBGT, así como se puede corroborar con el R^2 que arroja un valor de 0,06%. Por último, el metabolismo medio, nos indica que para determinar si existe esfuerzo físico se debe tomar en cuenta otros factores como el peso, distancia recorrida y la carga térmica ambiental no necesariamente es un factor preponderante.

Palabras clave: Trabajadores del agro, gasto metabólico, ISO 1228-2, correlación.

ABSTRACT

This study was based on the activity of transporting cut flowers in a flower-growing company located in Pedro Moncayo Canton. The objective was to determinate whether environmental heat load directly influences physical workload. For this purpose, dynamic and static physical workloads were evaluated, representing between 50 % and 63 % of the effective daily working time for this job position. The evaluated population involved six workers, several methodologies were applied, including those described in the ISO TR 12295 standard for the identification of risks present in the task. The NTE INEN ISO 11228-2 standard which evaluates the risk from pushing and pulling loads. NTE INEN ISO 11226 for the evaluation of working postures, and ISO (8996:2021) for the determination of metabolic consumption together with ISO (7243:2017) for the determination of the WBGT index, a Metravi -WB 188SD brand thermo-hygrometer. The results showed the presence of a LOW risk level for the WBGT index analysis. Meanwhile, the metabolic rate results indicated a HIGH risk level, together with the force exerted by the workers, where 50 % of the evaluated population presented critical risk due to the pushing and pulling activities. Finally, Pearson's correlation analysis indicated the absence of a strong correlation with the WBGT variable, which was also confirmed by the R^2 value of 0.06%

In conclusion, the average metabolism indicates that, in order to determinate the existence of physical effort, other factors such as weight, distance traveled, and environmental heat load must be considered, since environmental head load is not necessarily a predominant factor.

Keywords: Agricultural workers, metabolic rate, ISO 1228-2, correlation.

1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Contextualización del problema

El trabajo agrícola comprende una gran variedad de tareas, las cuales pueden incluir entre otros la utilización extensiva de extremidades superiores, muchas de esas por encima del hombro, esfuerzo físico, fuerza y movimientos repetitivos (Organización Internacional de la Salud (OIT), 2000).

Otro ejemplo relacionado con la agricultura, se identifican en la gran variedad de las tareas agrícolas, sumando a lo anterior, se pueden mencionar entre otras: la siembra, cuidado, recolección y cosecha, uso de químicos y manejo de animales, adicional la exposición climática, estacionalidad y la diversidad de labores que en conjunto se pueden considerar como diversos factores de condiciones laborales y de salud, por lo tanto, será necesario hablar de la mejora de la seguridad, derechos labores y de protección social, considerados como promotores de un trabajo decente (Organización Internacional del Trabajo, 2000, pág. 3).

Esta misma organización, reconoce a la agricultura como una importante fuente de empleo e ingresos, en particular en los países en desarrollo. Sin embargo, los trabajadores agrícolas suelen enfrentar déficits respecto del trabajo decente, principalmente debido a las condiciones peligrosas presentes en esta industria; esto quiere decir, a fin de conseguir un trabajo decente y mejora de la productividad se logra mediante la mejora de las condiciones laborales, y para satisfacer esos requisitos, es crucial, promover los derechos en el trabajo, ampliar la protección social y fortalecer las organizaciones gremiales de los trabajadores rurales (Organización Internacional del Trabajo, 2019, pág. 2).

En las tareas agrícolas no solo depende el peso o la fuerza, en gran manera depende del diseño ergonómico del puesto de trabajo, la falta de adecuación entre las capacidades físicas del trabajador y las exigencias de la tarea, sumada a un diseño deficiente de los sistemas de trabajo, genera una carga física excesiva que compromete la salud musculoesquelética y la eficiencia productiva como una causa directa del estrés por esfuerzo físico innecesario

La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima entre el 50% al 70% de la fuerza laboral están expuestos a enfermedades musculoesqueléticas y demás efectos adversos para la salud (Organización Mundial de la Salud, 1995). Estas apreciaciones indican especialmente a los sectores primarios de la minería, agricultura, pesca y construcción como fuentes generadoras en América Latina podrían generar lesiones por el uso de maquinaria, equipos antiguos y peligrosos no pensados en nuestros países y por consiguiente inadaptados a las condiciones de los trabajadores latinoamericanos (Fontes Iunes, 2002, págs. 24-25).

Por otro lado, este mismo autor hacer referencia a otros factores de riesgo adicionales, como vibraciones, radiaciones y estrés térmico, además de presencia de contaminantes químicos que provocan enfermedades relacionadas con los efectos adversos en la salud de los trabajadores laboralmente expuestos (Fontes Iunes, 2002, págs. 4-5).

La Organización Iberoamericana de Seguridad Social menciona respecto de las enfermedades laborales en América Latina, como un grupo especial a los trabajadores agrícolas debido al incremento de la población económicamente activa (mayor al 50 %) está vinculada a las tareas relacionadas con la agricultura, requiriendo ser atendidas de manera integral (Seguridad Social, 1984, págs. 31-34).

La misma OIT menciona que el sector agrícola en el año 2014 presentó 2.3 millones de enfermedades profesionales, mostrando un incremento constante en cuanto a este dato, de tal manera se puede determinar preliminarmente que, el desgaste físico puede resultar en problemas a nivel osteomuscular, principalmente las dolencias se manifiestan por la sobrecarga muscular en grupos musculares, tales como, la espalda, hombros y extremidades superiores. El objetivo del presente estudio es evaluar esas condiciones a fin de corroborar con los análisis pertinentes esa hipótesis (Matabanchoy & Díaz, 2021).

Es importante agregar que a nivel local conforme al Panorama Nacional de Salud de los Trabajadores, la mayoría de los problemas relacionados con la salud de los trabajadores están abordados por las grandes empresas y el 70% de los trabajadores carecen de seguros con los cuales pudieran indemnizarlos en caso de enfermedades y traumatismos ocupacionales incrementado los costos de atención hospitalaria al Estado (Ministerio de Salud Pública Ecuador, 2022).

“Las principales patologías observadas en la población trabajadora según un estudio comparativo realizado por el IESS entre los años 2015 y 2017, determino que la mayor carga de morbilidad laboral se debe a desordenes musculoesqueléticos (87,0%)”. (Ministerio de Salud Pública (MSP); Organización Panamericana de la Salud (OPS), 2022, pág. 65).

1.2 Identificación de la problemática

¿Qué problemas han presentado los trabajadores del área de cultivo, en el puesto de trabajo denominado: transporte de flor en los tres últimos años?

Las empresas del sector florícola se componen principalmente de áreas de cultivo y postcosecha a fin de alcanzar la cosecha, clasificación de las flores como producto final hacia

los diferentes mercados nacionales e internaciones, en el intermedio en estos dos procesos (cultivo y postcosecha) tenemos el transporte de la flor, el cual consisten básicamente en transportar manualmente la flor, desde que es cortada por los cosechadores hacia la postcosecha a fin de que sea procesada, en el menor tiempo posible, este factor tiempo lleva a los cocheros a ejecutar esta actividad en el menor tiempo posible.

Precisamente, en este proceso se busca identificar problemas de tipo osteomuscular, a través de la morbilidad que registra el departamento médico, de los seis trabajadores asignados a la tarea el 90% ha llegado a presentar dolores y molestias en los últimos meses. Por tal motivo, exista la necesidad de investigar y evaluar esta tarea dentro del proceso de trabajo a fin de determinar las causas de las molestias presentes.

Para identificar de forma preliminar las causas se recurrió en primera instancia a la matriz de riesgo, a través de esta herramienta se logró identificar dos factores que posiblemente podrían incidir directamente sobre el estado de salud de los trabajadores, el empuje y arrastre manual de cargas realizados por los cocheros y asociado el estrés térmico propio de la serranía ecuatoriana y presente en todos los invernaderos, se cree que la suma de estos dos factores puede ser determinantes en el aparecimiento de molestias y útiles para abordar la presente investigación.

Adicional, podemos agregar un adecuado abordaje de los factores biomecánicos relacionados con el empuje y tracción manual de carga se parte de identificación a través de preguntas clase de forma eficaz por medio de la norma NTE INEN ISO TR 12295, la cual es una guía para la aplicación simplificada de herramientas de evaluación de riesgos ergonómicos derivado de tareas manuales como son: movimientos repetitivos, manejo manual de cargas/empuje y arrastre de cargas, posturas forzadas, además de reconocer a otros

factores de riesgo en el ambiente de trabajo; por último, se pretende identificar al estrés térmico a través de la determinación del índice de temperatura globo – bulbo húmedo (TGBH o WBGT por las siglas en ingles) y el consumo energético o carga metabólica en el puesto de trabajo propuesto en la norma internacional ISO 8996.

Al final, se propone desarrollar un análisis de correlación, utilizando el coeficiente de Pearson para determinar la existencia de relación significativa entre el esfuerzo físico, las condiciones térmicas del ambiente y la salud de los trabajadores agrícolas. Este análisis permitirá evidenciar la incidencia directa de estos factores sobre el bienestar físico de los trabajadores.

1.3 Relación con la literatura y el estado del arte

La evidencia científica reciente confirma que las tareas agrícolas manuales exigen altos niveles de esfuerzo físico, involucrando frecuentemente la manipulación manual de cargas, posturas forzadas y movimientos repetitivos que incrementan el riesgo de trastornos musculoesqueléticos. Según Momeni et al. (2020) los trabajadores agrícolas presentan una alta prevalencia de dolor lumbar (59,3%), rodillas (36,9%), y lesiones en extremidades superiores (36,6%) debido a actividades que requieren fuerza física sostenida y adopción de posiciones inadecuadas durante jornadas prolongadas.

Por ello, se requiere evaluar estas condiciones; la Norma ISO 11228-2 establece directrices claras para la evaluación de las actividades de empuje y tracción manual, siendo una herramienta clave para la identificación de riesgos ergonómicos en entornos agrícolas (International Standardization Organization (ISO), 2007, pág. 23).

Complementariamente, la NTP 1011 del Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, (2014) permite estimar el gasto energético asociado a las actividades físicas del sector agrícola, proporcionando un enfoque integral para la valoración del esfuerzo físico y la carga fisiológica.

Tal es el caso que en un estudio realizado en una florícola de la ciudad de Guayllabamba, arrojó varios datos concernientes a las actividades manuales y el trabajo agrícola, dicha investigación se centró en identificar los diferentes factores de riesgos disergonómicos como: movimientos repetitivos, posturas forzadas, empuje y tracción de cargas, tomando como metodología de evaluación las directrices establecidas en las normas ISO 11228 (1-2-3) y la ISO TR 112295, como resultado de estas evaluaciones la autora determinó varios puestos de trabajo con altos niveles de riesgos altos, incluso para las tareas de empuje y tracción de cargas (Samaniego, 2022, págs. 10 y 11).

Es importante agregar al estrés térmico como un factor crítico en labores agrícolas realizadas en ambientes calurosos, Parsons, (2021) señala que la combinación de altas temperaturas ambientales y esfuerzo físico intenso incrementa el riesgo de golpes de calor y otros trastornos relacionados. En un estudio dirigido en Etiopía por un grupo de investigadores menciona que los efectos del estrés térmico no solo afectan a la salud sino también tiene implicaciones en la productividad de las personas Simane, (2022), también recomiendan el uso de tablas de referencia actualizadas para evaluar adecuadamente la carga térmica en este tipo de actividades contribuyendo a una valoración precisa de los riesgos térmicos en el campo.

Podemos incluir, un estudio sobre estrés térmico realizado en el año 2024 en el cantón Cayambe, en el cual se evaluó un grupo de 104 trabajadores pertenecientes al sector florícola,

en actividades de cultivo que comprendieron las tareas de (descapuchado, cosecha, enmallado), según los datos arrojados en este estudio dicha actividad tiene una estimación del riesgo moderada, sin embargo, el nivel de riesgo se situó entre medio-alto para dos de las tareas escogidas en el estudio, por lo cual el autor sugiere implementar medidas de acción y control como parte de un sistema de prevención. (Sanmartín, 2024, pág. 45)

1.4 Planteamiento de la tesis o argumento central

La presente investigación se centra en la evaluación del esfuerzo físico y su impacto en la salud de los trabajadores del sector agrícola de exportación de flores, considerando tanto las exigencias ergonómicas de las labores manuales como las condiciones ambientales. El objetivo es determinar si existe una relación significativa entre el nivel de esfuerzo físico y la aparición de afectaciones a la salud, mediante un enfoque integral el cual incluye herramientas normativas y estadísticas actualizadas en la norma ISO 11228-2, la Nota Técnica de Prevención (NTP) 1011, análisis de estrés térmico, y la prueba de correlación de Pearson.

Por último, se busca comprobar si los niveles de esfuerzo físico, sumados a las condiciones térmicas adversas, tienen una incidencia directa sobre la salud de los trabajadores agrícolas, afectando su bienestar y rendimiento laboral.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Evaluar el esfuerzo físico y su incidencia en la salud de los trabajadores.

1.5.2 Objetivos específicos

- Identificar el esfuerzo físico en actividades de transporte de flor en los trabajadores.

- Medir el esfuerzo físico en actividades de transporte de flor mediante métodos de evaluación ergonómica y de estrés térmico.
- Comparar los efectos de la salud en los trabajadores a través de criterios de valoración.
- Proponer la propuesta de prevención respecto de los resultados encontrados.

1.6 Justificación de la investigación

Este estudio reviste de importancia, pues proporcionó base sólida a fin de adaptar, desde un enfoque integral, las actividades manuales realizadas por los cocheros en las áreas de cultivo, considerando tanto las características específicas de estos trabajadores como las condiciones particulares del entorno laboral. De modo tal que sea reconocida la relación entre las variables estudiadas, en caso de existir.

Hasta el momento no se ha realizado estudios de este tipo considerando el tipo de industria, puesto de trabajo y variables a analizar, de tal forma, la relevancia de la investigación cobrará preponderancia.

El presente estudio fue asociado con el cumplimiento normativo nacional respecto de la evaluación del gasto metabólico y el esfuerzo físico en los cocheros, estos trabajadores laboralmente expuestos al momento no cuentan con datos de las posibles lesiones asociadas con Trastornos Musculoesqueléticos (TME) por empuje o tracción manual de cargas y el esfuerzo físico por estrés térmico en estos puestos de trabajo.

Finalmente, las medidas y estrategias diseñadas permitirán a la organización reducir sus niveles de ausentismo aportando así a la sostenibilidad económica de la empresa y reducción de costos. La aplicación de enfoques basados en la seguridad laboral puede mejorar

sustancialmente las condiciones de trabajo en sectores de alto riesgo, como la agricultura, contribuyendo a un ambiente laboral más seguro y productivo.

2. MARCO REFERENCIAL

2.1. Antecedentes históricos de la Higiene Ocupacional

Los profesionales de higiene ocupacional, conforme la Asociación Americana de Higiene Industrial (AIHA por sus siglas en inglés), serán aquellos responsables de proteger a los trabajadores de lesiones y enfermedades ocupacionales. Este grupo de profesionales de las diversas ciencias de la ingeniería, biología y física, son graduados de universidades reconocidas; adicional, cuentan con sólida formación científica y una especial vocación del cuidado de los seres humanos a fin de identificar, medir, evaluar y controlar condiciones peligrosas provenientes de los contaminantes presentes en los diversos sitios de trabajo (AIHA, 2025, pág. 5).

Por lo tanto, será oportuno el recordar determinados hitos históricos dentro de la evolución de la higiene ocupacional, tanto como técnica, así como la ciencia con las cuales se muestran hechos importantes; estas líneas reflejan el progreso en el reconocimiento del vínculo entre el trabajo y la salud, a fin de proporcionar sitios de trabajo seguros y saludables de los profesionales de la higiene ocupacional.

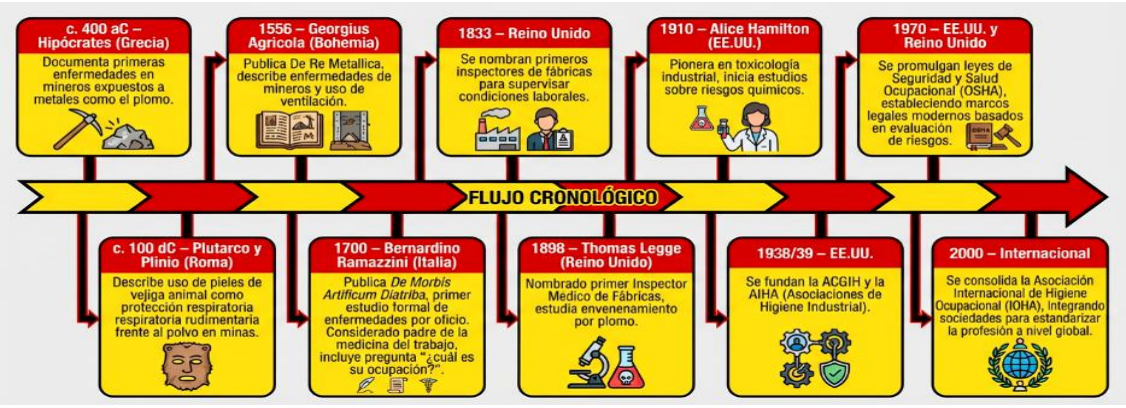


Figura 1: Hitos clave de la protección de la salud de los trabajadores. Fuente: www.oreateai.com, en base a datos proporcionados e investigados por el autor.

La Asociación Internacional de Higiene Ocupacional (IOHA, 2010), describe a la higiene ocupacional (HO) dentro de cuatro pilares fundamentales a tomar en cuenta para el ejercicio profesional:

a) Anticipación. - sin este pilar, la HO no sería anticipativa, es decir, identificar el posible efecto sobre la salud de un determinado contaminante antes de su introducción al proceso productivo o al ambiente de trabajo.

b) Reconocimiento. - es la identificación del peligro potencial respecto de un agente químico, físico o biológico o una situación ergonómica adversa (incluye aquí también aspectos psicosociales), todos los cuales representan un potencial de daño para la salud en los diversos sitios de trabajo.

c) Evaluación. - implica la medición de los diversos agentes contaminantes, a través del grado de exposición individual a dichos contaminantes (incluyendo a la ergonomía y psicosociología), en base a los valores límites de exposición ocupacional reconocidos (OEL por sus siglas en inglés)

d) Control. - una vez reconocido y evaluado el tipo y clase del agente contaminante: químico, físico o biológico y aquella situación ergonómica adversa, a través de procedimientos de trabajo, controles de ingeniería, u otros medios necesarios (IOHA, 2010, págs. 1-2).

En consecuencia, consideramos importante hablar de la anticipación cuando se trata de la higiene ocupacional dentro de los sitios de trabajo. Esto es especialmente importante para el reconocimiento de los diversos tipos de contaminantes, incluyendo a la ergonomía y psicosociología, antes del ingreso al ambiente o al proceso industrial. De ahí la jerarquía de tomar controles oportunos a fin de favorecer la salud y bienestar de los trabajadores laboralmente expuestos.

2.2. La higiene ocupacional: Definición y Dimensiones

Falagán-Rojo (2005), define a la higiene industrial, como técnica no médica para la prevención de enfermedades profesionales, a través del control en el ambiente de trabajo de los diversos contaminantes que se producen como consecuencia de los procesos productivos, en los trabajadores sin comprometer el desarrollo sostenible en las futuras generaciones.

La higiene industrial es una técnica de prevención de enfermedades profesionales mediante la actuación en el medio ambiente de trabajo. Existen diversos factores o agentes ambientales, originados por el puesto de trabajo o presentes en el mismo, los cuales pueden disminuir la salud o el bienestar, generando incomodidad o ineficiencia significativos entre los trabajadores o los demás miembros de la colectividad (Bernal - Domínguez (Coord.), 2005).

En el capítulo 30 de la Enciclopedia de Seguridad y Salud en el Trabajo de la Organización Internacional del Trabajo, define a la higiene industrial como:

> La ciencia de la anticipación, la identificación, la evaluación y el control de los riesgos que se originan en el lugar de trabajo o en relación con él y que pueden poner en peligro la salud y el bienestar de los trabajadores, teniendo también en cuenta su posible repercusión en las comunidades vecinas y en el medio ambiente en general (Ferrari Goelzer, 2012, pág. 30.2).

Barraza, et al (2014), menciona a la definición dada por la Organización Internacional del Trabajo, como:

> La higiene industrial es la ciencia de la anticipación, la identificación y el control de los riesgos que se originan en el lugar de trabajo o en relación con éste que pueden poner en peligro la salud y el bienestar de los trabajadores, teniendo en cuenta su

posible repercusión en las comunidades vecinas y en el medio ambiente en general (Barraza-Sánchez et al., 2014, pág. 11).

La Asociación Internacional de Higiene Ocupacional (IOHA, 2010), define a la higiene ocupacional como: “La disciplina de la anticipación, el reconocimiento, la evaluación y el control de peligros en el entorno de trabajo, con el objetivo de proteger la salud de los trabajadores y el bienestar y la protección de la comunidad en general”.

En consecuencia, expresaremos nuestro criterio al respecto de las diversas definiciones de la higiene ocupacional (o higiene industrial), alinearnos con la ciencia dedicada a la anticipación, reconocimiento, evaluación y control de los contaminante ambientales o ergonómicos, originados en el lugar de trabajo que pueden causar enfermedades, deterioro de la salud o malestar significativo entre los trabajadores.

Será objetivo primordial de esta ciencia, la prevención de enfermedades profesionales mediante el control técnico preventivo dentro del ambiente laboral. Para su aplicación efectiva, esta se subdivide en cuatro dimensiones fundamentales, las cuales interactúan entre sí:

a) Higiene Teórica: Será la encargada de estudiar los efectos de los contaminantes en los seres humanos a fin de establecer límites de exposición ocupacional (OEL por sus siglas en inglés) o valores estándares de concentración con los cuales se garantice la salud de los trabajadores laboralmente expuestos en los sitios de trabajo.

b) Higiene de Campo: Realizará el estudio en el contexto de los puestos de trabajo por medio de la encuesta higiénica, al identificar los peligros y medir a los diversos agentes contaminantes (físicos, químicos, biológicos o ergonómicos y psicosociales) con el apoyo de instrumentos específicos.

c) Higiene Analítica: Aplica técnicas de química analítica para la determinación cualitativa y cuantitativa de los diversos contaminantes captados en las muestras de campo, por medio de equipos e instrumentos necesarios.

d) Higiene Operativa: Se enfoca en la implementación de medidas de control (técnicas u organizativas) para eliminar o reducir los riesgos detectados, actuando prioritariamente sobre el foco emisor, luego sobre el medio de difusión y, finalmente, sobre el trabajador.

De esta manera, la higiene ocupacional clasifica a los diversos contaminantes o agentes ambientales, si bien suena similares a los términos de seguridad industrial, se diferencian de los factores de riesgo: físico, químico, biológico, mecánico, ergonómico, psicosocial y prevención de los accidentes mayores, todos estos serán propios de la gestión de la seguridad industrial y la prevención de accidentes de trabajo. Por lo tanto, los agentes contaminantes presentes en los diversos ambientes de trabajo o desde la realización de los procesos productivos, en función a su naturaleza:

a) Agentes Químicos: Gases, vapores, polvos, humos y nieblas.

b) Agentes Físicos: Ruido, vibraciones, radiaciones, iluminación y estrés térmico por frío o calor extremos.

c) Agentes Biológicos: Virus, rickettsias, bacterias, hongos y parásitos y otros patógenos.

d) Factores Ergonómicos: Levantamiento de cargas, movimientos repetitivos y posturas forzadas, carga física de trabajo.

e) Factores Psicosociales: Estrés laboral, sobre o sub-carga de trabajo mental y la organización del tiempo, entre otros.

Los higienistas ocupacionales, tomarán acciones respecto al aparecimiento de las enfermedades profesionales, acorde con Falagán-Rojo, (2005) la enfermedad profesional

estará relacionada con el deterioro lento y progresivo de la salud de los trabajadores, debido a la relación con la exposición continua a los contaminantes (físicos, químicos, biológicos, ergonómicos y psicosociales), con costos de reparación por la incapacidad ocasionada o la muerte del personal trabajador laboralmente expuesto.

En consecuencia, la enfermedad laboral será paulatina y progresiva, lleva hacia la incapacidad o muerte del personal trabajador como resultado de la exposición de los contaminantes en el ambiente de trabajo y requiere una intervención de la higiene ocupacional. Difiere ampliamente de un accidente laboral, en este caso, el daño ocasionado sobre la persona trabajadora sucede de forma inesperada y repentina, paraliza la producción temporalmente e incrementa el costo asociado al evento no deseado propio de la gestión de seguridad industrial.

2.3. Principal diferencia entre accidente y enfermedad laboral.

En el 2023, el documento conjunto entre la Organización Internacional del Trabajo y la Organización Mundial de la Salud establece como un desafío para proteger la seguridad y salud en los trabajadores, pues actualmente mueren alrededor de 3,000,000 millones de trabajadores como víctimas de los accidentes y enfermedades relacionadas con el trabajo, con un incremento superior al 5% respecto de la medición anterior realizada en el 2015.

En este mismo documento, mencionan los organismos el buscar crear conciencia a fin de generar entornos de trabajo seguros y saludables, pues los sectores relacionados con la agricultura, construcción, pesca y manufactura serán los de mayor riesgo, puntualizando específicamente al sector agrícola como responsable directo del 33% de las lesiones profesionales mortales en el mundo [Organización Internacional del Trabajo (OIT), (2023)].

La principal diferencia entre accidente y enfermedad ocupacional estará en el tiempo de exposición a la acción tóxica del contaminante, conforme a la figura 2:

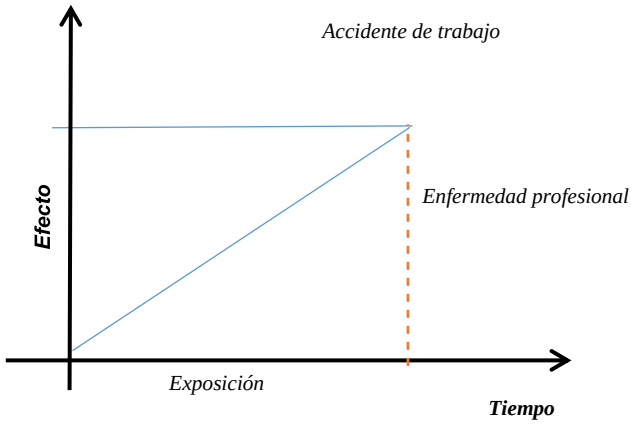


Figura 2: Evolución del accidente de trabajo vs. enfermedad profesional. Fuente: (Falagán-Rojo, 2005).

La figura 2, representa la relación entre el efecto y el tiempo de exposición, de manera particular, la enfermedad profesional estará en función al tipo de contaminante presente en el ambiente de trabajo, la cual puede ser aguda y desarrollar el tratamiento médico oportuno; pero, además se puede acumular hasta llegar a la cronicidad, en este punto la enfermedad será irreversible por los daños generados sobre el organismo del trabajador expuesto laboralmente.

El Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS), define a la enfermedad profesional como: “afecciones crónicas, causadas de una manera directa por el ejercicio de la profesión u ocupación que realiza el trabajador y como resultado de la exposición a factores de riesgo, que producen o no incapacidad laboral” (Resolución IESS CD 513, (2016)).

El Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo (Resolución IESS, CD 513), adicionalmente determina, como enfermedades profesionales, aquellas descritas en el

anexo de este reglamento y del listado propuesto por la (OIT), siempre que exista una relación causa-efecto, respecto a la cronicidad de la enfermedad resultante.

Por lo tanto, las enfermedades profesionales dentro de la República del Ecuador se clasificarán de la siguiente manera:

a) Enfermedades profesionales causadas por la exposición a agentes que resulte de las actividades laborales

    Enfermedades causadas por agentes químicos

    Enfermedades causadas por agentes físicos

    Agentes biológicos y enfermedades infecciosas o parasitarias

b) Enfermedades profesionales según el órgano o sistema afectado

    Enfermedades del sistema respiratorio

    Enfermedades de la piel

    Enfermedades del sistema osteomuscular

    Trastornos mentales y del comportamiento

c) Cánceres profesionales

    Cáncer causado por los agentes reconocidos

d) Otras enfermedades comprobadas con la relación causa-efecto

Estamos hablando de prevención de enfermedades ocupacionales o relacionadas con las actividades realizadas por los trabajadores laboralmente expuestos, pero no solo de forma directa, también puede existir una relación indirecta a otras partes interesadas como: clientes, visitantes y contratistas.

Consecuentemente, en el campo de la salud ocupacional, existen varias disciplinas especializadas con la protección de la salud de los trabajadores, aunque distintas de la higiene

ocupacional, estas desempeñan un papel significativo en la tarea de salvaguardar la salud de los trabajadores y demás partes interesadas como resultado de la exposición relacionada con las actividades laborales.

La medicina del trabajo, la toxicología industrial, la epidemiologia, todas ellas como parte del aseguramiento de la prevención de la enfermedad laboral relacionada a la exposición y como consecuencia derivada hacia el control de una enfermedad ocupacional. Mientras la higiene ocupacional, mide la exposición y propone los controles; la medicina del trabajo se ocupa de los protocolos y valoraciones respecto de los contaminantes identificados y medidos por el higienista ocupacional a fin de gestionar la posible enfermedad ocupacional, en consecuencia, las diversas disciplinas aportaran a la salud ocupacional de manera integral.

La IOHA, (2010) define a la medicina del trabajo como la responsable de prevención de problemas de salud, la promoción de condiciones de vida saludables; así como, el diagnóstico y el tratamiento de los trabajos relacionados con la mala gestión de la salud. La toxicología laboral, en cambio, estará relacionada con los efectos nocivos de los contaminantes químicos y biológicos presentes en los ambientes de trabajo, con la capacidad de afectar a la salud de los trabajadores y demás partes interesadas internas de la organización.

La Oficina Panamericana de la Salud (2021), menciona al respecto de la toxicología ocupacional, como se involucra en la prevención y da el seguimiento a la vigilancia epidemiológica de los trabajadores laboralmente expuestos a tóxicos y sus efectos sobre la salud y el bienestar.

En cambio, la epidemiologia laboral, hace referencia a la parte de la epidemiologia por medio del estudio, distribución, análisis y demás determinantes de las enfermedades,

lesiones o muertes relacionadas con el trabajo. De acuerdo con la OIT, la “epidemiologia del trabajo” hace énfasis en:

> El estudio de los efectos de las exposiciones en el lugar de trabajo sobre la frecuencia y distribución de enfermedades y lesiones en la población. Por consiguiente, se trata de una disciplina orientada a la exposición, que mantiene vínculos con la epidemiología y con la higiene industrial (Merletti, Soskolne y Vineis, 2012, pág. 28.2).

En conclusión, con el fin de prevenir las lesiones y enfermedades en la población laboral, será necesario identificar el campo de acción de la ergonomía ocupacional, la importancia de esto concepto radica desde la definición de la ergonomía como disciplina científica, la cual considera los diversos factores: físicos, cognitivos, sociales, organizacionales y ambientales. Consecuentemente, indagará la manera de mejorar el bienestar laboral y la productividad organizacional.

2.4. Ergonomía Ocupacional

Con el propósito de anticiparse respecto al aparecimiento de lesiones o enfermedades ocupacionales, será un requisito previo analizar la carga de trabajo, sea de tipo físico o mental, relacionando con los sistemas musculoesquelético y las enfermedades mentales o del comportamiento. El control directo de la presunción de las enfermedades ocupacionales concurrentes en los diversos sistemas de trabajo será una parte integral de la interacción entre la ergonomía y la higiene ocupacional.

Estos sistemas de trabajo, según la norma NTE INEN ISO 6385, se define como: un sistema compuesto por uno o más personas trabajadoras y equipos de trabajo, los cuales

interactúan conjuntamente a fin de realizar la función del sistema, dentro de un espacio de trabajo, en el cual estará presente el entorno de trabajo y las condiciones impuestas por las tareas relacionadas directamente con el trabajo y, por lo tanto, debería ser analizado con el aporte de la disciplina ergonómica (Servicio Ecuatoriano de Normalización, INEN, 2022).

La ergonomía ocupacional (EO), es un dominio definido y único de la ergonomía, cuyo enfoque principal es la salud de los trabajadores en los diversos sistemas de trabajo. Diversos autores la definen como una disciplina orientada prioritariamente al bienestar laboral del personal. En este sentido, la (EO) genera un impacto significativo en la sociedad y en el nivel socioeconómico de la fuerza laboral, dado que el bienestar económico del trabajador está intrínsecamente vinculado a su salud y capacidad productiva (Gangopadhyay, (2022), Stack, et al. (2016)).

Por ello, la optimización del entorno laboral favorece sustancialmente el bienestar y la salud integral de los empleados, como lo expone Gangopadhyay (2022). A modo de complemento, se subraya “la ergonomía ocupacional hoy en día busca disminuir las lesiones y mejorar el rendimiento” (Stack, et al. 2016, pág. 7).

El organismo humano constituye un sistema complejo vulnerable a la exposición de contaminantes ambientales y factores de riesgo ergonómico presentes en los procesos productivos. Dado que muchos de estos agentes no son perceptibles por los sentidos, es imperativo realizar procesos de medición, evaluación y control fundamentados en estándares normativos e instrumentación técnica especializada.

Por lo tanto, será necesario comprender a la fisiología humana, la cual estudia el funcionamiento, mecanismos e interacciones de los órganos y diversos sistemas del cuerpo humano, integrando los procesos biológicos desde un nivel celular hasta el funcionamiento

del organismo completo. De manera particular percibir, el recorrido del contaminante como tóxico, desde la ingesta hasta la excreción citado en la toxicocinética y el daño producido por el mismo tóxico cuando es bioprocesado por intermedio de los mecanismos bioquímicos y fisiológicos a través del estudio de la toxico dinamia (IOHA, 2010, págs. 6 - 30).

En conclusión, la ergonomía y la higiene ocupacional demandan una comprensión integral del trabajador expuesto. Bajo un enfoque holístico, es posible prevenir consecuencias críticas —tales como la incapacidad o el fallecimiento— mediante la adaptación del sistema de trabajo a las capacidades, limitaciones y necesidades biopsicosociales de la persona. Este ajuste evita la vulnerabilidad del individuo ante un diseño laboral inadecuado.

2.5. Relación entre la carga física y el gasto energético

La carga de trabajo requiere entenderse como un constructo multidimensional en el cual se integran exigencias físicas, cognitivas y emocionales. La ergonomía y la higiene ocupacional de manera conjunta analizarán la forma en la cual esta tríada de demandas altera la homeostasis del trabajador. Según Martínez Oropesa, et al. (2020), el equilibrio entre la productividad y la salud solo es posible cuando el sistema de trabajo se adapta a la capacidad funcional completa del individuo, considerando su fatiga de forma integral.

Desde la perspectiva de la higiene ocupacional, el gasto energético no solo responde al esfuerzo biomecánico, sino también al estrés mental. Según Pancorbo- Camacho, et al. (2025) la elevada carga cognitiva activa respuestas psicofisiológicas que incrementan el consumo metabólico basal. De la investigación realizada en entornos logísticos, los técnicos con alta carga mental presentan indicadores de fatiga que superan su capacidad de trabajo físico estimada, evidenciando una sobrecarga invisible pero real.

Conforme a Barraza-Sánchez et al., (2014), el cuerpo humano es ineficiente, pues prácticamente la totalidad de la energía consumida para producir trabajo físico se convierte en calor, por lo tanto, el metabolismo será la única fuente capaz de incrementar la aportación de calor metabólico o "carga térmica metabólica", como consecuencia del calor generado por el propio metabolismo del cuerpo. La carga térmica metabólica, puede ser medida en el laboratorio o estimado acorde con los métodos propuestos por la norma ISO 8996, por medio de la observación directa respecto a las actividades ejecutadas.

Según Acosta-Prieto et al., (2023; como se cita en Pancorbo-Camacho et al. 2025) la carga de trabajo mental estará relacionada entre la interacción de los factores internos (habilidades, percepción, motivación) y externos de la persona trabajadora; además, involucra las demandas físicas, esfuerzo y frustración, lo que puede representar un riesgo significativo a la salud de los trabajadores.

La carga emocional, frecuente en sectores de servicios o alta responsabilidad, actúa como un catalizador del agotamiento energético. El esfuerzo por regular las emociones en el trabajo genera un costo fisiológico que a menudo se ignora en las mediciones tradicionales. Según Martínez Oropesa et al. (2020) , los fundamentos de la ergonomía moderna requieren incluir el estudio de la carga emocional a fin de comprender el desgaste sistémico que sufren las personas trabajadoras expuestas a entornos críticos.

Finalmente, la integración de todas estas dimensiones permite ajustar los ciclos de recuperación de manera efectiva. No basta con pausas para el descanso muscular; es necesario mitigar la fatiga cognitiva y emocional para evitar el síndrome de burnout y el aparecimiento de enfermedades crónicas. Defranc, et al. (2025) concluyen que las

ergonomías física y cognitiva requieren gestionarse de forma conjunta a fin de asegurar la sostenibilidad en el desempeño y la integridad del ser humano en su puesto de trabajo.

2.6. Requisitos legales aplicables en la República del Ecuador

La Constitución Política de la Republica del Ecuador, aprobada por la Asamblea Constituyente en el año 2008, refrendada por mandato popular en la consulta popular al soberano de septiembre 2008; entre sus articulados detallan la jerarquía legal del Estado:

> El orden jerárquico de aplicación de las normas será el siguiente: La constitución, los tratados y convenio internacionales; las leyes orgánicas; las leyes ordinarias; las normas regionales y las ordenanzas distritales; los acuerdos y resoluciones; y los demás actos y decisiones de los poderes públicos (Asamblea Constituyente, 2008, art. 425).

En el año 2024, se renovó y actualizó el Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo, en este reglamento se buscó incorporar información relevante para el ejercicio de la ergonomía y factores humanos, como la disciplina científica dedicada al bienestar y la productividad de los sistemas de trabajo, a fin de prevenir lesiones y enfermedades laborales. Adicional dentro de la renovación se han propuesto otros cuerpos legales como: Acuerdo Ministerial 2024-196 y sus anexos, correspondientes a la gestión de seguridad y salud en el trabajo.

El antiguo cuerpo legal databa de la década de los 80 del siglo pasado, fue denominado Reglamento de Seguridad, Salud y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo, curiosamente aprobado por un gobierno de línea empresarial, similar a la línea política del actual gobierno lo puso en vigencia.

En este documento no marcaba de forma directa a la ergonomía y factores, pero si existieron muchos términos relacionados con esta disciplina científica: ambiente de trabajo, condiciones de trabajo, entre otros, cuyo objetivo fue de favorecer prevención, disminución o eliminación de los riesgos laborales y el mejoramiento del ambiente de trabajo.

Gómez-García, (2021) plantea un recorrido a través de los diversos cambios en la legislación nacional respecto de la Seguridad y Salud en el Trabajo, entre los años 2006 al 2020, se observan evoluciones y tendencias atípicas respecto de la siniestrabilidad laboral, posiblemente asociados con los constantes reordenamientos jurídicos emanados desde el Gobierno Nacional influenciando significativamente en los datos presentados a los organismos de control.

Dentro de los nuevos documentos legales desarrollados a través del Decreto Ejecutivo No. 255 y Acuerdo Ministerial 196 del 2024, aún se deja una huella respecto a la falta de un lenguaje técnico normativo, en especial relacionado con la ergonomía y factores humanos, a fin de comprender y direccionar de forma adecuada a los riesgos disergonómicos.

En el Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo, se garantiza un entorno laboral seguro y saludable para los trabajadores mediante la implementación de políticas y procedimientos adecuados. Adicional incluye diversas disposiciones específicas acerca de la formación y capacitación de los empleados, la vigilancia de la salud en el ámbito laboral y la prevención de riesgos laborales, entre otros. También hace énfasis, al detallar las responsabilidades de empleadores y trabajadores respecto de la promoción de prácticas seguras, saludables por medio del cumplimiento de estas normativas vigentes.

Los riesgos ergonómicos son los causados por un esfuerzo físico excesivo, movimientos repetitivos o posturas poco naturales durante el desempeño de un trabajo

> que pueden provocar cansancio, errores, accidentes, enfermedades profesionales o trastornos musculoesqueléticos como consecuencia de un diseño inadecuado de las instalaciones, las máquinas, los equipos, las herramientas o los puestos de trabajo (Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo, 2024, art. 45).

En consonancia, el Anexo 3 del Acuerdo Ministerial MDT 2024-196, donde se presentan algunas definiciones relacionadas con el confort térmico, lugares de trabajo, postura forzada y ciclo de trabajo, entre otros. Adicional presenta el "Título II" y dentro de este el "Capítulo I" en el cual se hace referencia a los "Riesgos Ergonómicos", los cuales deben eliminarse o reducirse al nivel más bajo, en conformidad con el art. 18, aplicando la jerarquía de control de riesgos como se menciona en dicho documento (Acuerdo Ministerial MDT 2024-196, 2024).

El art. 19, habla de la antropometría y diseño de trabajo, haciendo énfasis en el diseño de los puestos de trabajo, en función a las capacidades y limitaciones de los trabajadores, en especial aquellos en condiciones de vulnerabilidad y atención prioritaria. Se evitará las condiciones disergonómicas en las instalaciones, incluyendo condiciones ambientales que limiten del confort o incremente el nivel de riesgos.

La manipulación manual de carga se detalla en el art. 20, si bien se mencionan la identificación del riesgo a partir de 3 kg o mayores que este peso y una distancia de recorrido superior a 1 m. Pero no se menciona a otras formas de manejo manual de carga como el empuje o tracción manual, el transporte manual de cargas, entre otros.

Gómez-García, et al. (2025), sostienen la importancia de mejorar la información pública disponible con el fin de lograr avances en la redacción e implementación de políticas públicas relacionadas con la SST, para mejorar los sistemas de prevención y la toma de

decisiones oportunas, de manera especial con la población laboral no formal que representa más del 30% sin un empleo adecuado o protegidos por la Seguridad Social en el Ecuador.

Se menciona el desarrollo del "análisis de puesto de trabajo" (Acuerdo Ministerial MDT 2024-196, 2024); el cual deberá ser llevado a cabo por un profesional técnico en Seguridad y Salud en el Trabajo conforme la disposición legal. Este análisis será fundamental para identificar a todos los factores de riesgo, de manera particular, los ergonómicos y la forma en la cual contribuyen al aparecimiento de una enfermedad laboral.

El Reglamento de Seguro General de Riesgos del Trabajo, centra su atención en la reparación de los daños causados por enfermedades profesionales, incluyendo la rehabilitación física y mental y la reinserción laboral. Todas estas como consecuencias de las "reducciones anatómicas o perturbaciones funcionales definitivas", estas pueden producir una incapacidad permanente compatible con la realización del trabajo con un rendimiento disminuido o por otra ocupación (Consejo Directivo del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, 2016).

Como parte de los cuerpos legales, en el país existe también el Servicio Ecuatoriano de Normalización, (INEN), donde funciona el Comité Nacional Técnico de Ergonomía, convocados y reunidos buscan actualizar cuerpos normativos relacionados con normas ISO conexas a la ergonomía y factores humanos, en la actualidad suman más de 45 referencias técnicas a ser tomadas en cuenta por los profesionales de seguridad y salud en el trabajo.

En conclusión, son notorios los cambios y actualizaciones en la legislación ecuatoriana, la cual demanda el cumplimiento de deberes, derechos y obligaciones tanto para el empleador como para los empleados. Corresponde al Estado facilitar dicho cumplimiento o, en su defecto, sancionar la falta de este.

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1 Descripción del área de estudio

El presente estudio fue relacionado con un grupo especial de trabajadores, responsables de la movilización de los tallos cosechados en la finca hasta la zona de postcosecha al interior de esta agroexportadora para el mercado europeo principalmente Rusia, donde se aprecian los tallos de rosas de longitudes mayores a 0,60 m. La población laboral de la finca fue variable en función del mercado de exportación, a la fecha se contabilizaron 250 trabajadores entre operativos y administrativos.

La investigación se centró en la tarea de transporte de tallos desde la plantación hasta la postcosecha por medio de troles de carga, en una finca ubicada en Tabacundo, cantón Pedro Moncayo, al nororiente de la provincia de Pichincha, conocida como la capital mundial de las rosas, acorde con lo explicado por el Gobierno Autónomo Descentralizado de este cantón en su página web (GAD Pedro Moncayo).

3.2 Enfoque y tipo de investigación.

Dentro del personal operativo de la finca, se encuentra este grupo especial de trabajo, el cual fue constituido por seis cocheros, la investigación planteada correspondió a un enfoque descriptivo, transversal y de campo, cuyo nivel de profundidad se relacionó como un "estudio de caso múltiple" como parte de la investigación cuantitativa.

Conforme lo explican Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), cuando una investigación se centra en un diseño descriptivo de casos múltiples, como parte de la ruta cuantitativa de investigación, permite recolectar datos concretos sobre las variables específicas aplicables, en este

caso particular, tanto de la higiene ocupacional como de la ergonomía ocupacional necesarias para la evaluación.

Esta investigación fue descriptiva, pues busca reconocer las particularidades del fenómeno de estudio; no experimental, fueron observados los fenómenos tal y como aparecen o suceden de forma natural, sin intervenir sobre los mismos; mixta pues al reconocer variables cualitativas y cuantitativas a fin de prevenir el aparecimiento de posibles enfermedades laborales relacionadas con la sobreexposición al esfuerzo físico y gasto metabólico. fue suma importancia el integrar factores ambientales relacionados con higiene ocupacional tales como: índice WBGT y el gasto metabólico; y con la ergonomía ocupacional (factores biomecánicos, fisiológicos individuales y de la organización del trabajo).

De la manera en la cual se menciona por Pérez Serrano (1994; como se cita en Jiménez, 2022), los estudios de caso evaluativo implican una descripción y explicación a fin de llevar la investigación hacia emitir un resultado acerca de los objetos estudiados. En este caso particular el alcance fue evaluativo-preventivo con un enfoque cuantitativo a través de las mediciones de la frecuencia cardiaca, peso y fuerza al trasladar los coches a lo largo de la finca.

Dentro de las jornadas de trabajo los diversos tiempos de recorrido y relacionado con la percepción individual de los cocheros respecto del esfuerzo cuando movilizan los coches por medio del empleo de un troley para llevar los tallos hasta la planta de postcosecha.

Por lo tanto, la investigación plantea un enfoque mixto, “un conjunto de procesos de recolección, análisis y vinculación de datos cuantitativos y cualitativos en un mismo estudio o una serie de investigaciones para responder a un planteamiento del problema, como lo exponen (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018, pág. 641).

3.3. Población y Muestra

Según, Bernal (2010), la población de estudio presenta características específicas. Este autor la define como el "conjunto de todos los elementos sobre los cuales se llevará a cabo la investigación". Dentro de esta población, se puede seleccionar una muestra como parte integrante de la misma. A partir de esta muestra, se obtuvo la información necesaria para el desarrollo de la investigación, a través de la observación y la medición de las variables aplicadas en el estudio.

El puesto de trabajo en particular fue seleccionado en función de las actividades relacionadas con el esfuerzo manual para la movilización de la carga e implican una exposición a factores de riesgo biomecánico, tales como el empuje o tracción manual de las cargas y la adopción de diversas posturas durante el recorrido de los tallos, halados o empujados de forma manual, sobre condiciones de suelo irregular agrícola, condiciones climáticas (ambientales) cambiantes e incluyen las denominadas posturas forzadas.

Una postura forzada, desde la ergonomía, serán considerada todas aquellas posiciones antinaturales de trabajo, en las cuales el esfuerzo lleva al límite las articulaciones, nervios, tendones, entre otros, debido a estar por fuera de los rangos de comodidad o al límite de su capacidad (Ministerio de Sanidad y Consumo, 2000, pág. 12).

Según el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS), dispone de un mínimo de 180 días consecutivos de permanencia en el puesto de trabajo a fin de validar la presunción de una enfermedad profesional (Consejo Directivo del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, 2016).

Este estudio fue probabilístico por conveniencia conformado por los seis individuos, quienes cumplen los siguientes criterios de inclusión:

Género masculino, en la actualidad todos pertenecen a este género.

Antigüedad en el cargo > 180 días.

Sin patologías médicas o preexistencias (confirmado a través de la información de la historia clínica ocupacional y el médico de la empresa).

La población de estudio fue conformada por los seis cocheros, quienes conforman un grupo homogéneo de exposición, no fue excluido ningún trabajador para la investigación.

El criterio de exclusión estuvo relacionado con trabajadores no pertenecientes al puesto seleccionado (incluyen a la población femenina la cual no se descarta pueda ser cochera, pero este estudio debería adecuarse a esas consideraciones), con menos de 180 días de afiliación laboral y no deseen participar dentro de este estudio, todo lo cual no fue encontrado para el estudio de referencia.

3.4. Técnicas e Instrumentos de Medición

Debido a la naturaleza propia al trabajo ejecutado por los cocheros dentro de un GES, fueron consideradas las diversas variables a utilizarse dentro de una de las siguientes dimensiones:

A. Dimensión Fisiológica (Gasto Metabólico)

Con la identificación de esta dimensión, permitió evaluar el esfuerzo físico de los cocheros y si el valor identificado superará los límites de fatiga, por medio de la variable denominada gasto energético, la cual puede ser expresada en unidades de potencia del gasto energético como: kilocalorías por minuto (kcal/min) o Vatios (W) en conformidad a lo dispuesto por la norma ISO 8996:2021 (International Standarization Organization ISO, 2021).

El método aplicado fue medición de la frecuencia cardiaca de los trabajadores en la jornada de trabajo, en el caso particular, fue necesario dar seguimiento individual a cada uno de los ellos, un día a la vez; adicional de la medición de estatura y el peso corporal expresado en kilogramos.

Por lo tanto, fue necesario un holter o pulsómetro con bluetooth integrado colocado en el pecho de los individuos y descargar la información de manera digital, este método de estimación será mucho más preciso para trabajos dinámicos como los estudiados, sin requerir de un profesional de la salud al no ser invasivo, para la correspondiente recolección de los datos.

Con la información recogida, se realizarán los cálculos por medio de las ecuaciones y los resultados serán comparados con las tablas descritas en la norma ISO 8996:2021 para la determinación de la carga máxima de trabajo (CMT) y establecer la penosidad del trabajo en relación con los valores hallados.

B. Dimensión Biomecánica (Carga Física) y la ergonomía ocupacional

Hacia evaluar los diversos factores de riesgo biomecánico, estos fueron relacionados con el empuje o tracción manual de cargas, para el traslado sobre el suelo agrícola irregular por medio de tróley o cables vías suspendidos a través de toda la finca hasta llegar a la postcosecha y descargar los tallos en diferentes largos recortados, pesos manipulados y con diferentes alturas; esto incluyen las posturas de trabajo forzadas, la repetitividad, características individuales, entre otros, identificados como generadores de trastornos musculoesqueléticos conforme lo expone Gil-Hernández, (2024),pág. 264.

En consecuencia, las variables de análisis fueron relativos con las posturas forzadas, el esfuerzo individual al manejar manualmente las cargas y la repetitividad, todos evaluados con la ayuda de métodos nacionales e internacionales estandarizados, descritos en las normas ISO TR 12295 para la identificación de los peligros asociados con el manejo manual de carga y posturas forzadas, NTE INEN ISO 11228-2 para la evaluación del empuje y tracción manual de carga, NTE

INEN ISO 11226 relacionada con las posturas de trabajo y de manera particular las posturas sostenidas y forzadas.

Las diversas posturas de trabajo incluyen los ciclos de trabajo, estos fueron analizados con la ayuda de una video grabación de las diversas actividades dentro de la tarea evaluada, estas evaluaciones serán bajo los criterios normativos dispuestos por cada una de las normas seleccionadas descritas en el párrafo anterior.

C. Dimensión de la Higiene Ocupacional (Condiciones Ambientales)

El análisis del entorno y el ambiente de trabajo afectará directamente el gasto metabólico de los cocheros, especialmente cuando existe presunción de estrés térmico, conforme la norma ISO 8996:2021.

Fueron analizadas el Índice TBGH (universalmente reconocido como WBGT Index, por sus siglas en inglés), mide el estrés térmico al cual está expuesta una persona trabajadora, integrando temperatura del aire, humedad, velocidad del viento y radiación solar, entre otros.

También fue necesario tomar en cuenta el calor metabólico de la persona trabajadora a la cual se le realiza el estudio. El calor metabólico se determinó teniendo en cuenta la posición del cuerpo y el tipo de trabajo efectuado durante la jornada de trabajo, por medio de tablas predeterminadas o con el cálculo correspondiente en función a dispuesto en la norma ISO 8996:2021.

Adicional, fue necesario el empleo de un monitor de estrés térmico, útil para determinar el Índice WBGT con radiación solar por el tipo de trabajo a cielo abierto, es un trabajo a la intemperie y por consiguiente no pueden ser controladas las variables como: temperatura ambiente, temperatura radiante, temperatura seca y la velocidad del viento, útil también en ambientes

calurosos extremos, descartando la posibilidad de incorporar el confort térmico dentro del estudio de ambiente de trabajo.

En Ecuador, se establece un requisito legal para valores del WBGT en función a los tipos de tareas realizadas, en este caso, el trabajo fue pesado para trabajadores aclimatados, conforme la legislación nacional vigente.

a. **Trabajos livianos**
   i. No aclimatados: WBGT ≤ 28° C.
   ii. Aclimatados : WBGT ≤ 30° C.
b. **Trabajos moderados**
   i. No aclimatados : WBGT ≤ 26° C.
   ii. Aclimatados : WBGT ≤ 28° C.
c. **Trabajados pesados**
   i. No aclimatados : WBGT ≤ 25° C.
   ii. Aclimatados : WBGT ≤ 27° C.

Figura 3: *Valores máximos permitidos en Ecuador para el WBGT por tipo de trabajo o carga metabólica. Fuente: art. 8. Anexo 3. Norma Técnica de Seguridad e Higiene del Trabajo, AM 2024-196.*

3.5. Procedimiento de Recolección de Datos

El propósito de un procedimiento para la recolección de datos fue llevado a través de cuatro fases, con las cuales se buscará garantizar la confiabilidad, validez y replicabilidad del estudio de casos múltiples planificado para esta investigación.

Al establecer los siguientes pasos sistematizados, permitieron identificar y medir las diversas variables a fin de responder a las preguntas de investigación de manera estructurada para una adecuada toma de decisiones.

La higiene ocupacional busca identificar, medir, evaluar, valorar y controlar los diversos tipos de contaminantes a fin de prevenir el aparecimiento de enfermedades laborales. El proceso reconocido por la gran mayoría de los higienistas puede ser resumido de acuerdo con la tabla 1:

Tabla 1: *Metodología de actuación en la higiene ocupacional*

Fase	Condición
Identificación	¿Cuál es el contaminante? ¿Cómo se presenta? ¿Cuándo se presenta? ¿Dónde se presenta?
Medición	¿Cuánta cantidad hay?
Valoración	¿Se ha superado el límite establecido? ¿Hay una situación de riesgo?
Control	¿Se han de introducir modificaciones para eliminar o reducir el riesgo? ¿Se mantienen las condiciones seguras?

Fuente: (Barraza Sánchez et al., 2014, pág. 33)

A. Fase 1: Caracterización e Identificación del puesto de trabajo

A partir de la realización de un análisis de trabajo seguro (ATS), técnica utilizada en la seguridad y salud ocupacional, destinada a desglosar las actividades diarias de los cocheros en cada una de las etapas: carga, transporte, descarga, descanso, principalmente. Este documento técnico, permite la identificación de los peligros potenciales en cada etapa, evaluando los riesgos y estableciendo los controles necesarios para evitar lesiones o accidentes durante la realización del trabajo.

Adicional, como parte del estudio fue considerado dentro de la identificación de aquellos instantes críticos, tanto en situaciones normales, anormales y de emergencia, destinadas a identificar todas aquellas donde será requerido el empleo de un mayor esfuerzo por parte de las personas trabajadoras.

B. Fase 2: Medición en Campo

Con el empleo de los diversos equipos de medida e instrumentos necesarios para la evaluación cualitativa o cuantificación por medio de las diferentes mediciones en el ambiente de trabajo y sobre la persona trabajadora.

i. **Monitoreo de estrés térmico:** Ubicar el monitor de estrés térmico, en este caso particular, fue colocado el medidor a nivel de los tobillos (0,10 m sobre el nivel del suelo); en la cintura (1,10 m desde el suelo); y a nivel de cabeza (1,70 m tomado desde la superficie de sustentación), pues estos trabajadores mantienen una postura en bipedestación y determinar el valor promedio, de acuerdo con la ecuación [1].

$$\mathbf{WBGT_{prom} = [(WBGT_{cab.} + 2WBGT_{tronco} + WBGT_{pie}) * 0{,}25]\ [1]}$$

Para determinar el valor del Índice WBGT exterior de acuerdo con la ecuación [2], el equipo de medición realizó el cálculo de forma automática, colocando en el equipo a modo exterior o con presencia de radiación solar:

$$\boldsymbol{WBGT_{ext}} = 0{,}7\ (\boldsymbol{THN}) + 0{,}2\ (\boldsymbol{TG}) + 0{,}10\ (\boldsymbol{TA})\ \ \mathbf{[2]}$$

Donde:

THN = temperatura húmeda natural

TG = temperatura de globo o radiante

TA = temperatura ambiente

Este método toma en cuenta al menos una hora de duración, para la determinación del Índice WBGT, por lo tanto, será recomendado ajustar el tiempo de exposición a este valor en función de las diversas posturas adoptadas y la duración de las actividades, en función a la ecuación [3]

$$\boldsymbol{WBGT} = \frac{WBGT1 * T1 + \cdots + WBGTn * Tn}{T1 + \cdots + Tn} \qquad \mathbf{[3]}$$

Donde: T1 +… + T_n = 60 minutos (1 hora).

Agregado, fue requerido tener en cuenta el valor de ajuste de vestuario (CAV por sus siglas en inglés), a fin de obtener el WBGT efectivo ($WBGT_{eff}$), este valor es la suma del WBGT medido más el ajuste del vestuario, según el criterio expresado en la norma ISO 7243:2017 (International Standarization Organization, 2017), es decir:

$$\boldsymbol{WBGT_{eff} = WBGT + CAV}\ \textbf{[4]}$$

Monitoreo Cardiaco: Antes de la colocación del pulsómetro al inicio de la jornada, se requiere explicar a la persona trabajadora sobre el funcionamiento y el procedimiento a seguir a fin de obtener el consentimiento informado. Se tuvo que llevar a la persona trabajadora al reposo (mínimo cinco minutos sin actividad, de preferencia sentado) para el registro de la frecuencia cardiaca basal antes de comenzar la tarea. Cada hora o cambio de actividad se registró la frecuencia cardiaca dentro de la tarea. Gracias a la linealidad de la frecuencia cardiaca y esfuerzo percibido, convendrán computar las frecuencias cardiacas máxima, el valor promedio de estas descontando la frecuencia basal y la frecuencia cardiaca máxima teórica.

Conforme a Malchaire, et al. (2017), la frecuencia cardiaca máxima teórica, se puede calcular tanto para hombres o mujeres a través de la ecuación [5]:

$$FC\ \max teo = [208 * (0{,}70 Edad)] \qquad \textbf{[5]}$$

Adicional, en conformidad con Malchaire, et al. (2017) quienes permiten predecir la relación entre la frecuencia cardiaca y el metabolismo (FC−M) en función de las características del sujeto en un puesto de trabajo a partir del registro de la frecuencia cardíaca de un trabajador durante un periodo representativo. Esta relación se calculará con la ecuación [6].

$$\textbf{CMT= (19,45 - 0,133 * Edad)} \cdot \mathbf{W_{bl}} \quad \textbf{[6]}$$

Donde:

CMT = capacidad máxima de trabajo (W).

W_{bl} = masa magra (kg).

La masa magra corporal (W_{bl}), acorde con Janmahasatian, et al. (2005), quienes desarrollaron un modelo semimecanístico a fin de predecir la masa libre de grasa a partir de las características individuales en una población con tamaños corporales extremos. La cual se puede estimar utilizando la siguiente ecuación:

$$W_{bl} = (1{,}08 - Wb/(80 * H_b^2)) * W_b \quad [7]$$

Donde:

W_b = masa corporal del sujeto (kg)

H_b^2 = altura del cuerpo del sujeto (m)

Se requirió adicional estimar el área de la superficie corporal (A_{Du}) para hombres en base a la siguiente fórmula:

$$A_{Du} = (0{,}007184 * W_b^{(0{,}425)} * H_b^{(0{,}725)}) \quad [8]$$

La tasa metabólica en reposo (M_0) en W para un sujeto sentado puede estimarse mediante las siguientes expresiones en función de la superficie corporal, como:

$$M_0 = 60 * A_{Du} \quad [9]$$

La tasa metabólica media (M_m) durante el período de tiempo registrado se deriva de la frecuencia cardíaca media (FC_m) utilizando la siguiente ecuación:

$$M_m = M_0 + [(FC_m - FC_0) / TM] \quad [10]$$

Donde:

$$TM = [(FC_{max} - FC_0) / (CMT - M_0)] \quad [11]$$

ii. Observación Ergonómica: Con el fin de evaluar los factores de riesgo disergonómicos relacionados con el puesto de trabajo analizado, se requirió luego del contacto previo con el trabajador a ser evaluado, reconocer el tipo de puesto de trabajo, las mediciones ambientales, la descripción del cargo o el profesiograma, incluyendo la matriz de riesgos identificada. Colectar el consentimiento informado previo entre la empresa y el trabajador a ser evaluado (a fin de aplicar el criterio de grupo exposición similar GES en caso de ser requerido).

Se realizo in situ, una primera identificación de los factores de riesgos presentes en el sitio de trabajo para reconocer los diversos métodos de evaluación que fueron utilizados. Todo esto por medio de un registro audiovisual de las diversas posturas adoptadas durante las fases de empuje, tracción, descarga o carga de los coches (conforme a ISO TR 12295).

Fue necesario las observaciones directas, incluyendo imágenes o videograbación del puesto de trabajo y la estación de trabajo; además de entrevistas individuales a él o los trabajadores seleccionados, con la aplicación de cuestionarios útiles para el desarrollo de los diversos métodos de evaluación ergonómica requeridos (incluye la escala de Borg CR-10). También fue importante requerir la información sobre la producción o el número de veces o repeticiones de una acción determinada o el número de acciones técnicas requeridas desde el proceso de planeación de la producción; esto puede ser

relacionado con la postura adoptada, el levantamiento manual de cargas, el uso de fuerza o los movimientos repetitivos, entre otros, todos los cuales incluye en la carga de trabajo.

C. Fase 3: Procesamiento y Análisis

Esta es la parte del análisis conocido como gabinete, es decir, con toda la información recolectada de campo, serán realizadas las diversas variables tomadas en cuenta para el desarrollo de las correspondientes evaluaciones al comparar los datos obtenidos con los límites legales y técnicos.

Al evaluar el o los puestos de trabajo a través del uso de diversos métodos aplicables para el puesto, conforme procede cumplir con el método necesario, comparando los datos y valores hallados, respecto de los valores permitidos por cada uno de los estándares utilizados.

Por último, proponer acciones de mejora basándose en los resultados de la evaluación y medidas de control recomendadas, jerarquizando los controles en la planeación, fuente, medio y receptor. Siempre será recomendado priorizar las soluciones técnicas respecto de las soluciones organizacionales, aunque en un balance general será necesario buscar un equilibrio entre la carga física, mental y emocional.

***Tabla 2**: Matriz de operabilidad de variables*

Variable	*Definición Conceptual*	*Definición Operacional*	*Dimensiones*	*Indicadores*	*Instrumentos*
Gasto Metabólico	*Cantidad de energía que el organismo consume al realizar una actividad física*	*Medición del consumo energético derivado de la actividad de arrastre y carga*	*Fisiológica*	*Kilocalorías por minuto (kcal/min)/índice de carga cardiovascular*	*Pulsómetro / Método de estimación por Frecuencia Cardíaca (ISO 8996)*
Riesgo Ergonómico Postural	*Probabilidad de desarrollar trastornos musculoesqueléticos por posturas forzadas*	*Evaluación de las posiciones adoptadas por tronco, brazos y piernas durante la jornada*	*Biomecánica*	*Ángulos de inclinación posturales / Nivel de riesgo (1-4)*	*Métodos posturales ISO TR 12295 / Registro fílmico*
Esfuerzo Percibido	*Sensación subjetiva de la intensidad del trabajo realizado por el individuo*	*Valoración numérica que el cochero asigna a su fatiga tras la tarea*	*Psico sensorial*	*Grado de penosidad percibida*	*Escala de Borg CR-10*
Perfil Sociolaboral	*Características básicas y de permanencia del trabajador en la organización*	*Verificación de los criterios de inclusión y antigüedad*	*Demográfica y Contractual*	*Edad (años) / Tiempo de experiencia (días) / Género*	*Ficha sociodemográfica / Entrevista / Reglamento de RRHH.*
Estado de Salud Preexistente	*Ausencia de patologías crónicas o comunes antes de la evaluación*	*Confirmación de la aptitud para el estudio*	*Clínica*	*Historial médico ¨Apto¨ / Ausencia de lesiones osteomusculares*	*Historia clínica ocupacional / Exámenes ocupacionales*

A partir de las variables gasto metabólico, esfuerzo realizado, riesgos disergonómicos asociados con las posturas de trabajo, fueron analizados con la ayuda de Microsoft Excel y SPSS v.26, utilizando estadística descriptiva pues son variables cuantitativas, las cuales pueden ser asociadas al coeficiente de correlación lineal de Pearson (r) y al análisis de determinación conocido como R^2 con el uso de estas técnicas estadísticas, todas estos análisis fueron aplicados para dar cumplimiento con los objetivos del estudio de casos múltiples.

El coeficiente de correlación de Pearson analiza la covariación de las variables cuantitativas de manera lineal, es decir la gráfica puede ser descrita como una línea recta en el plano cartesiano, si crece una de las variables, también la otra crecerá, la cual puede ser perfectamente positiva si tiene una pendiente positiva relacionada con +1 o valores cercanos a este. En cambio, puede ser perfectamente negativa, -1, si genera el efecto contrario; por lo tanto, dentro del análisis puede representar valores entre -1 a +1.

En cambio, el uso del coeficiente de determinación o R2 será una medida estadística con la cual se puede explicar la variación entre la variable dependiente respecto de la independiente, a fin de predecir un determinado resultado. Es decir, el coeficiente R cuadrado, evalúa la fuerza de la relación lineal entre dos variables con el propósito de predecir las tendencias, en este caso particular aportar con la prevención en el aparecimiento de presunción de enfermedades profesionales por la carga de trabajo físico y el esfuerzo realizado en los cocheros al adoptar las diversas posturas de trabajo mientras ejecutan la tarea, incluyendo el análisis del índice WBGT.

3. 5. Consideraciones Éticas

Para el estudio de casos múltiples aplicado a los trabajadores fueron tomadas en cuenta consideraciones éticas sobre objetivos, procedimientos, beneficios y riesgos mínimos del estudio. De manera particular centró su atención en la protección de la salud de los trabajadores laboralmente expuestos, guardando la confidencialidad de los datos y la transparencia en el uso de estos. Se enfatizó en la participación voluntaria y si optaban retirarse en cualquier momento no existirán represalias, con el uso del consentimiento informado previo.

Con el fin de conseguir el consentimiento informado, fueron explicados los trabajadores respecto del uso del pulsómetro y la forma en la cual se monitorizará su ritmo cardíaco; adicional, el uso de las imágenes y videos donde fueron grabadas sus posturas únicamente con fines de prevención de salud, bajo criterios de voluntariedad y sin presiones.

Los resultados fueron tratados de forma anónima, aunque por el número de participantes, estos pueden ser fácilmente identificables en el informe final de investigación, sin retaliaciones o represalias, pero la información fue tratada de forma anónima y confidencial.

Al ser un estudio de casos múltiple, es observacional y no invasivo a través del empleo de la higiene y ergonomía ocupacionales, no se requiere de la autorización de un comité de ética por parte de la Universidad y el control asociado por medio de la Declaración de Helsinki, como marco ético fundamental para proteger la vida, salud, dignidad, integridad, privacidad y confidencialidad de los participantes, priorizando su bienestar sobre los intereses de la ciencia.

La empresa escogida permite el uso de las imágenes e información relacionada con esta investigación, sin limitar la publicación de los resultados de la investigación, no existen conflicto de intereses entre la empresa, universidad y el autor de la investigación.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Introducción

Con el propósito de evaluar el esfuerzo físico y su incidencia sobre la salud de los trabajadores denominados cocheros, dentro de una plantación en Tabacundo, Pichincha, Ecuador, a partir de un grupo de exposición similar (GES), se analizaron las diversas variables con el propósito de dar concordancia con los requisitos de la higiene y ergonomía ocupacionales.

Los seis trabajadores desempeñan funciones similares bajo condiciones ambientales homogéneas; específicamente, laboran dentro del mismo tipo de invernadero, expuestos a similares fuentes de calor, humedad, ventilación y carga física. Por lo tanto, se consideran como un grupo de exposición similar (GES), constituido de la siguiente manera:

***Tabla 3**: Distribución etaria en el cargo de los cocheros*

EDAD (años)	FRECUENCIA (#)	PORCENTAJE (%)
18 – 26	4	66
27 – 34	1	17
50 – 58	1	17
Total	**6**	**100**

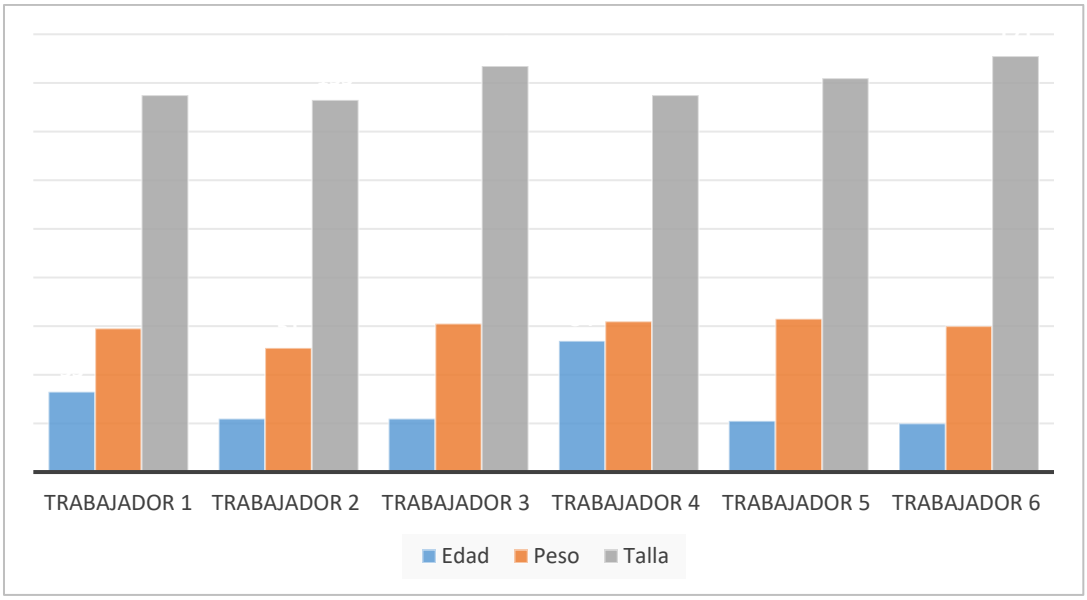
La mayoría de los cocheros son trabajadores jóvenes menores de 26 años, contratados a fin de facilitar el transporte; la organización, no tiene en cuenta la experiencia, dando prioridad a ser jóvenes adultos y esto pueda conllevar a una mayor exposición respecto de la carga de trabajo.

Tabla 4: *Distribución antigüedad en el cargo de los cocheros*

ANTIGÜEDAD (MESES)	**FRECUENCIA**	**%**
6 - 16	0	0
17-27	1	17
28-38	2	33
39-49	0	0
50-60	3	50
Total	**6**	**100**

En relación con la antigüedad dentro del cargo, el porcentaje es similar entre experiencia y juventud; los trabajadores más antiguos han atravesado varias etapas de transición dentro de la finca, en especial el crecimiento de la producción, y con relación directa al incremento del esfuerzo físico en estos trabajadores laboralmente expuestos.

Tabla 5: *Población agrupada por edad, peso corporal (kg) y estatura (cm)*



Por otra parte, con la ayuda del área médica de la empresa y el médico de finca, ha facilitado los datos de peso, talla, a fin de incorporar dentro de investigación. La postura habitual en el trabajo será similar con la figura 4.

Figura 4: *Postura de trabajo del cochero al interior de la finca*



En conclusión, para la realización del estudio se tuvo en cuenta el estudio de análisis de casos múltiples, en los cocheros de la finca, donde se han tomado en cuenta diversas variables relacionadas con el esfuerzo físico, carga metabólica, índice WBGT incluyendo el WBGT efectivo, en el transporte de los tallos desde las áreas de producción hasta la postcosecha, con el propósito de establecer relaciones a fin de comprender la interacción entre estas variables y su posible incidencia en la salud laboral.

4.2. Resultados

En relación con la información relacionada con los cocheros, responsables del transporte de tallos de rosas para la exportación, se presenta la tabla 6, a fin de identificar el índice de masa corporal (IMC) o índice de Quetelet:

Tabla 6: *Relación entre edad, estatura, peso e IMC*

	Edad (años)	**Estatura (cm)**	**Peso (kg)**	**IMC**
Trabajador 1	33	155	59	24,56
Trabajador 2	22	153	51	21,79
Trabajador 3	22	167	61	21,87
Trabajador 4	54	155	62	25,81
Trabajador 5	21	162	63	24,01
Trabajador 6	20	171	60	20,52

Este índice permite tomar una relación rápida y sencilla para evaluar la salud nutricional de la población general, esto se puede comparar con valores estandarizados de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud. La tabla 7, representa los valores del IMC entre mínimos y máximos para tener en cuenta, conforme a Baral, et al. (2021, citados por Pambabay y Gordón, 2024). Los trabajadores en su mayoría están en un peso normal, solo el trabajador 4 puede considerarse con sobre peso de acuerdo con la tabla 7.

Tabla 7*: Valores del IMC para adultos*

Estado	Mínimo	Máximo
Delgadez		< 18,50
Normal	18,50	24,99
Sobre peso	25,00	29,99
Obesidad I	30,00	34,99
Obesidad II	35,00	39,99
Obesidad III	> 40,00	

Fuente: (Organización Mundial de la Salud OMS, 2023)

Al utilizar las fórmulas de Malchaire, et al. (2017) y Janmahasatian, et al. (2005), a fin de estimar la relación entre la frecuencia cardiaca y el metabolismo (FC−M) en función de las características de los cocheros a partir del registro de la frecuencia cardíaca de cada uno de los trabajadores laboralmente expuestos durante toda una semana de trabajo, esto se presenta en la tabla 8.

Tabla 8: *Relación entre masa magra, frecuencia cardiaca para los cocheros.*

	Masa Magra Wbl (kg)	**Peso corporal Wb (kg)**	**FCb. (bpm)**	**FCmax. teórica (bpm)**	**FCm. media (bpm)**	**FC máx. pico (bpm)**
Trabajador 1	45,64	59	78	184,90	83,29	104
Trabajador 2	41,52	51	77	192,60	88,88	106
Trabajador 3	49,58	61	74	192,60	87,58	108

Trabajador 4	49,55	62	66	170,20	89,94	108
Trabajador 5	49,22	63	78	193,30	91	108
Trabajador 6	50,05	60	78	194,00	89,94	112

Nota: La tabla establece un resumen de la resolución de las ecuaciones de la masa magra y la carga máxima de trabajo, en conformidad a la norma ISO 8996.

De acuerdo con la norma ISO 8996:2021, donde se presentan diversas ecuaciones para facilitar el cálculo del metabolismo basal y promedio y compararlo con los requisitos expresados dentro de la misma, estarán relacionado con los valores expuestos en las tablas 9 y 10.

Tabla 9: *Metabolismo basal y medio en función a la frecuencia cardiaca durante el trabajo*

	Metabolismo basal (W)	**Metabolismo medio (W)**
Trabajador 1	94,43	687,38
Trabajador 2	87,93	686,08
Trabajador 3	101,10	819,26
Trabajador 4	96,44	607,88
Trabajador 5	100,26	819,86
Trabajador 6	102,13	840,34

***Tabla 10**: Metabolismo de tarea estimado. Fuente ISO 8996:2021*

Clase [a] Tasa Metabólica	Intervalo metabólico (W)	Ejemplos
0 **Descansado**	100 a 125	Descansar, sentar a gusto
1 **Baja**	125 a 235	Actividad sedentaria (oficina, vivienda, escuela, laboratorio) De pies, trabajo ligero de brazos y piernas, caminar (2 km/h) por camino llano uniforme y sólido < 30 kg
2 **Moderada**	235 a 330	Trabajo sostenido de manos y brazos (martillar, limar, cargar, pulir). Trabajo de brazos y piernas (manejo de camiones todo terreno, tractores y equipos de construcción). Empujar o tirar carros pequeños o carretillas. Manipulación intermitente de material moderadamente pesado. Caminar (2,5 km/h a 5 km/h) sobre un camino llano, uniforme y sólido con carga ≤ 20 kg. Caminar (2,5 km/h a 3 km/h) sobre terreno nivelado, pero de irregular a inestable con carga ≤ 20 kg. Caminar (≤ 2,5 km/h) en terreno estable cuesta arriba (≤ 5 %) con carga ≤ 20 kg.
3 **Alta**	360 a 465	Trabajo intenso de brazos y tronco con herramientas manuales o máquinas. Transporte de material pesado, palear. Trabajos con mazos, aserrar, cepillar o cincelar madera dura, segar a mano, cavar. Caminar (5,5 km/h a 7 km/h) por un camino llano, uniforme y sólido con carga ≤ 20 kg. Caminar (3,5 km/h a 5 km/h) sobre terreno nivelado, pero de irregular a inestable con carga ≤ 20 kg. Caminar (2,5 km/h a 3 km/h) sobre terreno estable cuesta arriba (≤ 5 %) con carga ≤ 10 kg.
4 **Muy alta**	> 465	Actividad intensa a ritmo de rápido a máximo.

	Caminar (>7 km/h) por un camino llano, uniforme y sólido, con o sin carga.
	Caminar (>5 km/h) sobre terreno nivelado, pero de irregular a inestable con o sin carga.
	Caminar (>3 km/h) en terreno estable cuesta arriba (≥ 5 %) con o sin carga.

[a.] Los términos cualitativos bajo, moderado y alto se refieren a un turno completo de trabajo

Fuente: (International Standardization Organization ISO, 2021).

La norma ISO 8996:2001, establece cuatro niveles para la evaluación de la tasa metabólica, el nivel uno (1) o tamizaje; un nivel dos (2) observación; un nivel tres (3) análisis, con el cual fue realizado el estudio de casos múltiples, con la medición de la tasa cardiaca en condiciones definidas con un nivel menor de incertidumbre equivalente a ± 20%; y, por último, un nivel cuatro (4) por medio de la experiencia del profesional evaluador, con la ayuda de los métodos de calorimetría directa o la medición del consumo de oxígeno (International Standardization Organization ISO, 2021, págs. 9 - 10).

En la norma ISO 8996:2021, se explica:

> En el caso de un trabajo puramente dinámico en el que se utilicen los principales grupos musculares, sin cargas estáticas musculares, térmicas y mentales, la tasa metabólica puede estimarse midiendo la tasa cardíaca durante el trabajo. En tales condiciones, existe una relación lineal entre la tasa metabólica y la frecuencia cardíaca (International Standardization Organization ISO, 2021, pág. 11).

Al revisar y comparar con los valores dados por la norma ISO 8996:2021 en la tabla 10, se puede considerar a este tipo de trabajo con una tasa metabólica muy alta, debido a la acción de caminar a una velocidad mayor a 3 $km*h^{-1}$ sobre suelo o terreno firme cuesta arriba con pendientes

mayores al 5% con o sin carga, similar a la actividad realizada por los trabajadores laboralmente expuestos en este estudio de caso múltiple.

Al medir el esfuerzo físico en las actividades del transporte de flor, mediante diversos métodos de evaluación ergonómica, los cocheros realizan diversos tipos de esfuerzo con fuerzas pico y sostenimiento para recorrer las distancias entre 200 a 600 metros, con pesos de cada una de las coches de 15 kilos, conforme a la norma ISO TR 12295, se puede identificar con el peligro ergonómico con la siguiente "pregunta clave": "¿Hay alguna acción de empujar y halar cargas con las dos manos o con todo el cuerpo?. Si la respuesta es Si, entonces ir al paso 2 <evaluación rápida>, caso contrario la norma no es relevante" (Organización Internacional de Normalización, 2014, pág. 7).

La "evaluación rápida" tiene como objetivo identificar, sin necesidad de cálculo, la presencia de dos condiciones de exposición opuestas:

i. la ausencia de riesgo o de riesgo aceptable; y

ii. la presencia de un riesgo relevante (o la presencia de factores de riesgo extremadamente peligrosos que no son aceptables), también definidos como condiciones críticas (estado crítico) (Organización Internacional de Normalización, 2014).

Figura 5: *Empujar y halar, condiciones preliminares. Fuente ISO TR 12295*

Tabla 6 – Empujar y halar – Aspectos adicionales preliminares		
Condiciones ambientales de trabajo		
¿Son las superficies del suelo resbaladizas, inestables, desiguales, agrietadas, rotas, fisuradas o existe una pendiente?	NO	SI
¿Está restringida o limitada la trayectoria de desplazamiento?	NO	SI
¿La temperatura ambiental del área de trabajo es demasiado alta?	NO	SI
Las características del objeto empujado o halado		
¿El objeto (o carrito de carga, carretilla elevadora, etc.) limita la visión del operador o impide el movimiento?	NO	SI
¿El objeto es inestable?	NO	SI
¿El objeto (o carrito de carga, carretilla elevadora, etc.) tiene características peligrosas, superficies afiladas, elementos sobresalientes que puede lesionar al operador?	NO	SI
¿Las ruedas están gastadas, rotas o inadecuadamente mantenidas?	NO	SI
¿Las ruedas son inadecuadas para las condiciones de trabajo?	NO	SI

Nota: En la figura 5 se presenta las condiciones ambientales y características del objeto empujado o halado (Organización Internacional de Normalización, 2014).

Si las respuestas para todas las condiciones son "NO", entonces continuar con la evaluación rápida. Si al menos una de las respuestas es "SÍ", entonces se requiere aplicar la norma NTE INEN ISO 11228-2. Sin embargo, los consiguientes riesgos adicionales específicos tienen que ser considerados cuidadosamente para minimizar estos riesgos.

Figura 6: *Empujar y halar, condiciones aceptables. Fuente: ISO TR 12295*

Tabla 7 – Empujar y halar – Evaluación rápida – Condición aceptable			
Magnitud de la fuerza			
PELIGRO	La magnitud de la fuerza no supera los 30 N (o aproximadamente 50N para frecuencias de hasta una vez cada 5 min hasta 50m) para un esfuerzo continuo (sostenido) y aproximadamente 100 N para la aplicación de fuerza máxima inicial. Alternativamente, el esfuerzo percibido (obtenido al entrevistar a los trabajadores usando la escala de Borg CR-10) muestra la presencia, durante la (s) tarea (s) de empujar-halar, de un esfuerzo de fuerza **LIGERO** (esfuerzo percibido) (puntuación 2 o menos en escala Borg CR-10).	NO	SI
Duración de la tarea			
PELIGRO	¿La tarea manual de empujar y halar dura hasta 8 horas al día?	NO	SI
Altura de agarre			
PELIGRO	La fuerza de empujar o halar se aplica a una altura de agarre entre la cadera y la mitad del pecho.	NO	SI
Postura			
PELIGRO	La acción de empujar o halar se realiza con el tronco erguido (sin torsión ni flexión).	NO	SI
Zona de manipulación			
PELIGRO	Las manos se mantienen dentro del ancho de los hombros y en la parte delantera del cuerpo.	NO	SI

En este caso particular, todas las preguntas no tienen respuesta “SÍ”, entonces la tarea examinada no está en la zona verde (ACEPTABLE) y será necesario continuar con la evaluación de riesgos, por lo tanto, existirá el requisito de evaluar la tarea (s) por la norma NTE INEN ISO 11228-2.

Por último, dentro de la norma ISO TR 12295, se menciona la necesidad de identificar todas las condiciones críticas, sobre las cuales, conforme a esta norma se recomienda actuar como acciones correctivas urgentes.

*Fi**gura 8:** Empujar y halar, condiciones críticas. Fuente: ISO TR 12295.*

Tabla 8 – Empujar y halar – Evaluación rápida – Condición crítica **Si una o más de las condiciones siguientes está presente, considerar el riesgo como ALTO, y es necesario proceder con el rediseño de tarea.**			
	Magnitud de fuerza		
PELIGRO	A) La fuerza inicial pico para empujar o jalar (para superar el estado de reposo o inercia. o para acelerar o desacelerar un objeto): es de al menos **360 N hombres** o **240 N mujeres**. B) La fuerza continua (sostenida) requerida para empujar o jalar para mantener un objeto en movimiento es de al menos **250 N para hombres** o **150N para mujeres.** Alternativamente, durante la tarea de empujar o jalar, el esfuerzo percibido utilizando la **escala de Borg CR-10** (obtenida mediante entrevistas a los trabajadores), muestra la presencia de altos picos de fuerza (esfuerzo percibido con una **puntuación de 8 o más**)	NO	SI
	Postura		
PELIGRO	La acción de empujar o jalar se realiza con el tronco **significativamente** en torsión o flexión.	NO	SI
	Esfuerzo de fuerza		
PELIGRO	La fuerza de empujar o halar se realiza de una manera desigual o descontrolada.	NO	SI
	Zona de manipulación de agarre		
PELIGRO	Las manos se mantienen fuera del ancho de los hombros o en la parte posterior del cuerpo (hacia la espalda).	NO	SI
	Altura de agarre		
PELIGRO	Las manos se mantienen a más de 150 cm o menos de 60 cm.	NO	SI
	Dirección de fuerza		
PELIGRO	La fuerza de empujar o jalar se incrementa por sus componentes de resistencia vertical ("levantamiento parcial")	NO	SI
	Duración de la tarea		
PELIGRO	¿La (s) tarea (s) manual (es) de empujar y jalar dura (n) más de 8 horas al día?	NO	SI

Si al menos una de las condiciones tiene una respuesta “SÍ”, entonces estará presente una condición crítica. Si una condición crítica está presente, entonces al aplicar la norma ISO 11228-2, tendrán identificadas acciones correctivas urgentes asociadas con el rediseño del puesto o la tarea por parte de los trabajadores laboralmente expuestos, en la forma de halar la carga y la fuerza realizada por estos.

En la norma ISO 11228-2, después de la identificación de riesgos asociados establece tres niveles o zonas, vinculados con los métodos 1 o 2, planteados en la evaluación de riesgos relacionados con el empuje o la tracción manual de cargas.

i. Zona verde (riesgo aceptable). - se encuentra en un nivel aceptablemente bajo, el nivel de riesgo de lesión o enfermedad es insignificante, no se requiere ningún tipo de acción.

ii. Zona amarilla (riesgo condicionalmente aceptable). - será necesario analizarse junto con factores de riesgo contributivos y hacer seguimiento tan pronto como sea posible mediante el rediseño, pues el nivel de riesgo de lesión o enfermedad no puede ser ignorado y requiere ser controlado.

iii. Zona roja (**no aceptable** o **crítico**). - riesgo considerable de enfermedad o lesión que no puede ignorarse para la población de operadores. Será necesaria la acción inmediata para reducir el riesgo (por ejemplo: rediseño, organización laboral, instrucciones y capacitación para el trabajador, entre otros) (Organización Internacional de Estandarización ISO, 2007).

La norma NTE INEN ISO 11228-2, determina los valores máximos para la fuerza pico y de sostenimiento de acuerdo con la distancia recorrida, en el caso de estudio, cada uno de los cocheros recorren distancias diferentes y de manera similar pueden movilizarse con diversas masas o pesos y con tiempos de recorrido entre 30 a 40 minutos por vez, a lo largo de la plantación y se repite al menos seis veces por día. Los valores fueron tomados con la ayuda de un dinamómetro marca Nextech DFS 500, adaptado a la operación de los cocheros, de acuerdo con la tabla 10.

Tabla 10: *Valores máximos de fuerza pico en recorridos mayores a 60 metros. Fuente: NTE INEN ISO 11228-2*

	Distancia recorrida (m)	Tiempo (min)	Peso (kg)	F inicial medida (N)	F inicial halar norma 11228-2 (N)	Evaluación (D) (N)
Trabajador 1	513,00	30,00	115,50	196,33	140	**1,40**
Trabajador 2	650,00	45,00	204,00	194,33	140	**1,39**
Trabajador 3	586,00	30,00	120,00	290,83	140	**2,08**
Trabajador 4	604,00	40,00	204,00	194,00	140	**1,39**
Trabajador 5	543,00	35,00	270,00	198,33	140	**1,42**
Trabajador 6	348,00	40,00	315,00	254,17	140	**1,82**

Nota: En la tabla, se muestran los valores de fuerza inicial para halar a más de 60 metros de distancia, donde el valor violeta representa variación sobre el valor máximo permitido para este tipo de actividad en la norma NTE INEN ISO 11228-2.

Tabla 11: *Valores máximos de fuerza de sostenimiento en recorridos mayores a 60 metros. Fuente: NTE INEN ISO 11228-2*

	F sostenimiento medida (N)	F sostenimiento al halar norma 11228-2 (N)	Evaluación (D) (N)
Trabajador 1	70,00	90,00	0,78
Trabajador 2	83,00	90,00	0,92
Trabajador 3	137,67	90,00	1,53
Trabajador 4	142,66	90,00	1,59
Trabajador 5	78,47	90,00	0,87

Trabajador 6	166,00	90,00	1,84

Nota: En la tabla, se muestran los valores de fuerza de sostenimiento para halar a más de 60 metros de distancia; donde, el valor verde el nivel de riesgo es aceptable; los valores en amarillo, el nivel de riesgo no es recomendado y los valores violetas representan el sobre valor respecto del máximo permitido para este tipo de actividad en la norma NTE INEN ISO 11228-2.

Adicional, se puede también considerar para la evaluación ergonómica de halar carga por medio del método RAPP Tool, desarrollado en el Reino Unido. Este método estará diseñado con el fin de apoyar en la evaluación de los riesgos clave en las operaciones manuales de empuje y tracción, las cuales implican un esfuerzo corporal completo, por ejemplo, mover carros o jaulas con ruedas cargadas, o arrastrar, transportar, deslizar o hacer rodar cargas, entre otras. (Health and Safety Executive HSE, 2016).

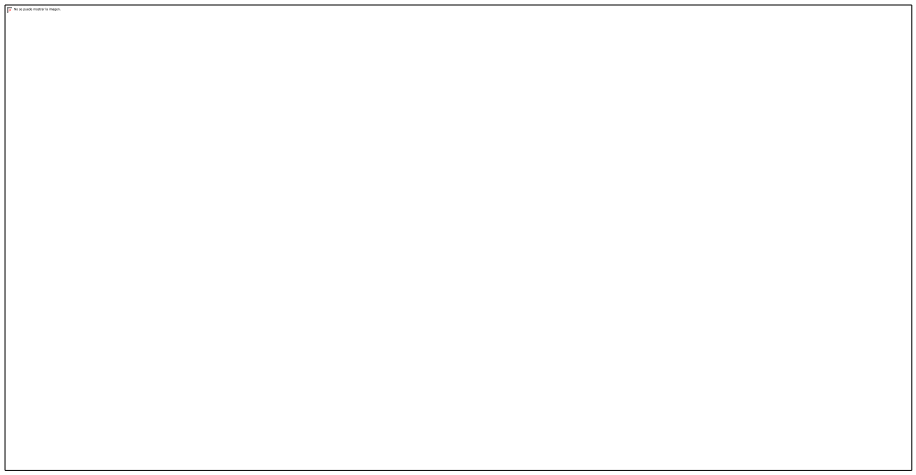
En este caso particular la evaluación general tendrá un puntaje de 18 y un color mayoritario ámbar, es decir, moderado. Este método requiere, después de la identificación, actuar y corregir, para al final en la reevaluación no dar valores mayores a cinco (5), para no tener que actuar conforme la norma ISO 11228-2 por medio del método analítico correspondiente u otro tipo de análisis más exhaustivo. En este caso particular dejaremos las puntuaciones para tener en cuenta de acuerdo con RAPP Tool en empuje de cuerpos rodantes, en la figura 9.

Figura 9: *Valores de evaluación por empuje o tracción de cuerpos rodantes. Fuente RAPP Tools. HSE, 2016.*



2 Postura	Torso erguido, no girado, las manos estan entre la altura de cadera y hombros, en direccion al esfuerzo.	1		
	Cuerpo inclinado en dirección al esfuerzo o el tronco está girado o inclinado o la posicion de las manos están por debajo de la cadera	3		3
	El cuerpo está muy inclinado, o el trabajador se pone en cuclillas, se arrodilla o necesita empujar con la espalda contra la carga; o el torso está severamente doblado o girado, o las manos estan detrás o sobre un lado del cuerpo o por encima de la altura del hombro	6		
3 Empuñadura o agarre	Hay asas o zonas de agarre que permiten un agarre cómodo y potente para tirar o un contacto cómodo con toda la mano para empujar.	0		
	Hay zonas de agarre, pero solo permiten un agarre parcial, por ejemplo, con los dedos sujetos a 90°, o un contacto parcial de la mano para empujar.	1		1
	No tiene asas o el contacto con la mano resulta incómodo	2		
4 Patrón de trabajo	El trabajo no es repetitivo (menos de cinco transferencias por minuto), y el ritmo de trabajo lo marca el trabajador	0		
	El trabajo es repetitivo, pero existe la oportunidad de descansar o recuperarse mediante pausas formales e informales o rotación de puestos de trabajo.	1		1
	El trabajo es repetitivo y no se permiten pausas formales ni informales. Las oportunidades de rotación de puestos no es posible	3		
6 Superficie del suelo	Seco, limpio a nivel, firme, en general en buen estado para caminar, sin daños o irregularidades	0		
	Mayormente seco y limpio, poca presencia de escombros o humedad, la pendiente está entre 3° a 5°. Razonablemente al pisar, ej. alfombra, o mal estado del suelo con daños menores	1		4
	Contaminado, humedo, o con escombros en varias zonas, no permiten el flujo libre de caminar, pendiente muy pronunciadas > 5°. Blando e inestable, barro, lodo, estado del suelo muy deficiente a provocar caidas o resbalones, con consecuencias graves.	4		

7 Obstaculos en la ruta	Sin ningun tipo de obstaculos	0		
	Un solo tipo de obstaculo, sin gradas o escaleras, rampas no empinadas	1		1
	Mas de 2 obstaculos, rampas empinadas, escaleras o gradas, mamparas o espacios estrechos, puertas angostas, curvas o esquinas que impidan la visualizacion de la ruta, cables sueltos, bordes afilados, otro tipo de obstaculos. Marque una sola vez, no importa que sean frecuentes durante el recorrido	3		



Nota: El método RAPP Tool para la evaluación de empuje y arrastre, fue validado para el idioma español en Chile. Fuente: Díaz Messen, et al. (2020).

Conforme al Instituto de Salud de Chile, los métodos RAPP Tool, MAC y V-MAC, serán métodos de evaluación inicial del riesgo por manejo manual de cargas, a fin de estimar de manera rápida la probabilidad sea individual o colectiva dentro de un determinado proceso laboral generan trastornos a la salud de los trabajadores laboralmente expuestos, dejando una escala de valores y colores, conforme a la figura 10. Por medio de la observación de las tareas se puede reconocer la peor actividad posible, con la cual inclusive, se puede mejorar o ajustar en función de las condiciones normales de trabajo, conforme lo explica (Ibacache Araya, 2019).

Figura 10: *Colores y nivel de riesgo en RAPP Tools. Fuente Instituto de Salud Pública de Chile, (2019)*

Bajo V/0	Verde (V): Nivel de riesgo bajo No se requiere acciones correctivas
Medio A/2	Amarillo (A): Nivel de riesgo moderado Se requiere acciones correctivas. Aunque no existe un nivel de riesgo alto, es necesario examinar la tarea detalladamente.
Alto R/4	Rojo (R): Nivel de riesgo alto y muy alto Se requiere acciones correctivas pronto. Esto puede exponer a riesgo a una proporción significativa de la población activa.
Muy Alto R/8	
Inaceptable M	Morado (M): Nivel de riesgo muy alto Ergonómicamente no aceptable. Las tareas pueden representar un riesgo grave de lesión y deben ser mejoradas.

Nota: Esta tabla es un resumen de los colores y nivel de riesgo utilizados por RAPP Tools.

Luego de la evaluación del manejo manual de carga durante el halar o traccionar la carga, es decir los trabajadores laboralmente expuestos permanecen delante de la carga para mantener en movimiento. Por lo tanto, se procedió con la evaluación del estrés térmico para cada uno de los trabajadores laboralmente en base a la metodología descrita por la norma ISO 7243: 2017.

Para el cálculo del Índice WBGT ponderado tomado con la ayuda de un termohigrómetro marca Metravi-WB 188SD, registrador de datos de temperatura entre 0° a 56° para el cálculo automático del WBGT sea en exteriores o interiores, con una tolerancia de ± 1°. En la evaluación del estrés térmico por calor, se requirió incorporar los datos relacionados con la vestimenta, a fin hallar el Índice WBGT efectivo (WBGT eff), este es el resultado de la suma del valor del vestuario (VAC) más el valor WBGT ponderado entre cabeza, cintura y pies de los seis cocheros, conforme a la norma ISO 7243:2017 (Organización Internacional de Estandarización ISO, 2017).

Figura 11: *Límite del WBGT o TGBH para personal aclimatado o no respecto de la tasa metabólica.* ***Fuente:*** *(Organización Internacional de Estandarización ISO, 2017).*

Tasa metabólica (clase) (ver la tabla E.1 para la descripción)	Tasa metabólica W	Límite de referencia TGBH para personas aclimatadas al calor °C	Límite de referencia TGBH para personas no aclimatadas al calor °C
Clase 0 Tasa metabólica en reposo	115	33	32
Clase 1 Tasa metabólica baja	180	30	29
Clase 2 Tasa metabólica moderada	300	28	26
Clase 3 Tasa metabólica alta	415	26	23
Clase 4 Tasa metabólica muy alta	520	25	20
Los valores de $TGBH_{ef}$ indicados aquí se proporcionan para su armonización con las normas nacionales existentes. Cuando esas normas se revisen en el futuro, se podrán considerar los valores de la figura A.1 o las ecuaciones correspondientes. Los nuevos valores diferirán generalmente en ± 1 °C.			

La figura 11, presenta los valores del Índice WBGT máximo para personas aclimatadas al calor, similares a los cocheros de esta evaluación de casos múltiples, dando un valor de referencia de hasta 25° C a fin de evitar la sobre exposición de estos trabajadores laboralmente expuestos por ser una tasa metabólica muy alta > 520 W. En el Ecuador el requisito legal dispone valores menores o iguales a 27° C para el trabajo pesado cuando se requiere considerar el Índice WBGT, conforme al Art. 8 descrito en el anexo 3 del Acuerdo Ministerial MDT 2024-196, (2024).

En consideración de estos temas particulares para la evaluación del estrés térmico por calor, se presenta la tabla 12, donde se procedió a evaluar la carga de trabajo para cada uno de los cocheros se representa los valores medidos del WBGT ponderado por la condición de trabajo en exteriores y con radiación solar presente, estos valores fueron medidos en diversas horas de la jornada, de manera particular entre las 11H00 y 12H30 y desde las 13H30 a 15H00, siendo las

horas con mayor exposición a radiación solar durante la realización de las actividades de transporte manual de flores por medio de halar la carga a través de la finca con el uso de un monorriel.

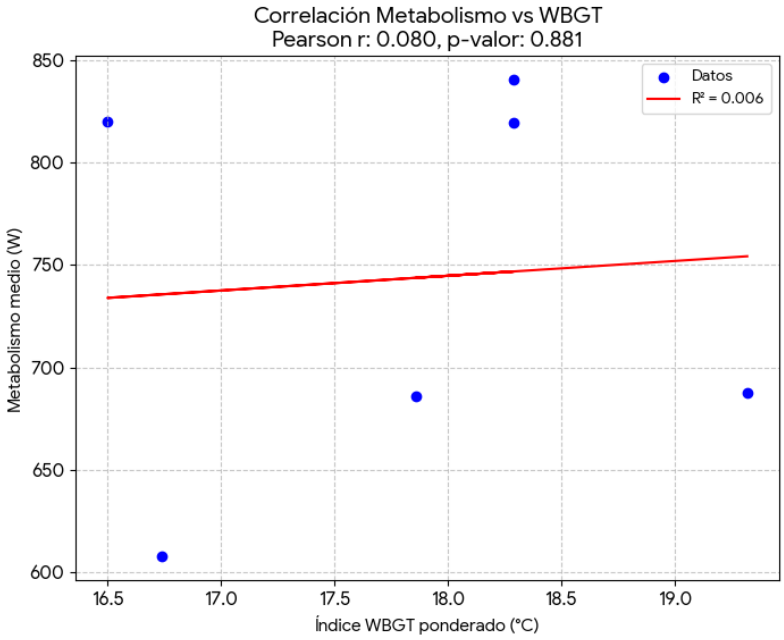
Tabla 12: *Evaluación del estrés térmico por calor con relación a la carga metabólica de los cocheros*

	Metabolismo medio (W)	**Índice WBGT ponderado (°C)**	**WBGT ref. (°C)**	**CAV**	**WBGT eff °C**	**Evaluación del WBGT**
Trabajador 1	687,38	19,32	24,07	0	24,07	0,78
Trabajador 2	686,08	17,86	24,08	0	24,08	0,74
Trabajador 3	819,26	18,29	23,20	0	23,20	0,78
Trabajador 4	607,88	16,74	24,87	0	24,87	0,67
Trabajador 5	819,86	16,50	23,19	0	23,19	0,71
Trabajador 6	840,34	18,29	23,07	0	23,07	0,79

Nota: El valor de riesgo del WBGT es aceptable; adicional se toma en cuenta el ajuste por vestuario (CAV) en este caso particular es 0 debido a que la ropa de trabajo o vestuario utilizado no incrementa el calor o el gasto metabólico, conforme al anexo F de la norma ISO 7243:2017 (Organización Internacional de Estandarización ISO, 2017, pág. 24).

Al analizar los datos podremos encontrar la siguiente información: al correlacionar los valores de metabolismo medio respecto del Índice WBGT ponderado, la gráfica de correlación se representa en la figura 12.

Figura 12: *Correlación del metabolismo medio y el WBGT de los cocheros.*



A través de este análisis, pretende determinar si la carga térmica ambiental (WBGT) influye directamente en el gasto energético (metabolismo medio) en los cocheros de la finca. Los hallazgos principales fueron para el Coeficiente de Pearson de 0,080, lo cual explica una correlación positiva muy débil, tendiendo a inexistente; en cambio, el coeficiente de determinación R^2 = 0,06% de la variación del metabolismo se puede explicar relacionada con el estrés térmico por calor. En este caso particular se puede explicar que el esfuerzo físico dependerá de otros factores como el peso de la carga o la distancia recorrida y no necesariamente de la temperatura del sitio de trabajo.

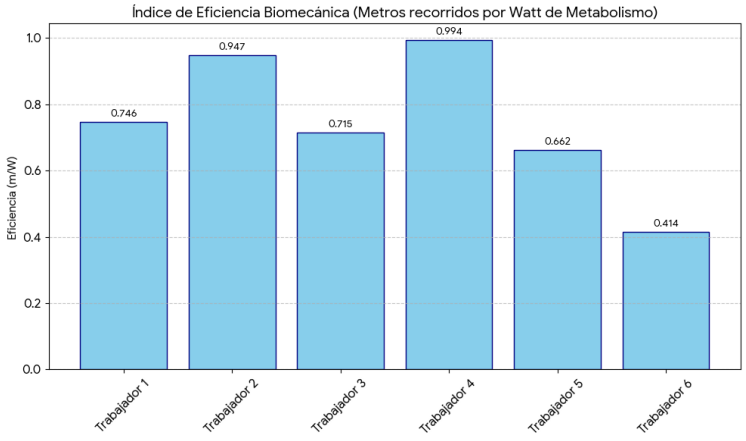
Ahora, si el análisis centra su atención en correlacionar la distancia de recorrido respecto de la carga transportada por cada uno de los cocheros. El coeficiente de Pearson presenta valores de -0,538, es decir, se observa una correlación negativa moderada, esto indica que, si aumenta el

peso de la carga, la distancia recorrida debería disminuir. En cambio, el análisis del coeficiente de determinación R^2 = 0,289; en consecuencia, el valor del 28,90% sugiere que el peso es un factor importante, pero se puede considerar otras variables como la distancia o el tiempo de la tarea durante la ruta asignada, las cuales influyen de manera directa sobre la carga.

Dado que la muestra es muy pequeña (n=6), estos resultados deberán tomarse como una tendencia. El hallazgo más crítico, estará asociado con el exceso de fuerza inicial respecto del límite máximo establecido en la norma ISO 11228-2, lo cual justifica intervenciones ergonómicas relacionadas con en el diseño de los coches o la asistencia mecánica necesaria en toda la ruta.

Finalmente, al realizar un estudio de casos múltiples, las correlaciones estadísticas no constituyen una única forma de analizar a los seis (6) cocheros, como trabajadores laboralmente expuestos.

Figura 13: *Índice de eficiencia biomecánica*



En la figura 13, describe el índice de eficiencia biomecánica en relación con el tamaño de la muestra, este es un enfoque más potente determinado por la síntesis de casos cruzados, conforme lo explica Yin, (2003).

Además, en la figura 13, explica como el trabajador es más eficiente, biomecánicamente hablando, con un valor de 0,99 m/W respecto de los otros cocheros. Mientras que el trabajador 6 es el más ineficiente, pues a pesar de recorrer la menor distancia el valor del metabolismo medio es el más alto (840,34 W). Por lo tanto, habría que investigar la razón por la cual este trabajador 6 gasta tanta energía en tan poco movimiento, lo recomendable será revisar al menos el estado mecánico de los troleys o coches, las condiciones específicas del terreno o problemas relacionados con la falta de entrenamiento al utilizar una técnica inadecuada para halar la carga.

4.3 Discusión

4.3.1 Discusión de resultados y análisis crítico

Dentro de los niveles de exposición hallados para estos trabajadores laboralmente expuestos en jornadas de 8 horas diarias y recorridos de aproximadamente 45 minutos, desde que recogen las primeras mallas hasta llegar a las instalaciones de postcosecha, los cocheros analizados presentan una fuerza pico muy alta en relación con la norma NTE INEN ISO 11228-2, siendo mayor al 100% o condiciones críticas (subrayado en color morado), por lo tanto, será conveniente mejorar las condiciones de los monorrieles y la forma en la cual se desarrolla la actividad para el halado de la carga.

En cambio, dentro de los valores de fuerza sostenida, solo existe un sujeto que realiza una fuerza mayor a la máxima permitida dentro de la norma de referencia NTE INEN ISO 11228-2 se determina que el esfuerzo físico para movilizar las cargas está más allá de 60 metros, en este caso particular los cocheros, pueden llegar a recorrer distancias de hasta 650 metros para descargar el producto, por lo tanto, convendrá ajustar el recorrido o mejorar el equipo para ayudar al transporte del producto.

Jiménez, (2020) menciona al empuje y tracción manual por ISO 11228-2 de contenedores de autoclave en una empresa de servicios de limpieza hospitalaria, estas actividades guardan relación con el aparecimiento de lesiones musculo esqueléticas relacionadas con el trabajo realizado por parte de los trabajadores. Este trabajo es muy similar en la evaluación con el estudio de caso planteado, la diferencia es la forma de traslado, empuje respecto de halar la carga por medio de los coches.

El esfuerzo realizado por los trabajadores estará relacionado con la carga metabólica calculada conforme a la norma ISO 8996:2021, si bien el metabolismo de reposo en estos trabajadores podría estar comprendido en valores menores a 125 W, de acuerdo con la tabla, en cambio el metabolismo medio estará en valores mayores a los 465 W, considerados como valores de carga metabólica muy alta de acuerdo con esta misma norma de referencia.

Desde la norma ISO TR 12295, se explica la postura sostenida o el tiempo de mantenimiento será igual a cuatro (4) segundos o más, en este caso particular existen posturas de trabajo sostenidas y en riesgo, tales como girar, flexionar el tronco, extender los brazos de manera no simétrica para las actividades de halar o el extenderse para romper la inercia entre otras. Las posturas se consideran como no recomendadas y con la factibilidad del desarrollo de trastornos musculo esqueléticos en los trabajadores laboralmente expuestos.

En consecuencia, los cocheros requieren ser evaluados por la norma ISO TR 12295, con la ayuda de diversas preguntas claves a fin de permitir la evaluación del manejo manual de cargas por empuje o tracción de acuerdo con la norma NTE INEN ISO 11228-2, pero también se requiere de acciones correctivas a ser tomadas en cuenta por parte de la organización y de las áreas de RRHH, seguridad y salud ocupacional para mejorar las condiciones de trabajo, pues existen preguntas criticas contestadas de manera afirmativa.

Con la ayuda del método RAPP Tool, se determinó que tanto el recorrido, así como la postura girada y flexionada generan un incremento de riesgo para estos trabajadores, será importante toma en consideración las distancias de recorrido entre 200 a 600 metros, las cuales podrían ser compensadas con la ayuda de pausa laborales, en especial durante la jornada de trabajo en situación de presencia de radiación solar alta para evitar la sobrecarga o fatiga asociada, a su vez se requiere de áreas de hidratación y sombra para la recuperación durante la jornada de trabajo.

Los valores calculados y evaluados del estrés térmico por calor, conforme a la norma ISO 7243:2017 y el gasto metabólico analizados con la norma ISO 8996:2021, en estos trabajadores laboralmente expuestos. Se presentan dos tipos de hallazgos; uno, relacionado con el metabolismo promedio de la tarea y la medición del Índice WBGT ponderado en las actividades realizadas en distintos días a estos cocheros, en horas entre las 11H00 a 15H00, los valores no representan niveles de riesgo asociados, pues todos los valores medidos están por debajo del valor máximo permitido de 25° para trabajadores aclimatados, similares a los cocheros estudiados.

En un estudio realizado en una empresa de construcciones, se identificó el Índice WBGT en operaciones a cielo abierto, similares a las evaluadas por este trabajo de investigación, estos autores señalan a los niveles de exposición al estrés térmico variará de acuerdo con la carga metabólica y entorno de trabajo. Sin embargo, el estrés térmico no dependerá exclusivamente de la actividad, si de otros factores externos como el clima, la temperatura ambiente, la velocidad del aire y el vestuario entre otros (Espitia-Sanchez et al. 2025, págs. 20-21).

En la investigacion planteada por Quintana Orbe, (2018), respecto del analisis del estrés termico en personal de faenamiento de carnicos en una planta ubicada en la provincia de Pastaza, concluye que existen factores de riesgo relacionados con el esfuerzo físico, requiriendo la intervención médico laboral sobre el personal expuesto. En relación con esta investigacion, será necesario incorporar un plan de vigilancia de la salud, después de la realización de la correspondiente evaluación técnica sobre los cocheros, por parte del área médica de la finca.

En cambio, el otro hallazgo, hace referencia con los nuevos requisitos legales nacionales, mencionados en el Acuerdo Ministerial 196-2024 del Ministerio de Trabajo y de manera particular en el artículo 8, donde se reconoce al trabajo pesado cuyo valor máximo para el Índice WBGT

requiere ser menor o igual a 27° C, pero en este documento se reconoce el valor del gasto metabólico para considerar el trabajo como pesado, como un hallazgo de esta investigación.

Por último, al identificar el Índice WBGT ponderado en las actividades realizadas por los cocheros, durante la jornada de trabajo, se consideró el valor del WBGT efectivo sumado el valor correspondiente por el tipo de vestuario (VAC), en este caso muy particular, la ropa de trabajo no afecta o incrementa la relación entre el metabolismo y el estrés térmico por calor medido en los sitios de trabajo.

Camacho y Jara, (2023) rediseñan una actividad de manipulación de tanques a fin de facilitar el transporte y disminuir el nivel de riesgo ergonómico asociado con este tipo de trabajo, por medio de la evaluación y uso de las tablas de Snook y Cirello con el propósito de mejorar las condiciones de trabajo. La relación con la evaluación del estudio de casos hace relación al énfasis de controlar la carga máxima o la distancia recorrida como opciones de mejora para tener en cuenta.

El diseño de soluciones para el manejo manual de cargas por medio del traslado de cargas por arrastre, esto permite mejorar las condiciones de trabajo y disminuir el riesgo ergonómico asociado, de acuerdo con el trabajo de investigación realizado por Cuenca et al. (2022). Será importante tomar en cuenta este criterio para mejorar las condiciones de arrastre de la carga en los cocheros dentro del presente estudio.

En una investigación relacionada con el uso del Índice WBGT, la carga física y el gasto metabólico encontraron en una muestra de 12 trabajadores condiciones de riesgo relacionados al metabolismo de la tarea, pero la carga física concerniente al WBGT y la temperatura no reflejo niveles de peligro en los tiempos medidos de acuerdo con Acevedo. et al, (2019). Esto es muy

similar con los hallazgos determinados para el estudio de casos planteado de los cocheros como grupo de exposición similar.

4.3.2 Fortalezas y limitaciones

El estudio de caso de los cocheros dentro de la finca de exportación de rosas, ocuparon diversas estrategias para la evaluación del nivel de riesgo para el manejo manual de cargas. Todas a partir de los requisitos legales nacionales asociados, fueron utilizadas las normas técnicas de referencia tanto ISO e INEN ISO, la diferencia es si la norma ya ha sido adoptada por el país.

A fin de realizar la evaluación por ISO 8996:2021, se realizaron los cálculos correspondientes por medio del uso de ecuaciones estandarizadas mencionados como el método adecuado para obtener el cálculo del metabolismo basal y promedio con niveles de confianza deseados.

El uso de la norma ISO TR 12295, la cual permite identificar el uso de las normas de la familia ISO 11228 para el manejo manual de cargas y de manera específica la parte 2, relacionada con el empuje o la tracción manual relacionadas de manera directa con el tipo de tarea ejecutada por los cocheros al movilizar las cargas desde la plantación hasta la estación de postcosecha.

La evaluación de la fuerza con la ayuda de un dinamómetro, conlleva a valores medidos expresado en Newtons, los cuales fueron comparados con las tablas de valores recomendadas dentro de la norma NTE INEN ISO 11228-2, adicional con la participación de los trabajadores por medio de la escala de Borg CR 10, esta herramienta es considerada por la norma NTE INEN ISO 11228-2 como una ayuda para estimar el esfuerzo realizado por los trabajadores, en este caso particular todos los cocheros mencionan un valor de siete (7) como el nivel de esfuerzo realizado.

En la evaluación del gasto metabólico fueron ocupadas las referencias normativas de ISO 8996:2021 e ISO 7243:2017 para el análisis del Índice WBGT, por medio del uso de un analizador de tiempo real con la capacidad de grabar los datos de la temperatura globo, húmeda, seca y ambiental, a su vez, el equipo realiza los cálculos correspondiente de forma automática para determinar valores del WBGT en condiciones de radiación solar directa en exteriores o sin esta para interiores, con una precisión de 1° C.

Los cocheros estudiados conforman un grupo de exposición similar (GES), criterio útil y reconocido tanto en desde la visión de higiene como de la ergonomía ocupacionales, estos trabajadores analizados y estudiados, permiten tomar valores de referencia a fin de controlar el nivel de riesgo presente en las actividades realizadas. En este caso particular los valores de metabolismo son muy altos, lo cual se muestra en el Índice de Masa Corporal en valores normales, será importante para futuros estudios considerar tanto la masa magra y el nivel de agua, lo cual puede ser calculado con otro tipo de instrumentos en laboratorio bajo condiciones controladas, no siempre fácil replicar las condiciones reales de trabajo analizadas en esta investigación de campo.

Los cocheros identificados como 2 y 4, representan casos como modelos de realización de la tarea, pues su técnica de halado es superior a los restantes cocheros, esto se corrobora pues al llevar los mayores pesos (204 kg) y las mayores distancias de recorrido, su metabolismo está controlado, es decir, sugieren ser una buena práctica o aplican una buena técnica para la ejecución de la tarea asignada.

Esto podrá ser considerado como una oportunidad de investigación a futuro, pues la mejora de los instrumentos y equipos portátiles, serán útiles a la medición y evaluación en condiciones de trabajo en el mismo sitio de trabajo, esto mejora las condiciones de bienestar y productividad

favoreciendo del criterio ergonómico aplicado en las investigaciones y evaluaciones de este tipo de riesgos.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Se identificó el esfuerzo físico realizado por los trabajadores denominados “cocheros”, en de una finca agroexportadora de flores ubicada en el cantón Tabacundo, provincia de Pichincha. Los trabajadores analizados fueron clasificados conforme al criterio de grupos de exposición similar (GES) y estudio de casos múltiple. El esfuerzo físico dinámico predominante identificó en la actividad de tracción (halar) coches sobre monorrieles desde el cultivo hasta la postcosecha, evitando daños en el producto requerido por tallos largos altamente apreciados en el mercado ruso.

Mediante la aplicación de la norma ISO TR 12295 fueron reconocidas posturas de trabajo en niveles de riesgo caracterizadas por la flexión y giro de tronco y cuello, así como, la extensión de extremidades superiores fuera de los ángulos de confort. Con la ayuda de las preguntas clave, llevaron a requerir la evaluación del manejo manual de carga por empuje o tracción a través de la aplicación de la norma NTE INEN ISO 11228-2. Esta norma nacional permitió la evaluación de la carga en dos momentos determinados, la fuerza inicial o pico para romper la inercia y la fuerza de sostenimiento para mantener el control del movimiento de los tallos recolectados a través de la finca. Adicional con la identificación de peligros a través de la herramienta RAPP Tool (basada en la traducción y validación del Instituto de Salud Pública de Chile) permitió reconocer que el momento de mayor exigencia biomecánica ocurre durante el arranque o inicio del movimiento en el recorrido.

A través del uso de un dinamómetro digital Nextech DFS 500 permitió cuantificar que la fuerza inicial conforme la norma NTE INEN ISO 11228-2, los valores superaron los 140 N, excediendo el límite máximo permitido en dicha norma para la altura de tiro de 1,44 m en hombres.

Por el contrario, la fuerza de sostenimiento se mantuvo por debajo de los 90 N, en los trabajadores laboralmente expuestos, permitiendo una compensación del esfuerzo durante el traslado.

La actividad se clasificó con un metabolismo "muy alto" (> 465 W), reflejando la alta demanda energética del ciclo de trabajo, este incluye recorridos largos de hasta 600 metros sobre terreno irregular y condiciones de lodo en función de la época del año sobre la finca. A pesar de la alta carga metabólica y la exposición a radiación solar, el índice WBGT se mantuvo por debajo de los 25 °C. Este valor cumple con el límite de < 27 °C, establecido para trabajo pesado en personal aclimatado según el Acuerdo Ministerial 2024-196 y el anexo 3, aunque se destaca la ausencia de valores de carga metabólica específicos en la normativa legal vigente para una categorización más precisa.

Se estableció una correlación directa entre los resultados de las mediciones técnicas y el estado de salud de los trabajadores al contrastar los métodos de evaluación empleados con el historial clínico laboral. Con la aplicación de la escala subjetiva de Borg (CR-10) confirmó la percepción del esfuerzo de los cocheros coincide con la prevalencia de sintomatología musculoesquelética en la zona lumbar y miembros superiores. El análisis comparativo permitió identificar variaciones en la eficiencia mecánica entre individuos; se observó diversos factores como la edad y la antigüedad influyen en la técnica de manipulación, siendo el "Cochero 4" quien presentó el rendimiento más optimizado frente a la carga manipulada.

Otro hallazgo relacionado fue la diferencia entre la norma ecuatoriana y el requisito legal actual dispuesto en anexo 3 del Acuerdo Ministerial 196 del 2024, se reconoce al trabajo pesado con un valor de WBGT < 27° C. en personal aclimatado, similar a los cocheros, pero no se detalla el valor de la carga metabólica a fin de reconocer como trabajo pesado.

Para futuros estudios se podrá comparar la eficiencia mecánica de los trabajadores laboralmente expuestos, en este caso particular, el cochero 4 fue identificado con la mayor eficacia mecánica, tanto por la antigüedad, como por la edad del trabajador, respecto de la carga manipulada en relación con los otros trabajadores, por lo tanto, se puede analizar con otro tipo de herramientas el rendimiento en función del esfuerzo realizado por estos trabajadores en su jornada diaria.

5.2 Recomendaciones

Intervención en la fuente, la solución más acertada será considerar la inversión de monorrieles motorizados, sin embargo, esto también puede ser oneroso a la organización o recortar plazas de trabajo, por lo tanto, se considera ajustes por medio de la ergonomía participativa. Se podrá analizar el desarrollar manijas o tiraderas con empuñaduras a fin de facilitar el esfuerzo de tracción. Reevaluar con los prototipos de winches reconstruidos o mejorados dentro de la finca para lograr los cambios más adecuados y mitigar los riesgos de trastorno musculo esquelético por el nivel de esfuerzo inicial realizado. Tener en cuenta el estado del suelo irregular sobre el cual se ejecutan las tareas, estos podrán incrementar el riesgo de lesiones o accidente, pero también el esfuerzo al requerir halar la carga en suelos enlodados o en condiciones contra la gravedad.

Considerar la instalación de sitios de rehidratación con sombra, a fin recuperar a los trabajadores durante la realización de la tarea, evitar el agotamiento o el golpe de calor, incluyendo protección a la alta radiación solar en época de verano, por medio de gorras con viseras tipo monja, para evitar zonas de cuello y rostro descubierto. Uso obligatorio de gafas obscuras con filtros de protección UV, capacitar y entrenar a los trabajadores en uso de bloqueador solar y rehidratación a voluntad. Desarrollo e implementación de un programa de vigilancia de la salud específico para prevenir desórdenes musculoesqueléticos, realizando tamizajes periódicos y pausas laborales

(compensatorias) dirigidas a precalentar el musculo antes del inicio de la jornada y a liberar presión al terminar la jornada con los cuales se compensen los grupos musculares más exigidos en el transporte de los tallos por parte del área médica.

Apoyo y controles adecuados por parte de supervisores o superiores jerárquicos para alcanzar rendimientos óptimos, sin llegar a los sobreesfuerzos, esto incluye el mantenimiento oportuno de los troles o vías, además de los ajustes o mejoras en las rutas, evitar suelos inestables, resbalosos, incluyendo la mejora del vestuario de protección y el calzado de trabajo para los cocheros y demás personal involucrado. Capacitación y entrenamiento a todos los colaboradores de la planta, en temas relacionados a la prevención de los trastornos musculo esqueléticos, conforme la Organización Mundial de la Salud, esto pueden ser considerados un grupo de más de 150 enfermedades relacionadas con el trabajo, las cuales puede aparecer en la edad adulta, especialmente por la acumulación de la fatiga por falta de periodos de recuperación adecuados, con costosas consecuencias, incluyendo la discapacidad y el dolor crónico de la espada baja (lumbalgia).

Considerar un programa de intervención integral donde se refuerce el componente del ser humano, “única víctima” de un inadecuado sistema de trabajo, evaluar los ciclos de trabajo y descanso conforme lo explica la Organización Internacional del Trabajo, será necesario reconocer las holguras de recuperación para estos trabajadores, en la mayoría de la información técnica se reconoce a estas holguras como periodos entre 12 al 17 % del tiempo total de la jornada de trabajo como periodo de recuperación, esto incluyen la rehidratación, las pausas laborales, las necesidad fisiologías, entre otras pausa a ser tomadas en cuenta para la adecuada organización del trabajo.

Por último, un enfoque integral de sostenibilidad y bienestar, en muchas fincas actualmente se mantienen certificados como Flor Verde o Global GAP, donde los temas de bienestar a los

trabajadores y el ambiente de trabajo requiere ser desarrollados, al probar este cuidado hacia los trabajadores en las fincas, se asegura mejores réditos económicos y de reputación para la organización, con relación a sus clientes y demás partes interesadas, esto pude financiar las mejoras propuestas sin afecta al presupuesto de la empresa.

REFERENCIAS

(INSST), I. N. (2014). *insst.es*. Obtenido de insst.es: https://www.insst.es/documentacion/colecciones-tecnicas/ntp-notas-tecnicas-de-prevencion/9-serie-ntp-numeros-296-a-330-ano-1994/ntp-323-determinacion-del-metabolismo-energetico

Acuerdo Ministerial MDT 2024-196. (26 de Noviembre de 2024). Ministerio de Trabajo. *NORMAS GENERALES PARA EL CUMPLIMIENTO Y CONTROL DE LAS OBLIGACIONES LABORALES DE LOS EMPLEADOS PÚBLICOS Y PRIVADOS EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO*. Quito, Ecuador: Registro Oficial.

AIHA. (2025). *AIHA IH/OH Professional Pathway*. USA: American Hygiene Industrial Association. Obtenido de https://aiha-assets.sfo2.digitaloceanspaces.com/AIHA/resources/IHProPath/IHProPathways-eGuide.pdf

Baraza, Castejón, Guardino. (25 de Noviembre de 2019). *books.google.es*. Obtenido de books.google.es: https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=XliiDAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT5&dq=higiene+industrial&ots=uin-4kltvL&sig=BgkhxgYMq7FRHYNESkZMbvyM9LY#v=onepage&q=higiene%20industrial&f=false

Bernal - Dominguez (Coord.), F. (2005). *Higiene Industrial edición actualizada* (Quinta ed.). Madrid: INSST - Ministerio de Trabajo e Imigracion de España. Recuperado el 2025, de

https://www.insst.es/documents/94886/96076/Higiene+industrial/eb2a1df4-baf4-4561-a172-deeecfe48fcb

Consejo Directivo del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social. (4 de marzo de 2016). Resolución No. CD 513. *Reglamento de Seguro de Riesgos del Trabajo*. Quito, Ecuador: Registro Oficial No. 632.

EU-OSHA. (25 de Agosto de 2000). *saludlaboralydiscapacidad.org.* Obtenido de saludlaboralydiscapacidad.org: https://saludlaboralydiscapacidad.org/wp-content/uploads/2019/05/Facts-10-Trastornos-dorsolumbares-de-origen-laboral-1.pdf

Falagán-Rojo, M. J. (2005). *Higiene Industrila Aplicada Ampliada.* Oviedo: Fundación Luis Fernández Velasco.

Ferrari Goelzer, B. (2012). *Capitulo 30 Higiene Industrial.* Obtenido de Enciclopedia de Seguridad y Salud en el Trabajo.: https://www.insst.es/documents/94886/161958/Cap%C3%ADtulo+30.+Higiene+industrial

Fontes Iunes, R. (2002). *Seguridad y Salud en el Trabajo en América Latina y el Caribe: Análisis, temas y recomendaciones de política.* Obtenido de https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Seguridad-y-salud-en-el-trabajo-en-Am%C3%A9rica-Latina-y-el-Caribe-An%C3%A1lisis-temas-y-recomendaciones-de-pol%C3%ADtica.pdf

Fontes Lunes, R. F. (2020). *Seguridad y Salud en el Trabajo en América Latina y el Caribe: Análisis, temas y recomendaciones de política.*

GAD Pedro Moncayo . (s.f.). Cuna del Pueblo Cochasqui. Recuperado el 2026, de http://www.pedromoncayo.gob.ec/index.php/inicio

Gangopadhyay, S. (2022). Occupational Ergonomics: A Special Domain for the Benefit of Workers' Health. *Indian Journal Occupational Environ Med.*, 135 -139. doi:10.4103/ijoem.ijoem_209_22.

Health and Safety Executive HSE. (Septiembre de 2016). *Risk assessment of pushing and pulling (RAPP) tool*. Obtenido de https://www.hse.gov.uk/pubns/indg478.htm

Ibacache Araya, J. (2019). *Instituto de Salud Pública, Gobierno de Chile.* Obtenido de https://n9.cl/22grm

International Standardization Organization (ISO). (2007). Ergonomics — Manual handling — Part 2: Pushing and pulling. *Ergonomics — Manual handling — Part 2: Pushing and pulling*. Ginebra, Suiza: Elsevier.

International Standarization Organization ISO. (2021). *ISO 8996:2021. Ergonomics of the thermal environment — Determination of metabolic rate*. Obtenido de https://www.iso.org/es/contents/data/standard/07/44/74443.html

IOHA. (2010). *Principios básicos de Higiene Ocupacional.* Inglaterra: OIHA. Recuperado el 2025, de https://www.crpohs.com.co/pdf/Principios%20Basicos%20de%20Higiene%20Ocupacional.pdf

Madriz-Quirós & Sánchez-Brenes. (23 de Enero de 2021). *scielo.sa.cr.* Obtenido de scielo.sa.cr: https://www.scielo.sa.cr/pdf/tem/v34n1/0379-3982-tem-34-01-

127.pdf#:~:text=De%20las%20molestias%20f%C3%ADsicas%20de%20los%20trabajadores,29%%2C%20un%2025%%20y%20un%2023%%2C%20respectivamente.

Matabanchoy & Díaz . (01 de Diciembre de 2021). *Scielo.org. co.* Obtenido de Scielo.org. co: http://www.scielo.org.co/pdf/reus/v23n3s1/2389-7066-reus-23-03-s1-337.pdf

Ministerio de Salud Pública (MSP); Organización Panamericana de la Salud (OPS). (20 de Febrero de 2022). *Ministerio de Salud Pública.* Obtenido de Ministerio de Salud Pública: https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2022/05/Panorama-Nacional-de-Salud-de-los-Trabajadores-Encuesta-de-Condiciones-de-Trabajo-y-Salud-2021-2022.pdf

Ministerio de Salud Pública Ecuador y Organización Panamericana de la Salud . (2022). *PANORAMA NACIONAL DE SALUD DE LOS TRABAJADORES 2021 - 2022.* Quito: Ministerio de Salud Pública.

Ministerio de Sanidad y Consumo. (2000). *Protocolos de Vigilancia Sanitaria Especifica: Posturas Forzadas*. Obtenido de Instituto de Seguridad y Salud de Trabajo INSST: https://www.sanidad.gob.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/docs/posturas.pdf

Momeni, Z., Choobineh , A., Razeghi, M., Ghaem, H., Azadian, F., & Daneshmandi, H. (2020, Enero 14). tandfonline. Irán. Retrieved from tandfonline: https://n9.cl/4h1ah

Organización Internacional de Estandarización ISO. (2007). *Ergonomía: manipulación manual Parte 2: Empujar y tirar*. Obtenido de ISO 11228-2:2007: https://www.iso.org/standard/26521.html

Organización Internacional de Estandarización ISO. (2017). *ISO 7243:2017 Ergonomía del entorno térmico: evaluación del estrés térmico mediante el índice WBGT (temperatura de*

bulbo húmedo y globo). Obtenido de https://www.iso.org/obp/ui/es/#iso:std:iso:7243:ed-3:v1:en

Organización Internacional de la Salud (OIT). (2000). *Un asunto clave: la salud y la seguridad en la agricultura.* Recuperado el 2025, de https://n9.cl/zp77k

Organización Internacional de Normalización. (2014). ISO/TR 12295. *ISO/TR 12295:2014. Ergonomía — Documento de aplicación de las normas internacionales sobre manipulación manual (ISO 11228-1, ISO 11228-2 e ISO 11228-3) y evaluación de posturas de trabajo estáticas (ISO 11226)*. International Organization for Standardization.

Organización Internacional del Trabajo (OIT). (Junio de 2000). *Seguridad y Salud en la Agricultura.* Obtenido de https://url-shortener.me/6NNC

Organización Internacional del Trabajo (OIT). (2019). *Trabajo decente y productivo en la agricultura.* Revista Internacional del Trabajo (RIT).

Organizacion Internacional del Trabajo (OIT). (26 de Noviembre de 2023). *Seguridad y Salud en el Trabajo.* Obtenido de https://www.ilo.org/es/resource/news/casi-3-millones-de-personas-mueren-por-accidentes-y-enfermedades

Organización Internacional del Trabajo (OIT). (2012). Capitulo 29 Ergonomía. En W. Laurig, & J. (. Vedder, *Enciclopedia de Seguridad y Salud en el Trabajo.* Ginebra: OIT. Recuperado el 2025, de Capitulo 29 Ergonomía (W. Laurig y J. Vedder, Eds.): https://www.insst.es/documentacion/textos-disponibles/enciclopedia-de-la-oit

Organizacion Mundial de la Salud (OMS). (1995). *Estrategia global de salud ocupacional para todos: El camino hacia la salud en el trabajo.* Recuperado el 2025, de https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/42109/951802071X_spa.pdf;js

Organizacion Mundial de la Salud OMS. (2023). *Índice de masa corporal (IMC)*. Obtenido de El Observatorio Mundial de la Salud: https://www.who.int/data/gho/data/themes/topics/topic-details/GHO/body-mass-index?introPage=intro_3.htm

Parsons, K. (2021). *search.library.ucla.edu*. Obtenido de search.library.ucla.edu: https://n9.cl/gmdhj

Samaniego, G. (21 de Marzo de 2022). *Repositorio UISEK.* Recuperado el 02 de Febrero de 2026, de Repositorio UISEK: https://n9.cl/fneeo

Sanmartín, D. (24 de Enero de 2024). *Repositorio UTN.* Recuperado el 02 de Febrero de 2026, de Repositorio UTN: https://n9.cl/s44ji

(1984). *Seguridad Social* . Organizacion Iberoamericana de Seguridad Social. México: Centro Interamericano de Estudios de Seguridad Social. Obtenido de https://biblioteca.ciess.org/adiss/downloads/2847/ADISS2018-2603No147-148.pdf

Servicio Ecuatoriano de Normalización, INEN. (5 de Mayo de 2022). *Principios ergonómicos en el diseño de sistemas de trabajo ISO 6385:2016.* Obtenido de https://drive.google.com/file/d/1Haf1PH5aELUW0910MmTZczzQGmCjc4f3/view

Simane B, K. A. (28 de Febrero de 2022). *scirp.org*. Obtenido de scirp.org: https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=3183341

Stack, T., Ostrom, L. T., & Wilhelmsem, C. A. (2016). *Occupational Ergonomics.* New Jersey, USA: Wiley. Recuperado el 2024

ANEXOS

PLAN DE ACCION Y MEJORAMIENTO

Después de la identificación, medición, evaluación de los diversos factores de riesgo asociados con la prevención del riesgo disergonómico en los cocheros de esta finca, se propone lo siguiente:

What **(Qué)**	**Why** **(Por qué)**	**Who** **(Quién)**	**Where** **(Dónde)**	**When** **(Cuándo)**	**How** **(Cómo)**	**How Much** **(Cuánto)**
Rediseño mecánico de los coches de transporte y adecuación de rutas.	La fuerza inicial medida (hasta 290.83 N) supera ampliamente el límite de la norma (140 N).	Departamento de Mantenimiento, responsable de Seguridad y Salud, y jefes.	Invernaderos y rutas de transporte hacia postcosecha en la finca	Trimestre 3 y 4 del año en curso.	Mediante talleres de ergonomía participativa donde los cocheros identifiquen los coches con peor rodamiento y sugieran mejoras en el agarre.	Inversión en rodamientos, lubricación, agarraderas y nivelación de pendientes críticas (>5%)
Implementación de un protocolo de recuperación y rotación de tareas.	El trabajo es "Muy Alto" (>465 W) y el esfuerzo se repite al menos seis veces al día.	Área médica de la empresa y supervisores de producción.	Áreas de producción y estaciones de descanso frescas.	Ejecución inmediata y permanente.	Establecer micro pausas de hidratación obligatorias basadas en el índice WBGT efectivo medido en el sitio.	Costos operativos de suministro de agua y por tiempo de pausas laborales (entrenamiento), pausas compensatorias entre otras.
Monitoreo osteomuscular y capacitación en higiene postural dinámica.	Existe un riesgo considerable de lesión que no puede ignorarse (Zona Roja/Violeta).	Médico de finca y consultor externo en ergonomía.	Centro de capacitación de la finca.	Semestral con indicadores de eficacia o KPI	Evaluaciones clínicas enfocadas en columna y hombros, complementadas con feedback directo de los trabajadores sobre sus dolores habituales.	Presupuesto del departamento de Seguridad y Salud Ocupacional.

A fin de que este programa se desarrolle y se convierta en algo efectivo para la organización con el fortalecimiento de su responsabilidad social, será necesario el liderazgo participativo de la gerencia y las jefaturas con los cuales se intervenga en los denominados “círculos ergonómicos” asociados con la filosofía de la mejora continua o Kaizen para evitar los desperdicios.

La identificación proactiva, convocará a todos los trabajadores a colaborar y participar en el desarrollo de mejoras, las cuales pueden ser premiadas por las mejoras en eficacia y rendimiento con los indicadores claves incorporados a fin de evitar suspicacias o premios económicos sin evaluar los resultados esperados por los círculos ergonómicos emprendidos.

Antes de cualquier cambio o modificación, la validación de los resultados, requieren ser prototipados, analizados y probados para lograr la mejora esperada, aquí la confianza en los trabajadores con mayor experiencia es fundamental, ellos con su experiencia puedan explicar el antes y después de las modificaciones o si estas son realmente adecuadas para los trabajadores involucrados.

La capacitación y entrenamiento desde y hacia los colaboradores en todas las áreas, conlleva el uso de herramientas, equipos o instrumentos, adaptados a las capacidades, necesidades y limitación de los trabajadores laboralmente expuestos, con esto mejorar las condiciones de trabajo, aportando con el trabajo decente y la sostenibilidad, pilares de la verdadera gestión de riesgos laborales de la organización moderna.