



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE POSGRADO

TEMA:

**PREVALENCIA DE LOS TRASTORNOS OSTEOMUSCULARES Y
SU RELACIÓN A LA AFECTACIÓN DE LA SALUD DE LOS
OPERADORES DE MAQUINARIA PESADA DEL SECTOR DE LA
CONSTRUCCIÓN MACHALA**

Autor: Ing. Arboleda Guerrero Álvaro Stalyn

Presentado para Optar al Título en

MAGISTER EN HIGIENE Y SALUD OCUPACIONAL

Director: Ing. Guillermo Neusa Arenas, Esp.- MSc.

MAESTRÍA EN HIGIENE Y SALUD OCUPACIONAL

Línea de Investigación: Salud y Bienestar Integral



DEDICATORIA

A:

Dios, Primero agradezco por guiarme en todo el camino recorrido, por darme salud y vida, para poder cumplir una más de mis metas académicas.

Mis amados madre y padre Pilar Guerrero y Álvaro Arboleda, quienes siempre me ha brindado su amor incondicional, por siempre estar ahí cuando más te necesito, los amo con mi vida. admiro toda su fuerza, perseverancia, y su ejemplo de lucha para seguir adelante y salir victoriosos de cualquier problema.

Mi abuelito Tarquino Arboleda, me enseñó sobre el trabajo duro y que la vida se trata de superarse día a día.

Mis hermanitos Ericka, Christopher, Genesis, que han sido mi motivación, gracias por estar conmigo.

Mi amada hija Nathalie Arlette, a ti te debo mis ganas de vivir y luchar por darte todo lo que te mereces, eres mi más grande tesoro, gracias por amarme cada día y por permitirme cuidar de ti, este logro va en tu nombre mi negrita de ojos bonitos.

Arboleda Guerrero Álvaro Stalyn



AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica del Norte, por acogerme y dejarme formar sus aulas, a la Facultad de posgrado y de forma muy especial a la Maestría en Higiene y Salud Ocupacional, que me permitió una formación como profesional y persona de bien.

Al Ing. Guillermo Neusa A. Esp-MSc, por orientarme en los momentos de lóbreguez durante el desarrollo de la investigación, por dedicarme de su tiempo en mi trabajo de investigación, eso demuestra que es un profesional lleno de principios y valores.

Al Ing. Ramiro Saraguro, por su apoyo y sugerencias en mi trabajo de titulación.

Arboleda Guerrero Álvaro Stalyn



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

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 entrega del presente Trabajo de Grado 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			
Cédula de Identidad:	1725910044		
Apellidos y Nombres:	Ing. Arboleda Guerrero Álvaro Stalyn.		
Dirección:	Av. 25 de junio y Ayacucho (centro) Machala		
Email Institucional:	asarboledag@utn.edu.ec		
Teléfono Fijo:	n/a	Teléfono Móvil:	(+593) 980046408
DATOS DE LA OBRA			
Título:	Prevalencia De Los Trastornos Osteomusculares Y Su Relación A La Afectación De La Salud De Los Operadores De Maquinaria Pesada Del Sector De La Construcción Machala		
Autores (es):	Ing. Arboleda Guerrero Álvaro Stalyn.		
Fecha: DD/MM/AA	28 de octubre del 2023		
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO			
PROGRAMA:	Maestría en Higiene y Salud Ocupacional		
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Magister en Higiene y Salud Ocupacional		
DIRECTOR/A:	Ing. Guillermo Neusa Arenas, Esp.- MSc.		



CONSTANCIA

El Autor, Ing. Arboleda Guerrero Álvaro Stalyn, manifiesta que la presente obra se desarrolló sin violar derechos de autor de terceros. Por lo tanto, la obra es original y es titular de los derechos patrimoniales, por lo que se asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, al 29 de mayo del 2024.



Firmado electrónicamente por:
ÁLVARO STALYN
ARBOLEDA GUERRERO

Ing. Arboleda Guerrero Álvaro Stalyn

C.I.: 1725910044



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE POSGRADOS

CERTIFICACIÓN DIRECTOR

Yo, Ing. Guillermo Neusa Arenas. Esp. MSc. Director del Trabajo de grado desarrollado por el señor estudiante **ARBOLEDA GUERRERO ÁLVARO STALYN** previo a la obtención del título de **MAGISTER EN HIGIENE Y SALUD OCUPACIONAL**.

CERTIFICO:

Que, el proyecto de trabajo de grado titulado “PREVALENCIA DE LOS TRASTORNOS OSTEOMUSCULARES Y SU RELACIÓN A LA AFECTACIÓN DE LA SALUD DE LOS OPERADORES DE MAQUINARIA PESADA DEL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN MACHALA”. Ha sido elaborado en su totalidad por el señor estudiante Arboleda Guerrero Álvaro Stalyn, bajo mi dirección, para la obtención del título de Magíster en Higiene y Salud Ocupacional. Luego de ser revisada, considerando que se encuentra concluido y cumple con las exigencias y requisitos académicos de la Facultad de Posgrado, programa de Higiene y Salud Ocupacional; en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.

Ibarra, 29 de mayo 2024



Firmado electrónicamente por:
GUILLERMO NEUSA
ARENAS

Guillermo Neusa Arenas, Esp.-MSc.

C.C.: 1722323035

ÍNDICE

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTO	II
AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN	III
CONSTANCIA.....	IV
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	V
RESUMEN	XII
ABSTRACT	XIII
CAPÍTULO I.....	14
EL PROBLEMA.....	14
1.1. Planteamiento del tema	14
1.2. Antecedentes	16
1.3. Objetivos	17
1.3.1. Objetivo general	17
1.3.2. Objetivos específicos	17
1.4. Justificación	17
1.4.1. Justificación práctica	18
1.4.2. Justificación hipotético científico	18
1.4.3. Justificación metodológica aplicable	19
1.5. Viabilidad de Estudio	19
CAPÍTULO II.....	21
MARCO REFERENCIAL	21
2.1. Marco Teórico:.....	21
2.1.1. Bases Teóricas:.....	21
2.2. Ergonomía.....	22
2.3. Clasificación de la ergonomía.....	23
2.4. Carga física de trabajo.....	24
2.5. Jornada laboral	25
2.6. Salud Ocupacional	26
2.6.1. Prevención de Riesgos Laborales.....	26
2.6.2. Evaluación de Riesgos	26
2.6.3. Normativas y Regulaciones.....	26
2.6.4. Capacitación y Concientización	27
2.6.5. Protección de la Salud Mental.....	27
2.6.6. Salud Física y Ergonomía	27

2.6.7. Vigilancia de la Salud.....	27
2.6.8. Rehabilitación y Regreso al Trabajo	27
2.6.9. Promoción de la Salud en el Trabajo.....	27
2.6.10. Participación de Empleadores y Trabajadores	28
2.7. Antropometría estática	28
2.8. Factores de riesgos físicos	28
2.8.1. Ergonomía Deficiente.....	29
2.8.2. Movimientos Repetitivos	29
2.9. Operadores de maquinaria pesada	29
2.10. Vibraciones mecánicas transmitidas por máquinas y herramientas	30
2.11. Efecto de las vibraciones mecánicas transmitidas por máquinas y herramientas	30
2.11.1. Síndrome de Raynaud	30
2.11.2. Síndrome del Túnel Carpiano.....	30
2.11.3. Lesiones Vasculares.....	31
2.11.4. Fatiga y Dolor.....	31
2.11.5. Trastornos Digestivos	31
2.11.6. Trastornos Neurológicos.....	31
2.11.7. Disminución del Rendimiento.....	31
2.12. Trastornos musculoesqueléticos.....	32
2.12.1. Tipos de Trastornos Osteomusculares	32
2.12.2. Causas de los Trastornos Osteomusculares:.....	33
2.13. Impacto en la Salud y el Trabajo.....	33
2.14. Enfermedad laboral.....	34
2.15. Método de evaluación ergonómico	34
2.16. Cuestionario nórdico.....	34
2.16.1. Contenido del Cuestionario: El cuestionario consta de dos partes principales:	35
2.17. Método OCRA (Ovako Working Posture Analysis System)	35
2.17.1. Componentes del Método OCRA:	36
2.17.2. Aplicación del Método OCRA	36
2.17.3. Limitaciones del Método OCRA.....	36
2.18. Método REBA - Rapid Entire Body Assessment.....	37
2.18.1. Componentes del Método REBA - Rapid Entire Body Assessment:.....	37
2.19. Método RULA (Rapid Upper Limb Assessment).....	38
2.19.1. Componentes del Método RULA:.....	38
2.20. Marco Legal.....	39
2.20.1. Constitución Política de la República del Ecuador.	39

Decisión 584 (Instrumento Andino de Seguridad y Salud Ocupacional).....	40
2.20.2. Resolución 957 (Reglamento del Instrumento Andino de Seguridad y Salud Ocupacional).	41
2.20.3. Resolución CD 513 (Reglamento Del Seguro General De Riesgos Del Trabajo)	41
2.20.4. Código de trabajo	42
2.20.5. Decreto Ejecutivo 2393 (Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores).....	43
CAPÍTULO III	45
MARCO METODOLÓGICO	45
3.1. Descripción área de estudio	45
3.1.1. Codificación de puestos de trabajo.....	45
3.2. Ubicación e Información.....	46
3.3. Beneficiarios directos.....	47
3.4. Beneficiarios indirectos	48
3.5. Enfoque y tipo de investigación.....	48
3.6. Instrumentos y técnicas de recolección de datos	49
3.7. Consideraciones bioéticas	50
CAPITULO IV	51
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	51
4.1. Análisis descriptivo	51
4.1.1. Criterio de inclusión	51
4.1.2. Criterio de exclusión	51
4.2. Medidas de tendencia central.....	51
4.2.1. Datos cuantitativos	52
4.2.1.1. Análisis de resultados en base a la Edad	53
4.2.1.2. Análisis de resultados en base a la Altura	53
4.2.1.3. Análisis de resultados en base al Peso.....	54
4.2.2. Datos Categóricos	55
4.3. Observación directa	57
4.3.1. Resultado de informe de observación	58
4.3.2. Posturas de trabajo	59
4.3.3. Factores del puesto	61
4.3.4. Análisis posturas de ángulos	63
4.4. Análisis del Cuestionario Nórdico Estandarizado.....	63
4.5. Análisis de resultado método REBA (Rapid Entire Body Assessment).	72
4.5.1. Puntos Brazos.....	73
4.5.2. Puntos antebrazos.....	74

4.5.3. Puntos Muñecas.....	74
4.5.4. Puntos Agarre	75
4.5.5. Puntuación Grupo B.....	76
4.5.6. Puntos Tronco.....	76
4.5.7. Puntos Cuello	77
4.5.8. Puntos Piernas	78
4.5.9. Puntuación Grupo A.....	79
4.6. Análisis de resultados método OCRA (Occupational Repetitive Action).....	79
4.6.1. Factor de fuerza OCRA.....	80
4.6.2. Factor de postura OCRA.....	81
4.6.3. Factor de repetitividad OCRA.....	82
4.6.4. Factor de la falta de tiempo de recuperación OCRA	83
4.6.5. Factor de duración de la tarea OCRA	83
4.7. Análisis de resultados método RULA (Rapid Upper Limb Assessment).	84
4.7.1. Punto Brazo método RULA	85
4.7.2. Puntos antebrazos método RULA.....	86
4.7.3. Puntos muñecas método RULA	87
4.7.4. Puntos Giro Muñeca método RULA.....	87
4.7.5. Grupo A método RULA	88
4.7.6. Grupo C método RULA	89
4.7.7. Puntos Tronco método RULA.....	89
4.7.8. Puntos Cuello método RULA	90
4.7.9. Puntos piernas método RULA.....	91
4.7.10. Grupo B método RULA	92
4.7.11. Grupo D método RULA.....	92
4.8. Discusión.....	94
CAPÍTULO V.....	99
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	99
5.1. Conclusiones.....	99
5.2. Recomendaciones	100
Bibliografía.....	102
CAPITULO VI	112
ANEXOS	112
6.1. Anexo A: Análisis postural.....	112
6.2. Anexo B: Ejemplo de Resultados de la aplicación del método R.E.B.A. (Rapid Entire Body Assessment)	118
6.3. Anexo C: Ejemplo de Resultados de la aplicación del método OCRA	120

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Área de estudio	45
tabla 2: cálculo de medidas de tendencia central.....	52
tabla 3: genero	55
tabla 4: tiempo de experiencia en el sector de la construcción.....	56
tabla 5: antigüedad en el cargo de operador	57
tabla 6: resultados de la observación directa, evaluación de condiciones laborales.....	59
tabla 7: posturas de trabajo	60
tabla 8: factores del puesto	62
tabla 9: cuestionario nórdico estandarizado.....	64
tabla 10: frecuencia en la que se presenta el dolor o molestia.....	71
tabla 11: puestos de trabajo evaluados con reba.....	72
tabla 12: puntos brazo reba.....	73
tabla 13: puntos antebrazos.....	74
tabla 14: puntos muñecas.....	75
tabla 15. Puntos agarre.....	75
tabla 16: puntuación grupo b	76
tabla 17: puntos tronco	77
tabla 18: puntos cuello.....	77
tabla 19: puntos piernas	78
tabla 20: puntuación grupo a	79
tabla 21: puestos de trabajo evaluados con ocrá.....	80
tabla 22: factor de fuerza ocrá	80
tabla 23: factor de postura ocrá.....	81
tabla 24: factor de repetitividad ocrá	82
tabla 25: factor de la falta de tiempo de recuperación ocrá	83
tabla 26: factor de duración de la tarea ocrá	84
tabla 27: puestos de trabajo evaluados con rula	85
tabla 28: punto brazo método rula	85
tabla 29: puntos antebrazos método rula	86
tabla 30: puntos muñecas método rula	87
tabla 31: puntos giro muñeca método rula.....	88
tabla 32: grupo a método rula	88
tabla 33: grupo c método rula	89
tabla 34: puntos tronco método rula	90
tabla 35: puntos cuello método rula.....	90
tabla 36: puntos piernas método rula.....	91
tabla 37: grupo b método rula.....	92
tabla 38: grupo d método rula.....	93

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: diagrama de caja datos de tendencia central de edad.....	53
figura 2: diagrama de caja datos de tendencia central de la altura	54
figura 3: diagrama de caja datos de tendencia central del peso.....	55

figura 4: porcentaje lesión fuera del horario de trabajo.....	67
figura 5: lesión por plano transversal.	67
figura 6: porcentaje de lesión realizando su trabajo	68
figura 7: lesión por plano transversal	69
figura 8: diagrama de barras de tiempo de recuperación.....	69
figura 9: dolor o molestia actualmente	70
figura 10: requirió tratamiento.....	72

RESUMEN

Los trastornos osteomusculares representan un problema significativo en el ámbito laboral, con consecuencias importantes para la salud y la productividad en el sector de la construcción. El objetivo del estudio es analizar los factores ergonómicos por exposición, que conlleven a la prevalencia de los trastornos osteomusculares en los operadores de maquinaria pesada del sector de la construcción. El estudio comenzó con una revisión bibliográfica para fortalecer los conceptos básicos sobre lesiones osteomusculares y ergonomía. Posteriormente, se realizó un levantamiento de información sobre el entorno laboral de los operadores, incluyendo la caracterización de los puestos de trabajo, los ciclos laborales y los tiempos de trabajo y descanso. Para analizar los factores de riesgo ergonómico, se determinó la muestra y se aplicaron cuestionarios y entrevistas. Se realizaron visitas en campo y se obtuvo registro digital de la jornada laboral para facilitar el análisis postural. Una vez identificados los factores de riesgo ergonómico, se aplicaron diferentes métodos de evaluación ergonómica (Método REBA, Método OCRA y Método RULA) utilizando el software ErgoSoft Pro 5.0. Tras analizar e interpretar los resultados estadísticos de cada método utilizado, se determinó que, según el Método R.E.B.A., de un total de 14 operadores de maquinaria pesada evaluados, el 71% presentaba un nivel de riesgo alto. Por otro lado, al aplicar el Método OCRA, se determinó que el 71% de los operadores mostraba un nivel de riesgo significativamente alto. Por último, el Método R.U.L.A. indicó que el 50% de los operadores de maquinaria pesada tenían un nivel de riesgo alto, mientras que el 29% presentaba un nivel de riesgo muy alto. Estos resultados resaltan la importancia de medir y cuantificar los riesgos en los diferentes puestos de trabajo como medida preventiva para conservar la seguridad y la salud de los operadores de maquinaria.

ABSTRACT

Musculoskeletal disorders represent a significant problem in the workplace, with important consequences for health and productivity in the construction sector. The objective of the study is to analyze the ergonomic factors by exposure, leading to the prevalence of musculoskeletal disorders in heavy machinery operators in the construction sector. The study began with a literature review to strengthen the basic concepts of musculoskeletal injuries and ergonomics. Subsequently, information was collected on the operators' work environment, including the characterization of work stations, work cycles, and work and rest times. To analyze the ergonomic risk factors, the sample was determined and questionnaires and interviews were conducted. Field visits were made and a digital record of the workday was obtained to facilitate the postural analysis. Once the ergonomic risk factors were identified, different ergonomic evaluation methods (REBA Method, OCRA Method and RULA Method) were applied using ErgoSoft Pro 5.0 software. After analyzing and interpreting the statistical results of each method used, it was determined that, according to the R.E.B.A. Method, out of a total of 14 heavy machinery operators evaluated, 71% presented a high risk level. On the other hand, when applying the OCRA Method, it was determined that 71% of the operators showed a significantly high risk level. Finally, the R.U.L.A. Method indicated that 50% of the heavy machinery operators had a high risk level, while 29% had a very high risk level. These results highlight the importance of measuring and quantifying the risks in the different workstations as a preventive measure to preserve the safety and health of machinery operators.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1.Planteamiento del tema

En la actualidad, se sabe que en los trabajos que implica operar maquinaria pesada están asociados con un mayor riesgo de sufrir lesiones musculoesqueléticas, la exposición constante a los factores de riesgo biomecánicos asociados con las lesiones musculoesqueléticas pueden tener un impacto negativo en la salud y calidad de vida de los trabajadores, así como en la productividad y eficiencia en el trabajo.

El sector de la construcción es uno de los sectores productivos de mayor riesgo para los trabajadores que realizan tareas particulares de construcción y obra civil. Los trabajadores en obras de construcción se enfrentan diariamente a un sin número de riesgos con una alta probabilidad de materializarse en un accidente o enfermedad que causen graves daños a la salud del trabajador, generalmente esto suele darse por priorizar el aumento de la producción y la competencia empresarial, lo que ha provocado que los entornos laborales no sean los adecuados para el trabajador.

Según el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, en su Informe Estadístico de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales del año 2018, se registraron un total de 63.856 accidentes laborales en el país, de los cuales el 12,9% ocurrieron en el sector de la construcción. En cuanto a la mortalidad laboral, el 19,6% de las muertes ocurrieron en la construcción. Estas cifras demuestran la alta siniestralidad en el sector de la construcción en Ecuador. Gracias a estos datos es importante tomar medidas para mejorar la seguridad y salud de los trabajadores en este sector. [1]

La exposición prolongada a los riesgos ergonómicos derivados del uso de maquinaria puede tener un impacto significativo en las condiciones laborales de los operadores. Estos riesgos incluyen posturas de trabajo inadecuadas, movimientos repetitivos, vibraciones generadas por la maquinaria, la aplicación de fuerza y otros factores. A pesar de la disponibilidad de medidas preventivas diseñadas para mitigar el riesgo de lesiones, la frecuencia de estas lesiones sigue siendo alta en el sector, lo que no solo afecta la salud de los trabajadores, sino que también influye negativamente en la productividad y la rentabilidad de las empresas.

Según la Organización Internacional del Trabajo (OIT), los trastornos musculoesqueléticos (TME) son la causa más común de enfermedades laborales en todo el mundo. Se estima que alrededor del 30% de las enfermedades profesionales en todo el mundo están relacionadas con los TME. Además, se ha observado que estos trastornos afectan a trabajadores de una amplia gama de sectores y ocupaciones, desde trabajadores de fábricas hasta trabajadores de oficina. La OIT ha enfatizado la importancia de tomar medidas preventivas para reducir la incidencia de los TME en el lugar de trabajo, incluyendo medidas ergonómicas, capacitación de trabajadores y la implementación de políticas y programas de salud ocupacional. [1]

Por otra parte, en el Ecuador el Ministerio de Salud Pública del Ecuador en el año 2018, indica que las lesiones osteomusculares son una de las principales causas de consulta en los servicios de salud del país. Estas lesiones pueden ser de origen laboral o no laboral, y su prevalencia varía según la edad, el género y la ocupación de las personas. En el caso de las lesiones osteomusculares de origen laboral, se ha observado que los trabajadores de la construcción, la industria y el transporte son los más afectados. Es importante tomar medidas para prevenir y tratar estas lesiones, garantizando condiciones laborales seguras y adecuadas para los trabajadores. [2]

Para determinar si existe una alta prevalencia de trastornos osteomusculares en operadores de maquinaria pesada, se pueden aplicar diversos métodos de investigación. Estos métodos abarcan la realización de evaluaciones biomecánicas destinadas a identificar los factores de riesgo asociados con las lesiones musculoesqueléticas en los trabajadores. Estas evaluaciones proporcionan información valiosa sobre la frecuencia de las lesiones y los síntomas que experimentan los trabajadores. Estos datos pueden complementarse con el empleo de herramientas y técnicas de análisis estadístico para procesar la información recopilada y obtener conclusiones significativas. Además, es esencial contar con una muestra representativa de trabajadores del sector de la construcción que desempeñen labores de operación de maquinaria pesada, ya que esto garantiza la precisión y la confiabilidad de los resultados obtenidos.

Dentro del contexto previamente mencionado, resulta fundamental llevar a cabo una investigación orientada hacia los riesgos ergonómicos específicos que afectan a los operadores de maquinaria en el sector de la construcción. Esta investigación tiene como objetivo principal determinar la prevalencia de problemas osteomusculares y

biomecánicos entre estos trabajadores, así como identificar los factores de riesgo que contribuyen al desarrollo de estas afecciones. Además, se busca proponer medidas preventivas destinadas a reducir la incidencia de estas lesiones, priorizando la promoción de la salud y la prevención de problemas musculoesqueléticos.

1.2. Antecedentes

Los trastornos osteomusculares son un problema común en muchos trabajos, y la industria de la construcción no es una excepción. Los operadores de maquinaria pesada en particular están en riesgo debido a la naturaleza física del trabajo que realizan. Estos trastornos pueden afectar la salud de los trabajadores y tener un impacto negativo en su capacidad para realizar sus tareas diarias.

La prevalencia de los trastornos osteomusculares en los operadores de maquinaria pesada en la industria de la construcción ha sido objeto de muchos estudios. Un estudio encontró que el 85% de los operadores de maquinaria informaron de dolor y sintomatología musculoesquelético en algún momento de su carrera. Además, los operadores de maquinaria pesada tienen una tasa de lesiones musculoesqueléticas en miembros superiores más alta que otros trabajadores de la construcción. [3]

Estos trastornos pueden ser causados por una variedad de factores, incluyendo la postura, la vibración de la maquinaria, la fuerza repetitiva y el estrés físico. Los operadores de maquinaria pesada pueden tener que sentarse en una posición incómoda durante largos períodos de tiempo, lo que puede causar tensión en los músculos y las articulaciones. La vibración de la maquinaria también puede causar fatiga muscular y dolor. Además, la fuerza repetitiva involucrada en el uso de la maquinaria pesada puede causar trastornos musculares y articulares a largo plazo. [4]

En general, los trastornos osteomusculares pueden tener un impacto significativo en la salud y el bienestar de los trabajadores de la construcción, aumentando el riesgo en los operadores de maquinaria pesada. Es importante que los empleadores tomen medidas para minimizar el riesgo de lesiones y proporcionen a los trabajadores equipos y herramientas adecuados para ayudar a prevenir estos trastornos.

1.3.Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Analizar los factores ergonómicos por exposición, que conllevan a la prevalencia de los trastornos osteomusculares en los operadores de maquinaria pesada del sector de la construcción.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar las metodologías, normas y bibliografías aplicables, guiadas al estudio de investigación.
- Describir las condiciones de trabajo en el área operativa mediante la identificación de tareas, observación directa durante la jornada laboral que afecten la salud laboral de los operadores.
- Analizar los resultados técnicos estadísticos y patologías en base a los resultados del estudio.

1.4.Justificación

La investigación actual tiene como objetivo primordial priorizar la salud y el bienestar de los trabajadores que laboran en el sector de la construcción. Se ha observado que las lesiones musculoesqueléticas son frecuentes en este ámbito, lo que genera molestias directas para los trabajadores y consecuencias indirectas para las empresas.

El propósito de este estudio es establecer una base de datos que sirva como punto de partida para investigaciones futuras orientadas al desarrollo de políticas y regulaciones que mejoren las condiciones laborales y la seguridad en el sector de la construcción. Estas medidas buscan reducir la incidencia de lesiones entre los trabajadores. En el curso de la investigación, se han identificado diversos factores de riesgo biomecánicos, como las vibraciones generadas por la maquinaria, las posturas de trabajo y la fuerza aplicada, que contribuyen a la aparición de estas lesiones.

La comprensión de las lesiones musculoesqueléticas permite cuantificar el impacto negativo que tienen en la salud y la calidad de vida de los trabajadores, así como comprender cómo las condiciones laborales inadecuadas pueden llevar a la aparición de estas lesiones durante la jornada de trabajo. Este conocimiento es fundamental para el

desarrollo de medidas preventivas eficaces y la mejora de la salud y la seguridad de los trabajadores en el sector de la construcción.

1.4.1. Justificación práctica

Según estudios realizados por la OMS, los trastornos musculoesqueléticos son una de las principales causas de discapacidad y dolor crónico en todo el mundo [5]. En el ámbito de la construcción, los trabajadores que operan maquinaria pesada suelen estar expuestos de manera recurrente a vibraciones, posturas incómodas y movimientos repetitivos, lo que aumenta el riesgo de desarrollar trastornos osteomusculares.

Para disminuir la frecuencia de trastornos osteomusculares en los operadores de maquinaria pesada, resulta esencial la implementación de medidas preventivas adecuadas. Estas medidas pueden abarcar la formación en ergonomía y la utilización de equipos de protección personal, entre otras acciones. Asimismo, es fundamental brindar a los trabajadores la oportunidad de realizar pausas regulares para estirar sus músculos y relajarlos.

En resumen, los trastornos osteomusculares representan una problemática común entre los operadores de maquinaria pesada en la industria de la construcción. La prevalencia de estas afecciones puede tener un impacto significativo en la salud y el bienestar de estos trabajadores. Por lo tanto, es crucial aplicar medidas de prevención adecuadas con el fin de reducir los riesgos y proteger la salud de quienes operan maquinaria pesada.

1.4.2. Justificación hipotético científico

La industria de la construcción representa un componente esencial de la economía en muchos países, y los operadores de maquinaria pesada juegan un papel fundamental en la realización de proyectos constructivos. La justificación de esta investigación se fundamenta en su relevancia para varios aspectos, como la salud de los trabajadores, la eficiencia industrial, la prevención de lesiones, la generación de pruebas científicas y el avance del conocimiento en el ámbito de la salud ocupacional. Todo ello contribuye a la continuidad y la productividad de esta industria.

Los operadores de maquinaria pesada enfrentan una serie de riesgos laborales, incluyendo trastornos musculoesqueléticos, debido a la naturaleza físicamente exigente

de sus labores. Estos trastornos pueden tener consecuencias a largo plazo y afectar la calidad de vida de los trabajadores.

En el país, las investigaciones sobre la prevalencia de los trastornos musculoesqueléticos entre los operadores de maquinaria pesada en la construcción son limitadas o inexistente. Esto resalta la necesidad de cerrar esta brecha de conocimiento para obtener una comprensión más sólida de la magnitud del problema y adoptar medidas apropiadas. Los resultados de esta investigación pueden servir como base para futuros estudios y para el desarrollo de nuevas estrategias en la prevención y tratamiento de los trastornos musculoesqueléticos, así como para ampliar el acervo científico en el ámbito de la salud ocupacional y la ergonomía.

1.4.3. Justificación metodológica aplicable

Una parte esencial de la investigación implica establecer y delinear de manera precisa los objetivos del estudio. Esto incluye la determinación de la prevalencia de trastornos musculoesqueléticos, la identificación de factores de riesgo y la evaluación del impacto en la salud de los operadores de maquinaria pesada. Este proceso se lleva a cabo en conjunto con una revisión exhaustiva de la literatura científica existente, que sirve para adquirir un conocimiento previo sobre el tema, identificar herramientas de evaluación validadas y obtener información sobre investigaciones anteriores de naturaleza similar.

Asimismo, es crucial definir el tamaño de la muestra necesario para obtener resultados estadísticamente significativos. Esto se logra mediante la combinación de diversos métodos de recolección de datos, como cuestionarios estructurados y entrevistas, con el fin de recopilar información detallada de los operadores de maquinaria pesada. Posteriormente, los datos recabados pueden ser tabulados, analizados y representados a través de métodos de evaluación, softwares ergonómicos y técnicas estadísticas adecuadas.

1.5. Viabilidad de Estudio

La salud y seguridad de los trabajadores son consideraciones éticas y de responsabilidad social clave para las empresas y las autoridades reguladoras. Un estudio sobre este tema demuestra el compromiso con el bienestar de los empleados.

Si se coloca en una balanza los costos de atención médica y la rehabilitación de los trabajadores que presenten o sufran algún tipo de trastorno osteomuscular pueden generar costos significativos para las empresas y los sistemas de atención médica. Estos costos pueden reducirse mediante la prevención y el tratamiento adecuado. Los trastornos musculoesqueléticos afectan a millones de personas en todo el mundo y son una de las principales razones por las que muchas personas viven con discapacidad. Estos trastornos representan alrededor de 149 millones de casos, lo que significa que aproximadamente el 17% de todas las personas que viven con discapacidad a nivel global se ven afectadas por ellos [5].

El conocer la realidad laboral del trabajador, y la estrecha relación con el departamento de Seguridad Industrial y salud ocupacional permite una cooperación para obtener una información verídica y relevante, para poder determinar los factores de riesgo disergonómicos que se asocian a las lesiones osteomusculares de origen laboral y como estos afectan a la salud de los operadores de maquinaria pesada.

CAPÍTULO II

MARCO REFERENCIAL

2.1. Marco Teórico:

2.1.1. Bases Teóricas:

Evaluación de Riesgos: La higiene industrial depende de una evaluación sistemática de los riesgos en el lugar de trabajo. Esto implica la identificación de agentes químicos, físicos, biológicos y ergonómicos que pueden dañar la salud de los empleados. La evaluación de riesgos ayuda a determinar el alcance y el tipo de amenazas ambientales [6].

Exposición Laboral: Se considera exposición ocupacional a la cantidad y duración de la interacción del trabajador con sustancias potencialmente peligrosas. Está diseñado para determinar cuánto tiempo está expuesto un empleado a condiciones o sustancias peligrosas durante el trabajo [7].

Toxicología Ocupacional: La toxicología ocupa un lugar central en la higiene industrial. Esta rama de la ciencia se centra en comprender los efectos tóxicos de las sustancias químicas en el cuerpo humano, incluidas la dosis y la respuesta. La toxicología proporciona información importante para establecer límites de exposición ocupacional y medidas de control [8].

Ergonomía: La ergonomía es una parte integral de la higiene industrial, ya que tiene como objetivo garantizar que el entorno de trabajo y las tareas se adapten mejor a las capacidades y necesidades humanas. La importancia de su aplicación es evitar lesiones musculoesqueléticas y mejorar la eficiencia en el trabajo [9].

Prevención de Accidentes: De esto se encarga la seguridad industrial o laboral tiene como objetivo prevenir accidentes y lesiones en el entorno laboral. Esto incluye una temprana identificación de peligros, implementación de medidas preventivas y la capacitación de los empleados en prácticas seguras [7].

Evaluación de Riesgos Ocupacionales: se basa en la identificación y evaluación de los riesgos que pueden enfrentar los empleados en el ambiente laboral. Esto incluye riesgos físicos, químicos, biológicos, ergonómicos y psicosociales [7].

Prevención de Enfermedades y Lesiones: Esta disciplina se centra en la prevención de enfermedades y lesiones relacionadas con el trabajo. Esto incluye la identificación temprana de riesgos, la implementación de medidas preventivas y la promoción de prácticas laborales seguras [7].

Medicina Ocupacional: La salud ocupacional se basa en la medicina ocupacional como una disciplina central. Los médicos ocupacionales evalúan la salud de los trabajadores, identifican riesgos relacionados con el trabajo y brindan atención médica específica para tratar y prevenir enfermedades laborales. Con apoyo de planes y programas de vigilancia de la salud y chequeos periódicos [10].

Psicología Ocupacional: La psicología ocupacional se utiliza para comprender los factores psicosociales que afectan la salud mental de los trabajadores, como el estrés laboral, el acoso y la satisfacción laboral. Se busca promover un ambiente de trabajo psicológicamente saludable [11].

2.2. Ergonomía

Según la OMS, "La ergonomía es el estudio científico de las relaciones entre el hombre y sus medios, métodos y entornos de trabajo. Su objetivo es asegurar el bienestar del hombre y mejorar el rendimiento global del sistema [5]."

Esta definición destaca la importancia de la ergonomía como un campo de estudio que se centra en comprender y mejorar la interacción entre las personas y su entorno de trabajo, incluyendo los dispositivos, herramientas, mobiliario y procedimientos utilizados. La ergonomía busca optimizar la comodidad, la seguridad y la eficiencia en el lugar de trabajo al adaptar el diseño de estos elementos a las capacidades y necesidades humanas.

La ergonomía es una disciplina científica multidisciplinaria que se ocupa del entendimiento de las interacciones entre los seres humanos y otros elementos de un sistema, y de la profesión que aplica teorías, principios, datos y métodos para diseñar a fin de optimizar el bienestar humano y el rendimiento global del sistema. [12]

Es decir que, la naturaleza multidisciplinaria de la ergonomía y su enfoque en el diseño de sistemas, productos y entornos que se adapten de manera óptima a las capacidades y necesidades de las personas para mejorar su bienestar y el rendimiento en el sistema laboral. La ergonomía busca la armonía entre el trabajo y el trabajador, y se

aplica en diversos campos, incluyendo el diseño de lugares de trabajo, equipos, productos y sistemas para minimizar los riesgos laborales y mejorar la calidad de vida de los trabajadores.

2.3. Clasificación de la ergonomía

La ergonomía es un campo multidisciplinario que abarca varios tipos o ramas, cada una de las cuales se enfoca en aspectos específicos de la interacción entre las personas y su entorno laboral o social. Algunos de los tipos más comunes de ergonomía incluyen:

- **Ergonomía Física:** Se centra en el diseño de herramientas, equipos, mobiliario y lugares de trabajo para optimizar el confort laboral y la eficiencia física. Esto incluye sillas ergonómicas, estaciones de trabajo regulables en altura, el diseño de herramientas manuales y la colocación de objetos en el entorno de trabajo para prevenir lesiones musculoesqueléticas y promover una postura adecuada [13].
- **Ergonomía Cognitiva:** Implica la interacción entre los empleados y las tareas cognitivas y mentales que realizan. Esto incluye desarrollar interfaces fáciles de usar en sistemas informáticos, optimizar la carga de trabajo mental y reducir la fatiga cognitiva [14].
- **Ergonomía Organizacional:** La atención se centra en la estructura organizacional y su impacto en la salud, la felicidad y la productividad de los empleados. Esto incluye la gestión de recursos humanos, la planificación del trabajo, la asignación de tareas y la creación de un entorno de trabajo saludable [15].
- **Ergonomía Ambiental:** La atención se centra en diseñar y adaptar entornos físicos como edificios, fábricas y lugares públicos para garantizar la seguridad y el confort humanos. Esto incluye controlar factores como la iluminación, la temperatura, el ruido, la calidad del aire y la disposición de los elementos en el espacio [16].
- **Ergonomía de Producto:** Se ocupa del diseño de productos y dispositivos utilizados en la vida cotidiana, desde electrodomésticos hasta instrumentos y equipos médicos. El objetivo es hacer que estos productos sean fáciles de usar y seguros para los usuarios [17].

- **Ergonomía Deportiva:** Se utiliza en el diseño de equipamiento deportivo y en la optimización de las condiciones físicas y ambientales durante actividades deportivas y recreativas para mejorar el rendimiento y prevenir lesiones. [18].

Cada tipo de ergonomía aborda un conjunto específico de problemas y desafíos relacionados con la interacción entre las personas y su entorno, ya sea en el trabajo, en el hogar, en el transporte o en otros contextos. Estos enfoques se combinan para brindar a las personas condiciones de vida y de trabajo seguras, saludables y productivas.

2.4. Carga física de trabajo

La carga física en el trabajo se refiere a las demandas o esfuerzos físicos que los trabajadores deben realizar como parte de sus tareas laborales. Estas demandas pueden involucrar movimientos, fuerza y posturas que pueden afectar la salud y el bienestar de los trabajadores si no se gestionan adecuadamente.

Como lo indica el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo (INSHT), El organismo humano se encuentra constantemente en la necesidad de llevar a cabo esfuerzos físicos, ya sea en el ámbito laboral o en el tiempo libre. Para cumplir con esta exigencia, nuestro cuerpo desencadena procesos complejos que culminan en la contracción de los músculos, lo que posibilita la ejecución de la actividad física requerida. Estos procesos se producen en una variedad de órganos y sistemas del cuerpo, como el sistema nervioso, los pulmones, el corazón, los vasos sanguíneos y, por supuesto, en los propios músculos [19].

La carga física en el trabajo puede variar ampliamente según el tipo de ocupación y la industria, pero generalmente se clasifica en varias categorías:

- **Levantamiento y Transporte de Cargas:** Esto comprende la acción de alzar, desplazar y manipular objetos o materiales que son pesados o de gran volumen. Actividades físicas como elevar cajas, mover equipos o transportar paletas pueden incrementar el riesgo de sufrir lesiones en la espalda, los hombros y otras partes del cuerpo si se ejecutan de manera incorrecta [20].
- **Posturas Forzadas:** Implica mantener posiciones corporales incómodas o poco habituales durante largos periodos, como estar de pie, inclinado, arrodillado o agachado. Esto puede ocasionar tensión en los músculos y las articulaciones, provocando problemas ergonómicos [21].

- **Movimientos Repetitivos:** Enfrentar tareas que implican movimientos repetitivos, como ensamblaje, mecanografía, operación de maquinaria o trabajar en una línea de producción, puede resultar en fatiga muscular y tensión en las articulaciones si no se ejecutan de manera adecuada [22].
- **Fuerza Física:** Algunos trabajos demandan una fuerza física considerable, como empujar, tirar o cargar objetos pesados. Realizar estas actividades de forma repetida y sin la debida formación y precauciones de seguridad puede dar lugar a lesiones musculoesqueléticas [23].
- **Vibraciones y Exposición a Factores Ambientales:** Los trabajadores expuestos a vibraciones o condiciones ambientales adversas, como las vibraciones de vehículos o temperaturas extremas, pueden experimentar un aumento en la fatiga y el estrés físico [16].
- **Trabajo en Alturas:** Los empleos que involucran trabajar en alturas, como en la construcción o el mantenimiento de estructuras elevadas, requieren un esfuerzo físico adicional y aumentan el riesgo de caídas y lesiones graves [24].

La actividad física en el entorno laboral constituye un elemento de relevancia para garantizar la seguridad y el bienestar de los trabajadores. La gestión apropiada de la actividad física implica la implementación de medidas preventivas, como brindar capacitación en técnicas de manejo de cargas, disponer de equipos de apoyo, la asignación de tareas rotativas, la optimización de la ergonomía y la promoción de períodos de descanso y pausas para realizar ejercicios de estiramiento. La práctica de estiramientos resulta fundamental para disminuir el riesgo de lesiones y trastornos musculoesqueléticos. Asimismo, prestar atención a la ergonomía en el entorno laboral es esencial para reducir el impacto negativo que la actividad física puede tener en la salud de los empleados.

2.5. Jornada laboral

La jornada laboral se refiere al período de tiempo durante el cual un trabajador está empleado y realiza sus tareas laborales en un día laborable típico. Esta jornada se establece mediante acuerdos laborales, leyes laborales y prácticas de la empresa y puede variar significativamente según el país, la industria y la posición ocupada por el trabajador [25].

La jornada laboral es un aspecto fundamental de la vida laboral que afecta la rutina diaria y la calidad de vida de los trabajadores. Las regulaciones laborales y las políticas

de la empresa son importantes para establecer y gestionar la jornada laboral de manera equitativa y en cumplimiento de las leyes laborales vigentes.

Para mejorar la relación entre la jornada laboral y la salud del trabajador, es importante que los empleadores promuevan prácticas laborales saludables, como establecer límites razonables en las horas de trabajo, proporcionar pausas adecuadas, fomentar la flexibilidad horaria y promover un equilibrio entre el trabajo y la vida personal. Los trabajadores también deben ser conscientes de su propia salud y bienestar y buscar ayuda si experimentan problemas relacionados con la jornada laboral que puedan afectar su salud física o mental. La regulación gubernamental y las políticas laborales pueden desempeñar un papel importante en la promoción de entornos de trabajo más saludables y equitativos.

2.6. Salud Ocupacional

La salud ocupacional es un campo multidisciplinario que se enfoca en la promoción y el mantenimiento de la salud y el bienestar de los trabajadores en su entorno laboral. Su objetivo principal es prevenir lesiones, enfermedades y trastornos relacionados con el trabajo, al tiempo que promueve condiciones laborales seguras y saludables [26].

Otros aspectos que se relacionan con la salud ocupacional son:

2.6.1. Prevención de Riesgos Laborales

La salud en el entorno de trabajo se relaciona estrechamente con la prevención de riesgos laborales, cuyo propósito radica en la identificación y reducción de los peligros que los trabajadores pueden enfrentar en sus labores, abarcando aspectos físicos, químicos, biológicos, ergonómicos y sociales en su ambiente laboral [26].

2.6.2. Evaluación de Riesgos

Identificar y valorar los riesgos laborales constituye un componente esencial de la salud ocupacional. Esto implica llevar a cabo análisis de peligros y evaluaciones ergonómicas para identificar áreas problemáticas dentro del entorno laboral [26].

2.6.3. Normativas y Regulaciones

La mayoría de los países cuentan con leyes y reglamentos detallados que regulan la salud y la seguridad en el trabajo. Estas disposiciones establecen los estándares mínimos que los empleadores deben cumplir para garantizar un ambiente laboral seguro [27].

2.6.4. Capacitación y Concientización

La formación y la educación desempeñan un papel crucial para asegurar que los empleados comprendan los riesgos y las medidas preventivas en el trabajo. Los programas de capacitación en salud ocupacional ayudan a los trabajadores a familiarizarse con sus derechos y responsabilidades [28].

2.6.5. Protección de la Salud Mental

La salud ocupacional también se ocupa de la salud mental de los trabajadores, lo que abarca la gestión del estrés en el trabajo, la prevención del acoso laboral y la promoción de entornos laborales psicológicamente saludables [29].

2.6.6. Salud Física y Ergonomía

Este enfoque se centra en prevenir lesiones y trastornos musculoesqueléticos al mejorar las condiciones ergonómicas en el lugar de trabajo. Esto incluye la adaptación de mobiliario, herramientas y procesos laborales para evitar lesiones derivadas de movimientos repetitivos [30].

2.6.7. Vigilancia de la Salud

La salud ocupacional puede incorporar programas de seguimiento médico para supervisar la salud de los trabajadores expuestos a riesgos específicos. Esto podría incluir exámenes médicos periódicos y pruebas de detección [31].

2.6.8. Rehabilitación y Regreso al Trabajo

Cuando un trabajador se lesiona o enferma en el trabajo, la salud ocupacional se encarga de su rehabilitación y proporciona apoyo para facilitar su reincorporación al trabajo de manera segura [32].

2.6.9. Promoción de la Salud en el Trabajo

Además de prevenir enfermedades y lesiones, la salud ocupacional promueve prácticas de estilo de vida saludable en el entorno laboral, como la promoción de la actividad física, una alimentación adecuada y la gestión del estrés [33].

2.6.10. Participación de Empleadores y Trabajadores

Un enfoque colaborativo entre empleadores y trabajadores es esencial para el éxito de la salud ocupacional. La comunicación abierta y la participación activa en la identificación y solución de problemas son fundamentales [34].

2.7. Antropometría estática

La antropometría estática en Ecuador es una disciplina que se aplica para estudiar y medir las dimensiones físicas y proporciones corporales de la población ecuatoriana en una posición fija o estática [35].

Esta práctica tiene múltiples aplicaciones en el país, incluyendo el diseño de productos y espacios, la planificación de políticas de salud y nutrición, y la investigación científica. Proporciona datos cruciales para comprender y abordar cuestiones de salud y bienestar en la población ecuatoriana, al tiempo que contribuye al desarrollo de productos y entornos que se adaptan de manera óptima a las necesidades y características físicas de los ecuatorianos.

De acuerdo con [36], La antropometría estática es una rama de la antropometría que se enfoca en la medición y el análisis de las dimensiones físicas y las proporciones corporales de las personas en una posición fija o estática. Esta disciplina tiene aplicaciones en diversos campos, incluyendo el diseño industrial, la ergonomía, la arquitectura, la medicina y la antropología, y la no aplicación de esta puede dar lugar a productos y entornos que no son cómodos, eficientes ni seguros para los usuarios.

2.8. Factores de riesgos físicos

Los factores de riesgo físicos se refieren a condiciones o elementos en el entorno laboral que pueden poner en peligro la salud y la seguridad de los trabajadores. Estos factores pueden estar presentes en una variedad de entornos de trabajo y pueden dar lugar a lesiones, enfermedades o accidentes si no se gestionan adecuadamente [37].

A continuación, se detallan los factores de riesgo físicos más comunes;

2.8.1. Ergonomía Deficiente

La falta de ergonomía en la disposición de los puestos de trabajo y las herramientas puede provocar trastornos musculoesqueléticos debido a posturas incómodas o movimientos repetitivos. Mejorar la ergonomía puede ser fundamental para prevenir lesiones.

2.8.2. Movimientos Repetitivos

Actividades que involucran movimientos repetitivos y monótonos pueden resultar en lesiones por esfuerzo repetitivo (LER). Para prevenir estas lesiones, es esencial que los trabajadores reciban capacitación en ergonomía y realicen pausas de forma regular [38].

Identificar y controlar los elementos de riesgo físico son aspectos esenciales para asegurar el bienestar y la seguridad de los empleados. Esto conlleva la adopción de acciones preventivas, la utilización de equipamiento de protección personal, la instrucción adecuada y el acatamiento de las normativas laborales y de seguridad vigentes en el entorno de trabajo.

2.9. Operadores de maquinaria pesada

Los operadores de maquinaria pesada desempeñan un papel crucial en la industria de la construcción y son responsables de operar y mantener equipos pesados utilizados en proyectos de construcción, excavación, movimiento de tierra y demolición. Estos profesionales juegan un papel fundamental en la ejecución exitosa de proyectos de construcción y desempeñan diversas funciones en su trabajo. Su habilidad para operar y mantener equipos pesados de manera segura y eficiente es esencial para el progreso y el éxito de proyectos de construcción en todo el mundo. La seguridad, la formación y la atención a las condiciones de trabajo son aspectos fundamentales de su trabajo [39].

Como afirma [40], los operadores de maquinaria pesada desempeñan un papel esencial en la industria de la construcción en Ecuador, al igual que en otros países. Su trabajo implica la operación segura y eficiente de una variedad de equipos pesados utilizados en proyectos de construcción, desarrollo de infraestructura y obras públicas en el país. Además, que contribuyen al desarrollo de la infraestructura del país y garantizando que los proyectos se ejecuten de manera segura y eficiente. Su capacitación,

experiencia y compromiso con la seguridad son fundamentales para el éxito de la construcción en Ecuador y la promoción del crecimiento económico y el desarrollo sostenible.

2.10. Vibraciones mecánicas transmitidas por máquinas y herramientas

Las vibraciones mecánicas transmitidas por máquinas y herramientas son un aspecto importante de la seguridad ocupacional y la salud en el trabajo, especialmente en entornos donde se utilizan equipos pesados y herramientas industriales. Estas vibraciones se producen cuando una máquina o herramienta genera movimientos oscilatorios que se transmiten a través del cuerpo del trabajador que está en contacto con la máquina. La prevención y la gestión adecuada de estas vibraciones son fundamentales para garantizar un entorno de trabajo seguro y proteger la salud de los trabajadores [41].

2.11. Efecto de las vibraciones mecánicas transmitidas por máquinas y herramientas

Las vibraciones mecánicas transmitidas por máquinas y herramientas pueden tener una serie de efectos perjudiciales en la salud de los trabajadores. Estos efectos pueden variar en gravedad dependiendo de la intensidad y la duración de la exposición a las vibraciones [41].

Las vibraciones mecánicas, especialmente las vibraciones de cuerpo entero pueden contribuir al desarrollo de trastornos musculoesqueléticos. Esto incluye dolor en las articulaciones, músculos y huesos. Los trabajadores que operan maquinaria pesada o herramientas vibratorias pueden experimentar dolor crónico en las extremidades y la espalda debido a la exposición continua a vibraciones.

Los efectos más comunes de las vibraciones mecánicas en el cuerpo humano son:

2.11.1. Síndrome de Raynaud

La exposición a vibraciones mano-brazo puede incrementar el riesgo de padecer el síndrome de Raynaud, una afección en la cual los vasos sanguíneos de los dedos de las manos y los pies se contraen excesivamente en respuesta al frío o al estrés, lo que resulta en palidez, entumecimiento y dolor en los dedos [42].

2.11.2. Síndrome del Túnel Carpiano

Las vibraciones repetitivas en las manos y los brazos pueden contribuir al desarrollo del síndrome del túnel carpiano, caracterizado por entumecimiento, hormigueo y debilidad en la mano debido a la compresión del nervio mediano en la muñeca. Los trabajadores que utilizan herramientas vibratorias corren un mayor riesgo de sufrir esta afección [43].

2.11.3. Lesiones Vasculares

La exposición crónica a vibraciones puede ocasionar daños en los vasos sanguíneos y afectar la circulación, lo que puede tener repercusiones en la salud cardiovascular y aumentar la probabilidad de padecer hipertensión y otros problemas circulatorios [44].

2.11.4. Fatiga y Dolor

Las vibraciones mecánicas pueden generar fatiga física y muscular, lo que puede provocar cansancio y molestias en los trabajadores después de periodos prolongados de exposición. Esta fatiga puede tener un impacto negativo en la productividad y el bienestar laboral [45].

2.11.5. Trastornos Digestivos

En situaciones extremas de exposición a vibraciones intensas, los trabajadores pueden experimentar trastornos digestivos, como náuseas y problemas gastrointestinales, debido al efecto de las vibraciones en todo el cuerpo [46].

2.11.6. Trastornos Neurológicos

A largo plazo, la exposición continua a vibraciones mecánicas puede contribuir al desarrollo de trastornos neurológicos, como la neuropatía periférica, que afecta a los nervios fuera del sistema nervioso central [47].

2.11.7. Disminución del Rendimiento

La fatiga y las molestias provocadas por las vibraciones pueden reducir el rendimiento de los trabajadores en sus labores, lo que a su vez puede afectar la calidad y la eficiencia de su trabajo.

Es relevante subrayar que la severidad de estos impactos puede fluctuar en función de variables como la magnitud de las vibraciones, el tiempo de exposición, la edad y el estado de salud general del empleado. En consecuencia, resulta esencial que las compañías adopten medidas preventivas, como la utilización de elementos de protección personal, la instrucción en seguridad y una gestión apropiada de las herramientas y la maquinaria, con el propósito de reducir al máximo la exposición a vibraciones y preservar la salud de los trabajadores [48].

2.12. Trastornos musculoesqueléticos

Los trastornos osteomusculares, también conocidos como trastornos musculoesqueléticos (TME) o trastornos musculoesqueléticos, son un grupo de afecciones que afectan a los músculos, huesos, tendones, ligamentos, articulaciones y otras estructuras del sistema musculoesquelético. Estos trastornos son comunes en todo el mundo y pueden tener un impacto significativo en la salud, la calidad de vida y la capacidad de trabajo de las personas [49].

La OMS menciona que, los trastornos musculoesqueléticos engloban una amplia gama de más de 150 afecciones que impactan en el sistema de movimiento del cuerpo. Estos abarcan desde problemas súbitos y temporales, como fracturas, esguinces y distensiones, hasta enfermedades crónicas que resultan en restricciones en la funcionalidad y discapacidades permanentes. Además, También son la causa principal que conduce a la demanda de servicios de rehabilitación en una escala global. Se destacan como el factor principal que genera la necesidad de servicios de rehabilitación en la población infantil y representan aproximadamente dos tercios de las demandas de rehabilitación en adultos [5].

2.12.1. Tipos de Trastornos Osteomusculares

- **Dolor de Espalda:** Comprende condiciones como lumbalgia y dorsalgia, que ocasionan malestar en la región baja o media de la espalda. El dolor de espalda es uno de los trastornos musculoesqueléticos (TME) más comunes [50].
- **Lesiones de las Extremidades Superiores:** Estos problemas afectan a las manos, muñecas, codos y hombros. Ejemplos de ello son el síndrome del túnel carpiano y la tendinitis [51].

- **Lesiones de las Extremidades Inferiores:** Engloban afecciones que impactan en las piernas, rodillas, tobillos y pies. La osteoartritis y las lesiones de menisco son ejemplos de TME que afectan las extremidades inferiores [52].
- **Enfermedades Reumáticas:** Estas afecciones, como la artritis reumatoide, perjudican las articulaciones y pueden ser crónicas y debilitantes [53].
- **Lesiones Musculares:** Pueden englobar desgarros musculares, distensiones y contracturas [54].

2.12.2. Causas de los Trastornos Osteomusculares:

- **Sobrecarga y Uso Excesivo:** La repetición continua de movimientos, la aplicación excesiva de fuerza en las articulaciones y músculos, y la adopción de posturas inadecuadas pueden desencadenar trastornos musculoesqueléticos (TME) [55].
- **Factores Ergonómicos:** La falta de ergonomía en el entorno laboral, como una disposición deficiente del mobiliario o herramientas, puede ser un factor contribuyente en la aparición de TME [56].
- **Envejecimiento:** Algunos TME, como la osteoartritis, pueden estar vinculados al proceso natural de envejecimiento del sistema musculoesquelético.
- **Lesiones Traumáticas:** Lesiones como fracturas óseas, esguinces y dislocaciones pueden dar origen a TME [57].
- **Factores Genéticos y Médicos:** Ciertos TME pueden tener una predisposición genética, y algunas condiciones médicas, como la diabetes, pueden aumentar el riesgo de sufrirlos [40].

2.13. Impacto en la Salud y el Trabajo

Los TME pueden tener un impacto significativo en la calidad de vida de las personas y en su capacidad para realizar tareas laborales. Pueden resultar en días de trabajo perdidos y costos médicos significativos tanto para los individuos como para las empresas, ya que los trastornos osteomusculares son afecciones que afectan el sistema musculoesquelético y pueden variar en gravedad. La prevención, el tratamiento y la gestión adecuados son fundamentales para mitigar su impacto en la salud y mejorar la calidad de vida de quienes los padecen [58].

2.14. Enfermedad laboral

Se trata de condiciones de larga duración que se originan directamente a partir de las tareas realizadas en el ámbito laboral de un trabajador y como consecuencia de la exposición a elementos que representan riesgos, pudiendo o no resultar en una inhabilidad para trabajar [59].

Teniendo en cuenta a [60], las afecciones laborales más frecuentemente notificadas en el año 2012 se relacionaron con el sistema musculoesquelético y estuvieron vinculadas al estrés. Estas enfermedades están relacionadas con el diseño del entorno de trabajo y las posturas incorrectas, tanto en áreas operativas como en puestos administrativos dentro de las empresas, particularmente aquellos que involucran trabajo frente a una computadora.

Estas afecciones incluyen la lumbalgia crónica (dolor persistente en la parte baja de la espalda), hernia de disco (problemas en la columna vertebral), síndrome del túnel carpiano (presión sobre los nervios en la muñeca), lumbalgia y hombro doloroso (que puede estar relacionado con casos de tendinitis). En conjunto, estas representaron el 69% del total de enfermedades registradas en el año 2012.

2.15. Método de evaluación ergonómico

El método de evaluación ergonómica es un enfoque sistemático utilizado para analizar y evaluar los aspectos ergonómicos de los puestos de trabajo, productos, herramientas o sistemas con el objetivo de identificar y abordar posibles riesgos ergonómicos y mejorar la eficiencia y el bienestar de los trabajadores. Estos métodos se desarrollan para asegurarse de que las tareas y entornos de trabajo se adapten de manera óptima a las capacidades y necesidades humanas.

La elección del método de evaluación ergonómica depende de la naturaleza específica del trabajo o entorno que se esté evaluando. La combinación de varios métodos y la participación de los trabajadores en el proceso de evaluación son enfoques efectivos para identificar y abordar los problemas ergonómicos en el lugar de trabajo [61].

2.16. Cuestionario nórdico

El Cuestionario Nórdico de Cuestiones Musculoesqueléticas, comúnmente conocido como el "Cuestionario Nórdico", es una herramienta ampliamente utilizada para evaluar la prevalencia de trastornos musculoesqueléticos (TME) en el lugar de trabajo y en la población en general. Este cuestionario se desarrolló originalmente en los países nórdicos y se ha convertido en una herramienta de referencia en la investigación y la evaluación de afecciones relacionadas con el sistema musculoesquelético [62].

De ahí que, el Cuestionario Nórdico es una herramienta valiosa para evaluar la prevalencia de trastornos musculoesqueléticos en la población laboral y general. Su simplicidad y adaptabilidad lo han convertido en un recurso ampliamente utilizado en la investigación epidemiológica y la evaluación de riesgos ergonómicos en el lugar de trabajo.

2.16.1. Contenido del Cuestionario: El cuestionario consta de dos partes principales:

- **Sección A:** Se concentra en la detección de indicios de problemas musculoesqueléticos. Los encuestados deben indicar si han experimentado indicios tales como dolor, malestar o inconvenientes en diversas áreas del cuerpo (por ejemplo, espalda, cuello, hombros, manos) durante un periodo específico, generalmente en los últimos 12 meses [63].
- **Parte B:** En caso de que se relaten síntomas en la Sección A, la Sección B se utiliza para evaluar cómo estos síntomas afectan la vida cotidiana y el desempeño laboral de la persona. También se investiga si se ha solicitado atención médica debido a dichos síntomas [63].

2.17. Método OCRA (Ovako Working Posture Analysis System)

El Método OCRA (Ovako Working posture Analysis System) es una herramienta ergonómica desarrollada para evaluar y analizar las posturas de trabajo y los movimientos repetitivos en el contexto laboral. Este método se utiliza principalmente para identificar y prevenir trastornos musculoesqueléticos relacionados con las tareas que implican movimientos repetitivos y mantenimiento prolongado de ciertas posturas corporales.

Mas, Diego (2015) indica que, el objetivo principal del Método OCRA es identificar las posturas de trabajo y los movimientos repetitivos que pueden representar un riesgo para

la salud musculoesquelética de los trabajadores. A través de esta evaluación, se busca prevenir trastornos musculoesqueléticos, como lesiones por esfuerzo repetitivo (LER) y enfermedades relacionadas con el trabajo.

2.17.1. Componentes del Método OCRA:

- **Evaluación de Posturas:** Este enfoque implica la evaluación de las posturas corporales que se adoptan durante la realización de una tarea. Se consideran aspectos como la inclinación del tronco, la posición de los brazos y las piernas, así como la frecuencia con la que se cambian de posición [64].
- **Análisis de Movimientos Repetitivos:** Se examinan los movimientos que se repiten con regularidad durante la tarea, teniendo en cuenta tanto la frecuencia como la duración de estos movimientos [64].
- **Factores de Valoración:** El método asigna valores de valoración a diversos elementos de la tarea, como la repetición de movimientos, la fuerza empleada y la postura mantenida. Estos valores se emplean para calcular el nivel de riesgo ergonómico [64].
- **Niveles de Riesgo:** A partir de la información obtenida, el Método OCRA clasifica las tareas en distintos niveles de riesgo, que van desde un riesgo bajo hasta un riesgo elevado [64].

2.17.2. Aplicación del Método OCRA

Se aplica mediante observación directa de la tarea en el lugar de trabajo o utilizando registros de video. Los evaluadores utilizan formularios específicos para registrar los datos necesarios para el análisis [64].

2.17.3. Limitaciones del Método OCRA

Es una herramienta valiosa, pero tiene algunas limitaciones. Requiere que los evaluadores estén capacitados para realizar observaciones precisas y puede no ser aplicable a todas las situaciones de trabajo, especialmente aquellas que involucran tareas altamente variables [65].

Para concluir, el Método OCRA es una herramienta ergonómica que se utiliza para evaluar y analizar las posturas de trabajo y los movimientos repetitivos en el lugar de trabajo con el fin de prevenir trastornos musculoesqueléticos. Proporciona una estructura

sistemática para identificar y abordar los riesgos ergonómicos asociados con las tareas laborales y es especialmente útil en entornos donde las posturas y los movimientos son un factor crítico para la salud de los trabajadores.

2.18. Método REBA - Rapid Entire Body Assessment

El Método REBA o Rapid Entire Body Assessment (Evaluación Rápida de Todo el Cuerpo), es ampliamente empleado como instrumento de análisis ergonómico, se utiliza con el propósito principal de detectar y evaluar posibles riesgos ergonómicos en tareas laborales específicas. Este enfoque contribuye a la prevención de lesiones musculoesqueléticas y al perfeccionamiento del bienestar y la eficacia de los empleados en su entorno de trabajo [66].

2.18.1. Componentes del Método REBA - Rapid Entire Body Assessment:

El Método REBA, o Rapid Entire Body Assessment, evalúa la ergonomía de una tarea teniendo en cuenta varias componentes del cuerpo y la tarea en sí.

- **Postura de Tronco Superior:** Se encarga de evaluar la disposición y la inclinación de la parte superior del cuerpo, englobando aspectos como la cabeza, el cuello, el torso y los brazos. Se toman en cuenta elementos como la inclinación, rotación y elevación de estas zonas del cuerpo.
- **Postura de Tronco Inferior:** Consiste en analizar la posición de la sección inferior del cuerpo, abarcando la pelvis, las piernas y los pies. Se incluye la evaluación de la posición de las piernas, la flexión de las rodillas y caderas, así como la orientación de los pies.
- **Fuerza Exigida:** Su función radica en determinar cuánta fuerza se precisa para llevar a cabo la tarea. Esto engloba actividades como levantar, empujar, tirar o mantener objetos.
- **Tipo de Actividad:** Evalúa la esencia de la tarea, considerando si implica movimientos repetitivos, el levantamiento de objetos, la adopción de posturas prolongadas, entre otros factores.
- **Peso de la Tarea:** Evalúa la magnitud del peso de los objetos o herramientas que el trabajador debe manipular como parte de la tarea.
- **Posición de la Tarea:** Se encarga de examinar la posición de la tarea en relación con el cuerpo del trabajador y la facilidad de acceso.

- **Duración de la Tarea:** Cuantifica el tiempo que el trabajador debe dedicar a realizar la tarea en cuestión.
- **Frecuencia de la Tarea:** Evalúa la cantidad de veces que se repite la tarea en un periodo de tiempo específico.
- **Esfuerzo Sostenido:** Considera si el trabajador debe mantener una postura incómoda o realizar un esfuerzo físico constante durante la tarea.
- **Postura de Pies:** Se centra en la disposición y la ubicación de los pies del trabajador en relación con la tarea.
- **Fuerza del Agarre:** Evalúa la cantidad de fuerza necesaria para sujetar o manipular objetos con las manos.
- **Manipulación de Carga:** Se concentra en cómo se realizan el levantamiento, transporte y manipulación de cargas durante la ejecución de la tarea.

Estas componentes se utilizan para asignar puntuaciones a cada aspecto de la tarea, y finalmente, se combinan para obtener una puntuación global que se emplea para categorizar el nivel de riesgo ergonómico de la tarea en cuestión. Un puntaje más elevado denota un riesgo mayor, mientras que un puntaje menor sugiere un riesgo menor. A partir de esta información, se pueden implementar medidas para mejorar la ergonomía y reducir el peligro de lesiones musculoesqueléticas en el entorno laboral. [64].

2.19. Método RULA (Rapid Upper Limb Assessment)

El Método RULA (Rapid Upper Limb Assessment) es una herramienta ergonómica ampliamente utilizada para evaluar y analizar las posturas de trabajo y los movimientos repetitivos que pueden dar lugar a trastornos musculoesqueléticos en la parte superior del cuerpo, específicamente en los miembros superiores y el cuello. Este método fue desarrollado para identificar y prevenir riesgos ergonómicos relacionados con actividades laborales que involucran movimientos repetitivos de los brazos y las manos [67].

2.19.1. Componentes del Método RULA:

- **Observación de las Posturas:** El Método RULA se concentra en la evaluación de las posturas que los trabajadores adoptan al llevar a cabo una tarea específica. Estas posturas abarcan la posición de los brazos, las manos, las muñecas, el cuello y la espalda [68].

- **Segmentación del Cuerpo:** Para facilitar la evaluación, el cuerpo se divide en segmentos anatómicos. Entre los segmentos relevantes se encuentran el antebrazo, el brazo superior, el cuello y la espalda. Cada uno de estos segmentos se evalúa por separado en términos de su posición y los ángulos relativos [68].
- **Ponderación de Posturas:** Se otorgan valores de ponderación a diferentes posturas corporales y movimientos, tomando en consideración aspectos como la flexión, la extensión, la rotación y la inclinación de los segmentos corporales. Estos valores se emplean en el proceso de cálculo del nivel de riesgo ergonómico [68].
- **Cálculo del Nivel de Riesgo:** A través de una serie de pasos y fórmulas específicas, el Método RULA determina el nivel de riesgo ergonómico asociado con la tarea. Este nivel de riesgo se deriva de las posturas y movimientos observados [69].
- **Clasificación del Riesgo:** El resultado de este cálculo se traduce en una clasificación del riesgo ergonómico, que puede variar desde bajo riesgo hasta alto riesgo. Esta clasificación ayuda a identificar las áreas que requieren una mayor atención y orienta la implementación de medidas preventivas adecuadas [69].

Por ende, el Método R.U.L.A. constituye una herramienta ergonómica específicamente diseñada para evaluar y examinar las posturas y movimientos repetitivos que involucran la parte superior del cuerpo, con un enfoque especial en los miembros superiores y el cuello. Ofrece un enfoque estructurado para identificar y abordar los riesgos ergonómicos vinculados a las actividades laborales que pueden conducir a trastornos musculoesqueléticos, contribuyendo así a la prevención y la mejora de las condiciones ergonómicas en el entorno laboral.

2.20. Marco Legal

2.20.1. Constitución Política de la República del Ecuador.

La Constitución de la República del Ecuador [70], menciona que:

- **Art. 32:** “La salud es un derecho que garantiza el Estado, cuya realización se vincula al ejercicio de otros derechos, entre ellos el derecho al agua, la alimentación, la educación, la cultura física, el trabajo, la seguridad social, los ambientes sanos y otros que sustentan el buen vivir.”

- **Art. 32:** “El trabajo es un derecho y un deber social, y un derecho económico, fuente de realización personal y base de la economía. El Estado garantizará a las personas trabajadoras el pleno respeto a su dignidad, una vida decorosa, remuneraciones y retribuciones justas y el desempeño de un trabajo saludable y libremente escogido o aceptado.”
- **Art. 326, numeral 5:** “Toda persona tendrá derecho a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio, que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar”.
- **Art. 326, numeral 6:** “Toda persona rehabilitada después de un accidente de trabajo o enfermedad, tendrá derecho a ser reintegrada al trabajo y a mantener la relación laboral, de acuerdo con la ley.”

Decisión 584 (Instrumento Andino de Seguridad y Salud Ocupacional)

2.20.2. El Instrumento Andino de Seguridad y Salud Ocupacional [71], menciona que:

- **Artículo 4:** Establece la necesidad de promocionar la mejora continua en las condiciones de seguridad y salud ocupacional, a través de una política de seguridad y salud ocupacional, donde se rescata los siguientes objetivos:
 - g. Implementar sistemas de vigilancia epidemiológica, registro de accidentes laborales, enfermedades profesionales, destinadas a la investigación de causas y manejo estadístico.
 - Promoción de programas en seguridad y salud ocupacional, destinados al desarrollo de una cultura preventiva en materia de riesgos laborales.
 - j. Garantizar el cumplimiento de programas de capacitación para los trabajadores, haciendo énfasis en los riesgos de exposición potencialmente prioritarios.
- **Artículo 9:** Desarrollo de tecnologías de información y los sistemas de gestión en seguridad y salud ocupacional
- **Artículo 11:** Establece las obligaciones de los empleadores dentro de la gestión de seguridad y salud ocupacional, donde se rescatan las siguientes acciones:
 - b. Identificación y evaluación de riesgos, de forma inicial y periódica, orientados a la planificación y prevención por medio de una vigilancia epidemiológica.

- c. Combatir y controlar el riesgo en el diseño, fuente, medio y trabajador, favoreciendo el control colectivo y en casos específicos proporcionar sin costo alguno para los colaboradores, los equipos de protección individual apropiados.
 - f. Mantener registros de notificaciones, incidentes, accidentes y enfermedades profesionales, así como también de las evaluaciones de riesgos y medidas de control propuestas.
 - g. Investigación y análisis de incidentes, accidentes y enfermedades profesionales, orientadas a identificar la causa raíz y posterior toma de acciones correctivas y preventivas.
- **Artículo 14:** Obligación de los empleadores a cubrir los gastos requeridos para los exámenes médicos preempleo, periódicos y de retiro, de los colaboradores.

2.20.2. Resolución 957 (Reglamento del Instrumento Andino de Seguridad y Salud Ocupacional).

La Resolución 957 [72], menciona que:

- **Artículo 4:** El Servicio de Salud en el Trabajo tendrá un carácter esencialmente preventivo y podrá conformarse de manera multidisciplinaria. Brindará asesoría al empleador, a los trabajadores y a sus representantes en la empresa en los siguientes rubros:
 - Establecimiento y conservación de un medio ambiente de trabajo digno, seguro y sano que favorezca la capacidad física, mental y social de los trabajadores temporales y permanentes;
 - Adaptación del trabajo a las capacidades de los trabajadores, habida cuenta de su estado de salud físico y mental.

2.20.3. Resolución CD 513 (Reglamento Del Seguro General De Riesgos Del Trabajo)

Resolución CD 513 [73], menciona que:

- **Artículo 53:** Descripción de principios de acción preventiva, en los riesgos derivados del trabajo:
 - a) Jerarquía del control de riesgo, en el origen, medio y finalmente en el trabajador.

- b) Coordinación de acciones preventivas mediante la integración de las condiciones y organización del trabajo, los aspectos sociales e influencia de factores ambientales.
- e) Para el desarrollo de actividades seguras, los trabajadores requieren ser informados, formados, capacitados y adiestrados.
- f) La asignación de tareas en el trabajo, se efectuarán acorde a las capacidades del colaborador.
- g) Identificación de enfermedades ocupacionales.
- **Artículo 55:** En cumplimiento de las disposiciones legales y/o reglamentarias, las organizaciones tienen la obligación de implementar mecanismos de prevención de riesgos del trabajo, resaltando la acción técnica que incluye:
 - Identificar los peligros y factores de riesgo.
 - Medición y evaluación de factores de riesgo.
 - Control operacional integral.
 - Vigilancia del ambiente laboral y de la salud.
 - Periodicidad de las evaluaciones.

2.20.4. Código de trabajo

El Código de trabajo [74], menciona que:

- **Art. 38:** Establece la responsabilidad del empleador, sobre los riesgos derivados de la actividad laboral, y en el caso de afección del trabajador, producto de la exposición a estos riesgos, garantizará la indemnización respectiva, siempre que el beneficio no haya sido otorgado por el IESS.
- **Art. 42, numeral 2:** Establece la obligatoriedad del emperador, a instalar un ambiente o área de trabajo, cumpliendo con parámetros de prevención, seguridad, higiene laboral, legislación; y normas específicas que garantice, además, el adecuado movimiento de personas con discapacidad.
- **Art. 45, numeral g:** El trabajador está obligado a reportar al empleador, o representante legal de la empresa, sobre cualquier peligro de daño material, que ponga en compromiso la vida o los intereses del empleador y colaborador.
- **Art. 410:** Determina la obligación de los empleadores a proporcionar condiciones de trabajo óptimas, de tal manera que no presenten peligro para la salud o vida de los colaboradores; y de la misma forma, menciona la obligatoriedad de los

trabajadores a acatar las disposiciones de prevención, seguridad e higiene establecidas en los reglamentos.

2.20.5. Decreto Ejecutivo 2393 (Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores).

El Decreto Ejecutivo 2393 [75], menciona que:

- **Art. 1.** Las disposiciones del presente Reglamento se aplicarán a toda actividad laboral y en todo centro de trabajo, tendiendo como objetivo la prevención, disminución o eliminación de los riesgos del trabajo y el mejoramiento del medio ambiente de trabajo.
- **Art. 3. Del Ministerio de trabajo**
 - Mantener relaciones con Organismos Internacionales y con los otros países en materias de prevención de riesgos del trabajo y mejoramiento de las condiciones del medio ambiente laboral.
 - Impulsar, realizar y participar en estudios e investigaciones sobre la prevención de riesgos y mejoramiento del medio ambiente laboral; y, de manera especial en el diagnóstico de enfermedades profesionales en nuestro medio.
- **Art. 5. Del Instituto Ecuatoriano De Seguridad Social.**
 - Realizar estudios e investigaciones sobre prevención de riesgos y mejoramiento del medio ambiente laboral.
- **Art. 11.- Obligaciones De Los Empleadores.**
 - Adoptar las medidas necesarias para la prevención de los riesgos que puedan afectar a la salud y el bienestar de los trabajadores en los lugares de trabajo de su responsabilidad.
 - 7. Cuando un trabajador, como consecuencia del trabajo, sufre lesiones o puede contraer enfermedad profesional, dentro de la práctica de su actividad laboral ordinaria, según dictamen de la Comisión de Evaluaciones de Incapacidad del IESS o del facultativo del Ministerio de Trabajo, para no afiliados, el patrono deberá ubicarlo en otra sección de la empresa, previo consentimiento del trabajador y sin mengua a su remuneración. La renuncia para la reubicación se considerará como omisión a acatar las medidas de prevención y seguridad de riesgos.

- **Art. 55.- Ruidos Y Vibraciones.**
 - La prevención de riesgos por ruidos y vibraciones se efectuará aplicando la metodología expresada en el apartado 4 del artículo 53.
 - Apartado 4 del Art. 53. En los procesos industriales donde existan o se liberen contaminantes físicos, químicos o biológicos, la prevención de riesgos para la salud se realizará evitando en primer lugar su generación, su emisión en segundo lugar, y como tercera acción su transmisión, y solo cuando resultaren técnicamente imposibles las acciones precedentes, se utilizarán los medios de protección personal, o la exposición limitada a los efectos del contaminante.
- **Art. 141.- Transporte De Mercancías Peligrosas. - Condiciones De Transporte.**
 - El personal conductor será debidamente instruido por la empresa transportista sobre los riesgos, prevenciones a adoptar y actuación en casos de emergencia.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Descripción área de estudio

La ciudad de Machala, que ha sido históricamente conocida como la "Capital Bananera del Mundo", se encuentra actualmente en un emocionante período de crecimiento en la industria de la construcción. Este auge en la construcción en Machala es particularmente notable y está experimentando un desarrollo sin precedentes. Una de las razones detrás de este fenómeno es la actividad constructora, que desempeña un papel crucial en la economía de Machala y está estrechamente vinculada a las industrias bananeras y portuarias [76].

La industria de la construcción en Machala está experimentando un notable período de crecimiento y abundantes oportunidades. Este dinamismo en el sector está moldeando la apariencia de la ciudad y contribuyendo a la creación de un entorno urbano más moderno y sostenible. Con una economía activa y un fuerte compromiso con el desarrollo y el turismo; Mario, Pinto (2010) menciona en su artículo “Machala, en miras de desarrollo para nuevos proyectos de negocio” que, Machala se está posicionando como líder en el campo de la construcción, en 2019 se construyeron 265 compañías y en 2019 aumento a 390. El 2022 se calcula un incremento de un 9% [77]. Es emocionante anticipar lo que depara el futuro para esta hermosa ciudad en esta próspera industria, razón por la cual se ha convertido en el enfoque central de la presente investigación.

3.1.1. Codificación de puestos de trabajo

la codificación de puestos de trabajo es esencial para mantener la claridad y la organización en el estudio, lo que a su vez contribuye a una gestión eficiente que permite estandarizar y aumentar el desarrollo efectivo de las estrategias a aplicar para el análisis de resultados.

- **Área de estudio**

Tabla 1. Área de Estudio

DEPARTAMENTO	PUESTO DE TRABAJO	Nº DE TRABAJADORES	JORNADA LABORAL	PUESTO DE TRABAJO	CÓDIGO
--------------	-------------------	--------------------	-----------------	-------------------	--------

Producción	Rodillo	2	12h	Operador Rodillo Compactador	Op.Rc.001
				Operador Rodillo Compactador	Op.Rc.002
	Excavadora	3	12h	Operador De Excavadora	Op.Ex.001
				Operador De Excavadora	Op.Ex.002
				Operador De Excavadora	Op.Ex.003
	Finisher	1	12h	Operador De La Finisher De Asfalto	Op.Fa.001
	Grúa	1	12h	Operador De Grúa	Op.Gr.001
	BobCat	1	12h	Operador Del Minicargador	Op.Mc.001
	Motoniveladora	2	12h	Operador De Motoniveladora	Op.Mn.001
				Operador De Motoniveladora	Op.Mn.002
	Retroexcavadora	4	12h	Operador De Retroexcavadora	Op.Re.001
				Operador De Retroexcavadora	Op.Re.002
				Operador De Retroexcavadora	Op.Re.003
	Manitou	1	12h	Operador De Telehandler	Op.Th.001

Nota: La tabla indica el área de estudio y la codificación de los puestos de trabajo.

Elaborado por: Arboleda Álvaro

3.2. Ubicación e Información

- País: Ecuador
- Provincia: El Oro
- Cantón: Machala
- Parroquia: Puerto Bolívar
- Dirección: Av.4ta Nte., Machala

3.3. Beneficiarios directos

El presente estudio sobre la prevalencia de los trastornos osteomusculares y su afectación a la salud de los operadores de maquinaria pesada en el sector de la construcción tiene múltiples beneficiarios directos, ya que sus resultados y conclusiones pueden influir en diversos niveles y actores dentro y fuera de la industria de la construcción. Los beneficiarios directos incluyen:

Operadores de Maquinaria Pesada: Los operadores de maquinaria pesada son los principales destinatarios de este estudio, ya que proporciona información crucial sobre su salud musculoesquelética y cómo las condiciones laborales pueden influir en ella. Esto les permite comprender mejor los riesgos a los que están expuestos y tomar medidas preventivas para salvaguardar su bienestar.

Empresas de Construcción: Las empresas que emplean a operadores de maquinaria pesada se benefician al obtener información detallada sobre los riesgos ergonómicos y los trastornos osteomusculares presentes en su fuerza laboral. Esto les permite tomar medidas proactivas para mejorar las condiciones de trabajo, reducir los costos asociados con las lesiones laborales y, en última instancia, elevar la productividad de sus empleados.

Profesionales de la Salud Ocupacional: Los profesionales de la salud ocupacional, como médicos, fisioterapeutas y enfermeros, pueden utilizar los resultados de este estudio para una comprensión más profunda de las necesidades de salud específicas de los operadores de maquinaria pesada. Esto les permite brindar atención médica y rehabilitación adaptada a las circunstancias individuales de los trabajadores.

Gobiernos y Autoridades Regulatoras: Los hallazgos de este estudio pueden servir como base de datos para informar a las autoridades gubernamentales y a las entidades reguladoras sobre la necesidad de desarrollar o ajustar normativas y regulaciones relacionadas con la salud y la seguridad en el trabajo. Esto podría incluir la formulación de directrices ergonómicas específicas para la industria de la construcción.

Investigadores y Académicos: Los investigadores en el campo de la salud ocupacional y la ergonomía pueden utilizar los resultados de este estudio como punto de partida para investigaciones adicionales, contribuyendo así al avance del conocimiento científico en esta área de estudio.

3.4. Beneficiarios indirectos

El presente estudio sobre la prevalencia de los trastornos osteomusculares y su afectación a la salud de los operadores de maquinaria pesada en el sector de la construcción puede tener una serie de beneficiarios indirectos, cuyos intereses y entorno se ven influenciados por los resultados de la investigación. Estos beneficiarios indirectos pueden incluir:

Familias de los Trabajadores: Los familiares de los operadores de maquinaria pesada pueden obtener beneficios indirectos a través del estudio al saber que sus seres queridos se encuentran en un entorno laboral más seguro y saludable. Esto disminuye la preocupación y el estrés relacionados con la seguridad y la salud ocupacional de sus familiares.

Aseguradoras y Compañías de Seguros: Las compañías de seguros pueden obtener ventajas al acceder a información actualizada sobre la salud y la seguridad de los trabajadores en la construcción. Esto puede influir en las tarifas de seguros y en la toma de decisiones relacionadas con la cobertura y la prevención de riesgos.

Industria de Equipos y Tecnología Ergonómica: Las empresas que fabrican equipos y tecnología ergonómica pueden beneficiarse al identificar las áreas dentro de la industria de la construcción que requieren soluciones ergonómicas. Esto puede estimular el desarrollo y la comercialización de productos ergonómicos diseñados específicamente para la industria de la construcción.

Consultores y Profesionales de Seguridad y Salud Ocupacional: Los consultores y profesionales dedicados a la seguridad y salud ocupacional pueden emplear los resultados del estudio como referencia para ofrecer servicios de asesoramiento y consultoría a empresas en el sector de la construcción.

Comunidades Circundantes: Las comunidades ubicadas cerca de los sitios de construcción pueden beneficiarse de manera indirecta al contar con un ambiente laboral más seguro y saludable, lo que reduce las posibilidades de que ocurran incidentes laborales que puedan afectar a la comunidad.

3.5. Enfoque y tipo de investigación

El estudio proyecta desarrollar un método transversal bajo la observación directa (In-Situ) que permita recolectar los datos reales que contribuyan a la obtención de resultados óptimos; Asimismo, definir las actividades y tareas de los operadores, determinado las variables de la investigación cualitativas con la aplicación de entrevistas, observación participante y análisis de contenido; así como cuantitativas tras la aplicación del cuestionario nórdico estandarizado, análisis y tabulación de datos del cuestionario, y con apoyo de las referencias bibliográficas, información clave, estudios anteriores, libros, revistas de otras instituciones y entidades a nivel nacional e internacional que permita el desarrollo correcto de la investigación.

3.6. Instrumentos y técnicas de recolección de datos

La Observación: Se puede verificar directamente los procesos y procedimientos, el uso de materiales y herramientas, los tipos de movimientos y su evaluación, así como el correcto accionar de los trabajadores en su puesto de trabajo mediante el uso de esta técnica. La observación en campo proporciona información de área de trabajo, puesto de trabajo, ciclo de trabajo, tiempo de descanso e imágenes que permitan obtener la biometría postural de los operadores de maquinaria.

Cuestionario nórdico estandarizado: Se muestreo a 14 operadores de maquinaria pesada, la aplicación del cuestionario permite identificar la presencia de síntomas que afecten al sistema musculoesquelético en diferentes secciones del cuerpo, como hombros, cuello, codos, espalda, rodillas y muñecas. Las preguntas que componen al cuestionario nórdico cuantifican la intensidad y frecuencia de la sintomatología experimentada durante un tiempo específico, además se puede conocer sobre la interferencia de los síntomas con las actividades laborales y diarias de ellos operadores de maquinaria pesada.

Las Entrevistas: Se llevaron a cabo 14 entrevistas que permiten recopilar datos básicos sobre la información demográficos de los operadores de maquinaria pesada, como edad, género, peso, talla, ocupación, antigüedad en el cargo, tiempo de experiencia. Contribuyen a la obtención y recopilación de información, especialmente cuando se busca adquirir datos detallados y cualitativos de los operadores. Estas entrevistas posibilitan una exploración profunda de las vivencias, percepciones y desafíos vinculados a los trastornos osteomusculares en un contexto laboral específico. Además, las entrevistas proporcionan una comprensión más profunda y cualitativa de los trastornos osteomusculares en el entorno laboral, lo que complementa los enfoques cuantitativos basados en encuestas y

datos epidemiológicos, capturando las voces y experiencias de los operadores, lo cual puede conducir a soluciones más efectivas y centradas en determinar la prevalencia de los trastornos osteomusculares en los operadores.

Software de evaluación ergonómica: Estas herramientas son esenciales para identificar y abordar problemas ergonómicos en el lugar de trabajo, fomentando así la salud y el bienestar de los operadores, disminuyendo los riesgos de lesiones relacionadas con la ergonomía y mejorando la eficiencia laboral. La elección y utilización apropiada de estos programas pueden contribuir en gran medida a la mejora de las condiciones de trabajo y la calidad de vida de los empleados.

Herramientas de análisis estadístico: Facilitan el análisis y la comprensión de patrones, asociaciones y tendencias en los datos recolectados, lo que puede ser crucial para tomar decisiones informadas y desarrollar estrategias de prevención y mejora de las condiciones laborales. Estas herramientas estadísticas son fundamentales para procesar, analizar e interpretar los datos relativos a los trastornos osteomusculares en el entorno laboral. Su correcta aplicación permite a los investigadores tomar decisiones precisas para mejorar las condiciones laborales y reducir los riesgos para la salud de los trabajadores.

3.7. Consideraciones bioéticas

Los operadores de maquinaria pesada que participan en el estudio lo hacen de manera voluntaria y conociendo los objetivos y futuro alcance de la investigación; en todas las fases del estudio los operadores permanecerán informados de los resultados. Los rostros, así como nombres de empresas se mantendrán en el anonimato, para velar por la seguridad física de los sujetos de estudio.

El lugar de estudio donde se realizará la investigación fue seleccionado, por ser una zona de ampliación y construcción con el uso frecuente de maquinaria pesada, de igual manera por ser una extensa construcción cuenta con un número considerable de operadores de maquinaria pesada. El total de operadores participantes para la presente investigación es de 14, operando en diversas maquinarias pesadas.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis descriptivo

4.1.1. Criterio de inclusión

- Operadores de maquinaria pesada que hayan trabajado mínimo un tiempo mayor a 1 año como operador.
- Personal operador que labore en el sector de la construcción y que no haya sido diagnosticado de alguna enfermedad osteomuscular previo al inicio de la investigación.

4.1.2. Criterio de exclusión

- Personal que no cuente con licencia de operador de maquinaria pesada.
- Personal operador que no esté dispuesto a participar en el estudio, o sin autorizar el consentimiento para el manejo de información.
- Personal operador que no cumplan con la mayoría de edad legal para poder laborar.

4.2. Medidas de tendencia central

Las medidas de tendencia central son esenciales para entender y transmitir la dimensión y características de los trastornos identificados. Son de vital importancia para comprender la seriedad, la extensión y el desarrollo de los problemas osteomusculares en los operadores de maquinaria pesada del ámbito de la construcción. Estos datos proporcionan información crucial para adoptar decisiones informadas y eficaces destinadas a mejorar la salud y el bienestar de los trabajadores en este entorno laboral particular.

Las medidas de tendencia central desempeñan un papel crucial en la estadística y el análisis de datos, ya que resumen de manera clara la distribución de los datos en torno a un valor central. Estas medidas son fundamentales para comprender cómo se concentran

los datos y dónde se sitúan en un conjunto de observaciones, lo que facilita a los investigadores y analistas obtener información valiosa y tomar decisiones fundamentadas en diversas áreas de estudio, la importancia de las medidas de tendencia central incluyen su capacidad para resumir la distribución de datos, identificar patrones y tendencias, y proporcionar una comprensión general de la variabilidad en un conjunto de observaciones. Además, estas medidas permiten una comparación efectiva entre diferentes conjuntos de datos y ayudan a evaluar la similitud o disparidad entre las muestras [78].

4.2.1. Datos cuantitativos

Los datos cuantitativos brindan una fundamentación objetiva para comprender la frecuencia y el efecto de los trastornos osteomusculares en la salud de los operadores de maquinaria pesada en la industria de la construcción. Estos datos posibilitan la realización de análisis estadísticos y la evaluación exhaustiva de la gravedad de los problemas de salud, lo que a su vez facilita la identificación de enfoques eficaces para prevenir y tratar estos trastornos de manera efectiva.

Tabla 2: Cálculo de Medidas de tendencia central

N°	CÓDIGO	EDAD	MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL PARA EDAD		MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL PARA ALTURA		PESO	IMC	RANGO	MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL PARA PESO	
1	Op.Rc.001	55			1,7		75	26	Sobrepeso		
2	Op.Rc.002	47			1,6		63	24,6	Peso Normal		
3	Op.Ex.001	42	Media	40	1,63	Media	1,6	65	24,5	Peso Normal	Media 60
4	Op.Ex.002	45			1,8		70	21,6	Peso Normal		
5	Op.Ex.003	32			1,81		75	22,9	Peso Normal		
6	Op.Fa.001	43			1,55		65	27,1	Sobrepeso		
7	Op.Gr.001	27			1,63		60	22,6	Peso Normal		
8	Op.Mc.001	55	Mediana	42	1,65	Mediana	1,6	55	20,2	Peso Normal	Mediana 64
9	Op.Mn.001	30			1,63		64	24,1	Peso Normal		
10	Op.Mn.002	43			1,58		57	22,8	Peso Normal		
11	Op.Re.001	55	Moda	55	1,6	Moda	1,6	57	22,3	Peso Normal	Moda 57
12	Op.Re.002	31			1,6		53	20,7	Peso Normal		65

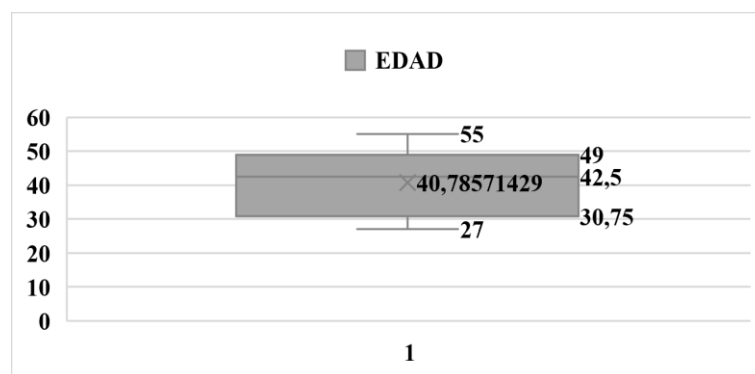
13	Op.Re.003	36	1,87	95	27,2	Sobrepeso
14	Op.Th.001	30	1,66	60	21,8	Peso Normal

Nota: En la presente tabla se muestran los valores de tendencia central para los datos cualitativos de Edad, Altura y Peso.

Elaborado por: Arboleda Álvaro

4.2.1.1. Análisis de resultados en base a la Edad

Figura 1: Diagrama de caja datos de tendencia central de Edad



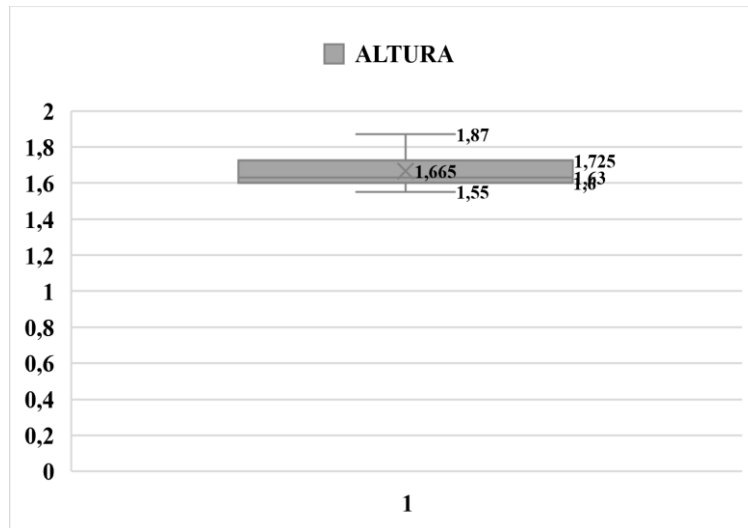
Fuente: Cuestionario de entrevista

Elaborado por: Arboleda Álvaro

La media nos muestra que, en promedio las edades en el conjunto de datos tienden a agruparse alrededor de los 40 años. La media proporciona una medida central útil para comprender la distribución general de las edades en el grupo analizado. La mediana permite entender que la mitad de las edades en el conjunto de datos son menores o iguales a 42, y la otra mitad son mayores o iguales a 42. Por último, el cálculo de la moda indica que, para el conjunto de datos, el valor que más se repite es 55, que aparece tres veces. Por lo tanto, la moda en este conjunto de datos es 55. De este resultado implica comprender que la edad de 55 años es la más común en el grupo de datos de edad.

4.2.1.2. Análisis de resultados en base a la Altura

Figura 2: Diagrama de caja datos de tendencia central de la Altura



Fuente: Cuestionario de entrevista

Elaborado por: Arboleda Álvaro

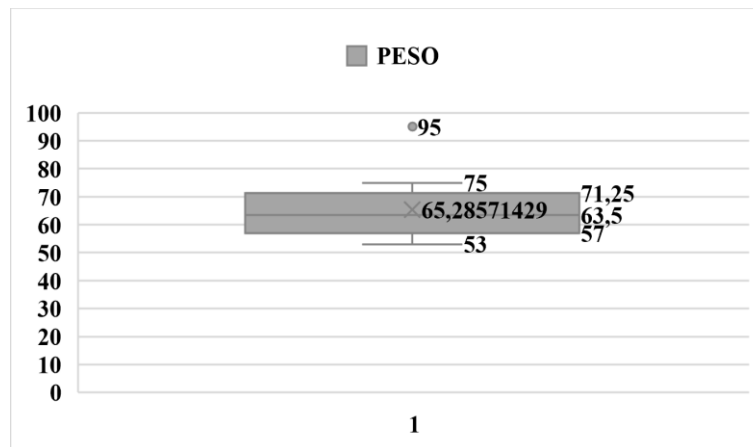
La media muestra que, en promedio las alturas en el conjunto de datos tienden a estar alrededor de 1,6 metros. Sin embargo, es importante tener en cuenta que algunas alturas pueden estar por encima o por debajo de este valor promedio, lo que indica cierta variabilidad en la distribución de las alturas.

La mediana permite entender que la mitad de las alturas en el conjunto de datos son menores o iguales a 1,6 metros, y la otra mitad son mayores o iguales a 1,6 metros. Por último, el cálculo de la moda indica que, para el conjunto de datos, 1,6 y 1,63 son los valores que más se repiten, cada uno aparece tres veces.

Por lo tanto, hay dos modas en este conjunto de datos, 1,6 y 1,63. De este resultado implica comprender que las alturas de 1,6 metros y 1,63 metros son las más comunes en el conjunto de datos de altura.

4.2.1.3. Análisis de resultados en base al Peso

Figura 3: Diagrama de caja datos de tendencia central del Peso



Fuente: Cuestionario de entrevista

Elaborado por: Arboleda Álvaro

Del análisis de datos del peso se obtiene el índice de masa corporal, lo cual establece que del 100% (14) de los operadores de maquinaria pesada el, 79% (11) presentan un peso normal, y el 21% (3) presentan un sobrepeso según lo establece el IMC del Ministerio de Salud Pública [79].

La media muestra que, en promedio los pesos en el conjunto de datos tienden a estar alrededor de 60 kilogramos. La mediana permite entender que la mitad de los pesos en el conjunto de datos son menores o iguales a 64 kilogramos, y la otra mitad son mayores o iguales a 64 kilogramos. Por último, el cálculo de la moda indica que, para el conjunto de datos, los valores 57 y 65 aparecen con la mayor frecuencia, cada uno se repite dos veces. Por lo tanto, hay dos modas en este conjunto de datos, 57 y 65. De este resultado implica comprender que los valores de 57 y 65 son los más comunes en el conjunto de datos de peso.

4.2.2. Datos Categóricos

Género

En la tabla 6, se analiza los datos del género:

Tabla 3: Genero

GÉNERO	
Masculino	14

Femenino	0
----------	---

Fuente: Cuestionario de entrevista

Elaborado por: Arboleda Álvaro

En base a los datos obtenidos de la encuesta, de un total de 14 operadores de maquinaria pesada, se encontró que el 100% (14) son de sexo masculino.

Tiempo de experiencia en el sector de la construcción

En la tabla 7, se analiza el tiempo de experiencia en la construcción tienen los operadores de maquinaria pesada:

Tabla 4: Tiempo de experiencia en el sector de la construcción

TIEMPO DE EXPERIENCIA EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN	
1 - 5 años	3
6 - 10 años	3
11 - 15 años	4
16 - 20 años	0
21 años o más	4

Fuente: Cuestionario de entrevista

En base a los resultados que se obtuvieron del cuestionario, de una muestra de 14 operadores encuestados, se encontró que el 29% (4) de los operadores tienen experiencia en el sector de la construcción de más 21 años, el otro componente indica que el 29% (4) de los operadores poseen una experiencia de entre 11 a 15 años de experiencia en la construcción, el 21% (3) de los operadores tiene una experiencia de 6 a 10 años de experiencia en la construcción, y el 21% (3) de ellos poseen una experiencia de 1 a 5 años de experiencia en el sector de la construcción.

Antigüedad en el cargo de operador

En la tabla 8, se analiza la antigüedad en el cargo de operador de maquinaria pesada:

Tabla 5: *Antigüedad en el cargo de operador*

ANTIGÜEDAD EN EL CARGO DE OPERADOR	
1 - 6 años	8
7 - 12 años	1
13 - 18 años	1
18 años a más	4

Fuente: *Cuestionario de entrevista*

Elaborado por: *Arboleda Álvaro*

Del 100% (14) de operadores encuestados se puede evidenciar que, el 57% (8) operadores tienen una antigüedad como operadores entre 1 a 6 años, el 29% (4) poseen una antigüedad de 18 años en adelante como operadores, el 7% (1) tiene una antigüedad de 13 a 18 años como operador y el 7% (1) de los operadores tienen 7 a 12 años de antigüedad como operadores de maquinaria pesada.

4.3. Observación directa

La aplicación de esta técnica se empleó para recopilar información objetiva y detallada sobre las condiciones de trabajo, los movimientos corporales, las posturas, las prácticas laborales y cualquier otro aspecto relevante que pueda contribuir a los trastornos osteomusculares.

La observación directa se caracteriza por su objetividad, ya que los observadores registran lo que realmente ocurre sin interferir en las actividades de los trabajadores. Esto garantiza que los datos recopilados sean lo más fieles posible a la realidad [80]. Lo que permite que se puedan registrar los datos en tiempo real mientras observan las actividades laborales. Esto significa que capturan información a medida que ocurre, lo que puede ser particularmente útil para identificar movimientos repetitivos, posturas incómodas o situaciones de riesgo ergonómico en el momento en que ocurren.

Durante la observación, se registran variables clave relacionadas con la ergonomía y la salud musculoesquelética, como la duración de las actividades, la frecuencia de movimientos, las posturas adoptadas y cualquier práctica insegura en los trabajadores de maquinaria pesada, también se tiene en cuenta el contexto y el entorno laboral, como la disposición de las herramientas y equipos, la iluminación, la temperatura y otros factores que pueden influir en la salud y el bienestar de los trabajadores.

Por lo tanto, la observación directa es útil para esta investigación de trastornos osteomusculares en trabajadores de maquinaria pesada en la construcción porque permite una comprensión más completa de las condiciones de trabajo y los riesgos ergonómicos a los que están expuestos.

4.3.1. Resultado de informe de observación

El área de trabajo de los operadores de maquinaria pesada se centra en el uso efectivo y seguro de su equipo. Este espacio laboral es crucial para garantizar la eficiencia en las operaciones y, lo que es aún más importante, la seguridad del operador y de quienes lo rodean.

Un operador de maquinaria pesada se adapta a la función específica de la máquina y a las necesidades de la tarea. La seguridad es una prioridad clave en este entorno, y los operadores deben recibir capacitación adecuada para operar su equipo de manera segura y eficiente.

La organización y el mantenimiento adecuados del área de trabajo son esenciales para garantizar la productividad y reducir los riesgos laborales.

Datos informativos

Periodo de observación: Junio – Agosto del año 2023

Turno de jornada: Diurno y Nocturno

Lugar: Personal en campo, Machala

Hora:

- Dia: 09:00 – 12:00 am
- Noche: 20:00 – 23:00 pm

Resultados: Son 14 operadores de maquinaria pesada, la maquinaria se emplea para actividades de obra civil como; excavación, movimiento de tierras, izaje de carga, carga de materiales, movimiento de materiales, tendido de material asfáltico y compactación de material asfáltico.

Dentro de los equipos a operar se verifica el uso de palancas, volante, asiento.

Por último, se determina que las jornadas de trabajo son de 12 horas, en turnos rotativos en el día y en la noche.

Observación:

Tabla 6: Resultados de la observación directa, evaluación de condiciones laborales.

N°	CÓDIGO	MANTENIMIENTO DE UNA POSTURA ADECUADA	HORAS DE TRABAJO	CONDICIONES DEL EQUIPO			ESPECIALIDAD DE CABINA ADECUADA	CONDICIONES DE OPERACIÓN		TRABAJO DE PRECISIÓN	USO DE EPP
				ASIENTOS	ESPALDAR	APORTAZOS		VOLANTE	PALANCAS		
1	Op.Rc.001	X	12	No	Si	Si	Si	X	X	Si	Si
2	Op.Rc.002	X	12	No	Si	Si	Si	X	X	Si	Si
3	Op.Ex.001					No	Si		X		
4	Op.Ex.002	X	12	No	Si	No	Si		X	Si	No
5	Op.Ex.003	X	12	Si	Si	No	Si		X	Si	Si
6	Op.Fa.001	X	12	No	Si	No	Si		X	Si	No
7	Op.Gr.001	X	12	Si	Si	Si	Si	X	X	Si	No
8	Op.Mc.001	X	12	Si	Si	Si	Si	X	X	Si	No
9	Op.Mn.001	X	12	Si	Si	No	Si		X	Si	No
10	Op.Mn.002	X	12	Si	Si	Si	No	Si	X	Si	No
11	Op.Re.001	X	12	Si	Si	No	Si	X	X	X	No
12	Op.Re.002	X	12	Si	Si	No	Si	X	X	X	No
13	Op.Re.003	X	12	Si	Si	No	Si	X	X	X	No
14	Op.Th.001	X	12	Si	Si	No	Si	X	X	No	No

Nota: La tabla indica los datos y resultados de la observación directa, evaluación de condiciones laborales.

Elaborado por: Arboleda Álvaro

4.3.2. Posturas de trabajo

Las posturas de trabajo de los operadores de maquinaria pesada son más que simples posiciones; representan un aspecto crítico de su labor. Estas posturas no solo afectan la comodidad y la eficiencia en su trabajo, sino que también influyen directamente en su seguridad. Para garantizar un entorno laboral seguro y cómodo, es fundamental que mantengan posturas adecuadas, lo que no solo protege su salud, sino que también mejora su bienestar en general. Adoptar una postura ergonómica y tomar medidas preventivas para evitar lesiones relacionadas con la postura son prácticas esenciales en esta profesión.

Tabla 7: Posturas de trabajo

CÓDIGO	POSTURA	RELAJADO O APOYADO	TENSO	GIRADO O INCLINADO	TIEMPO DE DURACIÓN TOTAL (MIN)	PAUSAS O INTERRUPCIONES
Op.Rc.001	Cuello		X		240	0
	Espalda	X				
	Brazos		X			
	Muñeca			X		
	Pies	X				
Op.Rc.002	Cuello	X			120	0,2
	Espalda	X				
	Brazos	X				
	Muñeca			X		
	Pies	X				
Op.Ex.001	Cuello	X			280	1
	Espalda	X				
	Brazos		X			
	Muñeca			X		
	Pies	X				
Op.Ex.002	Cuello	X			180	1
	Espalda	X				
	Brazos		X			
	Muñeca			X		
	Pies	X				
Op.Ex.003	Cuello	X			300	1
	Espalda	X				
	Brazos		X			
	Muñeca			X		
	Pies	X				
Op.Fa.001	Cuello			X	480	0
	Espalda			X		
	Brazos		X			
	Muñeca			X		
	Pies	X				
Op.Gr.001	Cuello		X		240	0
	Espalda		X			
	Brazos	X				
	Muñeca			X		
	Pies	X				
Op.Mc.001	Cuello	X			100	0
	Espalda	X				
	Brazos	X				
	Muñeca			X		
	Pies	X				
Op.Mn.001	Cuello		X		300	0
	Espalda		X			
	Brazos		X			
	Muñeca			X		
	Pies	X				
Op.Mn.002	Cuello		X			
	Espalda		X			

	Brazos		X		
	Muñeca			X	
	Pies	X			300
Op.Re.001	Cuello		X		0
	Espalda	X			
	Brazos	X			
	Muñeca			X	
	Pies	X			360
Op.Re.002	Cuello		X		0
	Espalda	X			
	Brazos	X			
	Muñeca			X	
	Pies	X			180
Op.Re.003	Cuello			X	1
	Espalda			X	
	Brazos		X		
	Muñeca			X	
	Pies	X			280
Op.Th.001	Cuello	X			
	Espalda	X			
	Brazos		X		
	Muñeca			X	
	Pies	X			60

Nota: La tabla indica los resultados de la observación directa de las posturas de trabajo

Elaborado por: Arboleda Álvaro

4.3.3. Factores del puesto

Ciclos de trabajo

Los operadores de maquinaria pesada se enfrentan a tareas laborales que suelen involucrar ciclos de trabajo específicos, los cuales pueden variar en duración y frecuencia. Estas acciones por ciclos de trabajo son fundamentales para garantizar la eficiencia, su seguridad y un adecuado manejo ergonómico para operar maquinaria pesada.

Para determinar los ciclos de trabajo, primero se establece lo siguiente:

- **Tiempo de la tarea:** Este es el lapso necesario para completar una sola unidad de trabajo o un ciclo completo de la labor, es decir, que se refiere al período de tiempo que se requiere para terminar la tarea de principio a fin.
- **Tiempo de Descanso o Inactividad:** Se refiere al período en el cual los trabajadores no están involucrados en la tarea, ya sea por descansos programados, tiempos de espera entre ciclos o cualquier otro tipo de inactividad.
- **Tiempo de Ciclo Total:** Representa la suma del tiempo de tarea y el tiempo de pausa o inactividad. Esto denota la duración completa de un ciclo de trabajo, desde el inicio de una tarea hasta el inicio de la siguiente.

Para concluir, el ciclo de trabajo es la relación que existe entre el tiempo de ciclo total y el tiempo de la tarea.

Duración de la Tarea

La duración de la actividad se refiere al período de tiempo durante el cual un operador de maquinaria pesada se dedica a ejecutar una tarea específica o una serie de acciones relacionadas. La extensión de esta duración puede variar notablemente, dependiendo del tipo de maquinaria empleada, la naturaleza de la tarea en cuestión y el contexto laboral circundante. Algunas tareas pueden concluir en un lapso relativamente breve, mientras que otras pueden extenderse a lo largo de varias horas. La duración de la actividad desempeña un papel fundamental en la programación de las labores y en la gestión del tiempo del operador.

Frecuencia de Acciones

La frecuencia de las operaciones hace referencia al número de veces que un operador ejecuta una acción específica en un intervalo de tiempo determinado. Esta cadencia puede experimentar notables variaciones, dependiendo de la naturaleza de la tarea y las circunstancias que la rodean.

Tabla 8: Factores del puesto

CÓDIGO	ACTIVIDAD	DURACIÓN DE LA TAREA			Total, de Acciones Por Ciclo	Frecuencia de Acciones
		(H)	(Min)	(Seg)		
OP.EX.001	Excavación de tierras	4.7	280	16800	24000	86
OP.EX.002	Excavación de tierras	2.7	160	9600	24000	150
OP.EX.003	Excavación de tierras	4.7	280	16800	24000	86
OP.FA.001	Tendido de cbgm y asfalto	8.0	480	28800	38400	80
OP.GR.001	Izaje de cargas	4.0	240	14400	19200	80
OP.MC.001	Carga y traslado de carga.	1.7	100	6000	8000	80
OP.MN.001	Nivelación para mejoramiento de suelo	0.9	52	3120	4160	80
OP.MN.002	Nivelación para mejoramiento de suelo	0.9	52	3120	4160	80
OP.RC.001	Compactación de cbgm y asfalto	4.0	240	14400	16800	70
OP.RC.002	Compactación de cbgm y asfalto	2.0	120	7200	16800	140
OP.RE.001	Remoción de suelos	6.0	360	21600	28800	80
OP.RE.002	Remoción de suelos	2.7	160	9600	12800	80
OP.RE.003	Remoción de suelos	4.7	280	16800	2400	9
OP.TH.001	Traslado carga	1.0	60	3600	4160	69

Nota: La tabla los valores de duración de la tarea, acciones por ciclo de trabajo y frecuencia de acciones.

Elaborado por: Arboleda Álvaro

4.3.4. Análisis posturas de ángulos

El objetivo principal del análisis de postura y ángulos es identificar y corregir posturas o movimientos inapropiados que aumentan el riesgo de lesiones laborales como el síndrome de túnel carpiano, las lesiones de espalda, la tendinitis y otros trastornos musculoesqueléticos, anexo A.

Este análisis se centra en evaluar cómo los operadores interactúan con equipos de maquinaria pesada desde una perspectiva ergonómica. Se examinan los ángulos de las articulaciones clave, como el cuello, la espalda, los brazos, los codos, las rodillas, las caderas y las muñecas, con referencia de puntos anatómicos conocidos para garantizar que no estén sometidos a tensiones excesivas o movimientos incómodos durante la operación de la maquinaria. Se busca evitar ángulos agudos o excesivamente extendidos que puedan causar molestias o lesiones con el tiempo. El análisis de la postura y los ángulos es fundamental para proteger la salud y seguridad de los trabajadores, así como para optimizar la eficiencia en el lugar de trabajo. En esta investigación, se utiliza el software ergonómico **ERGOsoft Pro (Software de Evaluación de Riesgos Ergonomicos)** para procesar los datos e imágenes. Al identificar y abordar problemas ergonómicos, las organizaciones pueden reducir el riesgo de lesiones laborales y mejorar la calidad de vida de los operadores de maquinaria pesada.

4.4. Análisis del Cuestionario Nórdico Estandarizado

Mediante la aplicación del cuestionario nórdico estandarizado se recopila y el procesa los datos obtenidos, con el objetivo de identificar patrones, tendencias y relaciones significativas que ayuden a comprender mejor la situación y tomar decisiones acordes a los resultados. En el contexto de la investigación sobre trastornos osteomusculares en operadores de maquinaria pesada, este análisis revela patrones y factores clave que permiten identificar los factores de riesgo osteomuscular.

Tabla 9: Cuestionario nórdico Estandarizado

N°	Hábitos					SU TRABAJO										CONDICIÓN ACTUAL															
	¿Fu ma ?	¿H a fu ma do en los últi mo s 30 día s?	¿Re aliz a acti vid ad físic a?	Frec uenc ia con la que reali za activ idad físic a	¿H a sufr ido alg una lesi ón fue ra del hor ario de trab ajo ?	¿Tip o de lesi ón?	¿Req uirió trata mient o?	¿Ocu pación difer ente s pues tos de lesió n trab ajo o reali za difer ente s tare as en su trab ajo?	¿Ha sufr ido alg un o tipo de lesió n?	¿Qu é tipo de lesi ón?	¿Req uirió trata mient o?	¿Qué tipo de tratam iento?	¿Req uirió incap acida d labor al temp oral?	¿Du rant e cuá nto tiem po reali za su trab ajo?	¿pos ició n en la que reali za su trab ajo?	¿dur ante cuá nto tiem po reali za su trab ajo?	Dolor o mole stia actua lment e	Zona o regi ón del cuer po	Frec uenc ia con la que se pre senta el dolor o mole stia	¿su dolo r o mole stia se prod ujo por?	¿requ irió trata mient o?	¿qué tipo de tratam iento requiri ó?	¿dónde se realiz ó el trata mient o?	¿el dolor o mole stia afect o su mpe ño en el traba jo?	¿ha neces idad o cam biar de traba jo?	¿cuá ndo se pre senta el dolor o mole stia?	¿de qué man era se pres enta el dolor o mole stia?	¿ha teni do mol esti a en los últi mo s 7 días ?	Escal a de rang o 0 a 5		
1	Si	Si	si	sema nal	si	tendi nitis hom bro	No	no	no	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	sent ado	Mas de 4 hora s	Si	Cu ello	A men udo	Acti vida d Físi ca	si	farmac ológic o	Espec ialista	si	no	al final del día	espo rádic o	no	N/A		
2	No	No	si	una vez al mes	no	n/a	No	no	no	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	sent ado	30 min a 2 hora s	No	N/ A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	no	N/A	N/A	no	N/A	
3	No	No	si	sema nal	no	n/a	No	no	no	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	sent ado	30 min a 2 hora s	No	N/ A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	no	no	n/a	N/A	N/A	no	N/A
4	No	No	si	una vez al mes	si	esgu ince de hom bro	No	no	no	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	sent ado	30 min a 2 hora s	Si	Ho mb ro	A vece s	Acti vida d Físi ca	no	n/a	n/a	no	no	n/a	N/A	no	n/a		

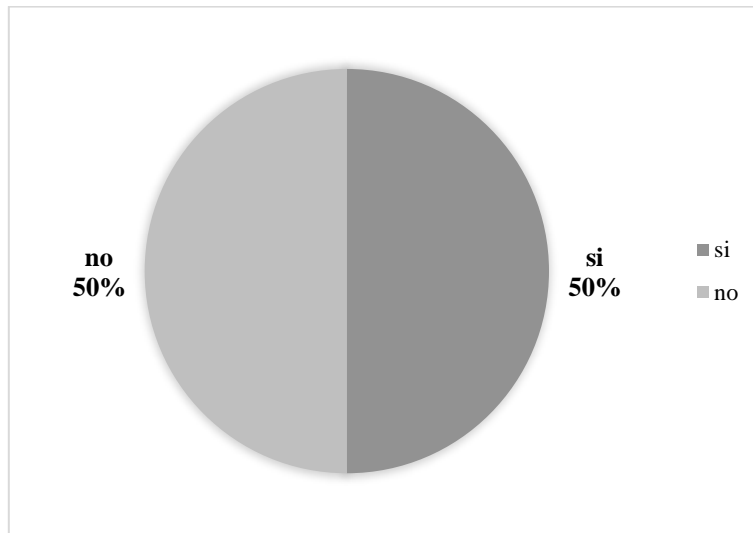
5	OP.EX.003	Si	Si	si	semanal	si	Ligamento rodilla	Si	si	no	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	sentado	Mas de 4 horas	Si	Espalda	Muy amenuado	Actividad Fisica	si	fisioterapia	Fisioterapia	si	no	Al realizar otras actividades	esporádico	no	n/a
6	OP.FA.001	No	No	si	semanal	no	n/a	no	si	no	n/a	n/a	n/a	n/a	sentado	30 min a 2 horas	No	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	no	N/A	N/A	no	N/A	
7	OP.GR.001	No	No	si	semanal	no	n/a	no	si	Esguince de tobillo	Si	farmacológico	si	3	sentado	2 a 4 horas	No	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	no	N/A	N/A	no	N/A	
8	OP.MC.001	No	No	si	semanal	si	dolor de hombro	no	si	si	Fractura de pierna	Si	especialista	si	30	sentado	30 min a 2 horas	Si	Cu ello	Amenudo	Actividad Fisica	no	n/a	n/a	no	no	Al realizar otras actividades	Puntual	si	3
9	OP.MN.001	No	No	si	semanal	si	Ligamento rodilla	si	si	no	n/a	n/a	n/a	n/a	sentado	Mas de 4 horas	Si	Rodilla	A veces	Actividad Fisica	si	farmacológico	seguro social	no	no	Al realizar otras actividades	Puntual	si	3	
10	OP.MN.002	Si	Si	si	semanal	si	Ligamento rodilla	si	si	si	Luxación de hombro	Si	especialista	si	15	sentado	30 min a 2 horas	Si	Brazo	A veces	Actividad Fisica	no	n/a	n/a	no	no	N/A	N/A	no	N/A
11	OP.RE.001	No	No	si	una vez al mes	no	n/a	no	si	si	Esguince de tobillo	Si	farmacológico	si	3	sentado	mas de 4 horas	No	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	no	N/A	N/A	no	N/A	

12	No	No	si	sema nal	si	Desg arre en piern a	si	no	no	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	sent ado	2 a 4 hora s	Si	Esp ald a	A men udo	Trab ajo	no	n/a	n/a	no	no	N/A	N/A	no	N/A	
13	No	No	si	sema nal	no	n/a	no	no	no	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	sent ado	3 a 4 hora s	Si	Esp ald a	Muy a men udo	Otra	no	n/a	n/a	no	no	N/A	N/A	no	N/A	
14	Si	Si	si	sema nal	no	n/a	no	no	no	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	sent ado	30 min a 2 hora s	No	N/ A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	no	N/A	N/A	no	N/A

Nota: Tabla de datos del Cuestionario nórdico Estandarizado.

Elaborado por: Arboleda Álvaro

Figura 4: Porcentaje lesión fuera del horario de trabajo

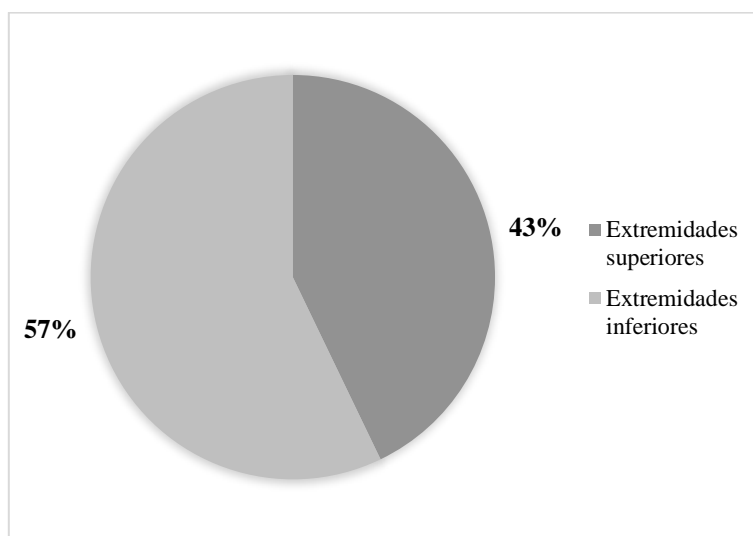


Fuente: Resultado del Cuestionario Nórdico Estandarizado

Elaborado por: Arboleda Álvaro

La recolección de datos del cuestionario nórdico permite identificar que, el 50% (7) de los operadores de maquinaria pesada, han sufrido algún tipo de lesión fuera del horario de trabajo, y el 50% (7) no han sufrido algún tipo de lesión fuera del horario de trabajo.

Figura 5: Lesión por plano transversal.

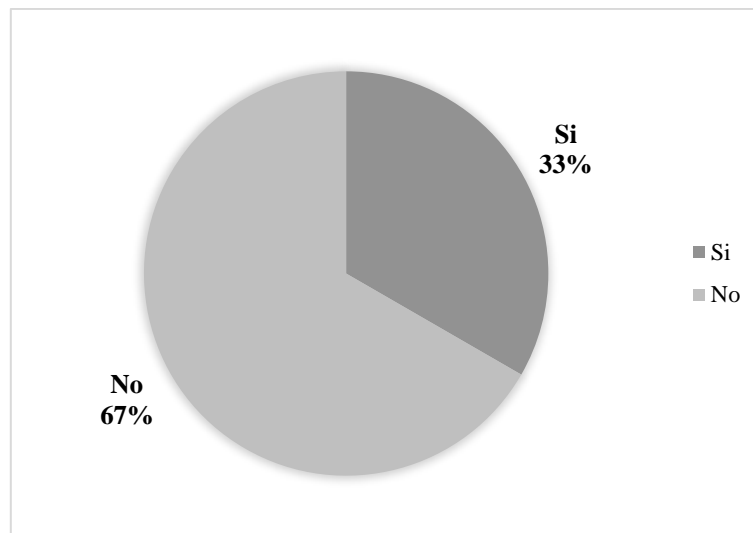


Fuente: Resultado del Cuestionario Nórdico Estandarizado

Elaborado por: Arboleda Álvaro

La recolección de datos del cuestionario nórdico permite identificar que, el 57% (4) de las lesiones tomando en cuenta el plano transversal del cuerpo humano se manifiesto en las extremidades inferiores, y el 43% (3) se manifiesto en las extremidades superiores.

Figura 6: Porcentaje de lesión realizando su trabajo

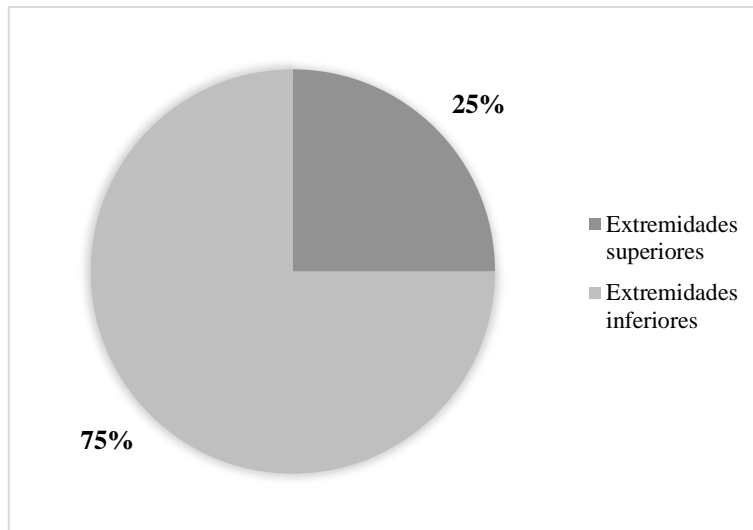


Fuente: Resultado del Cuestionario Nórdico Estandarizado

Elaborado por: Arboleda Álvaro

La recolección de datos del cuestionario nórdico permite identificar que, el 67% (10) de los operadores de maquinaria afirma no haber tenido alguna lesión al realizar su trabajo, y el 33% (4) de los operadores de maquinaria afirma haber tenido alguna lesión al realizar su trabajo.

Figura 7: Lesión por plano transversal

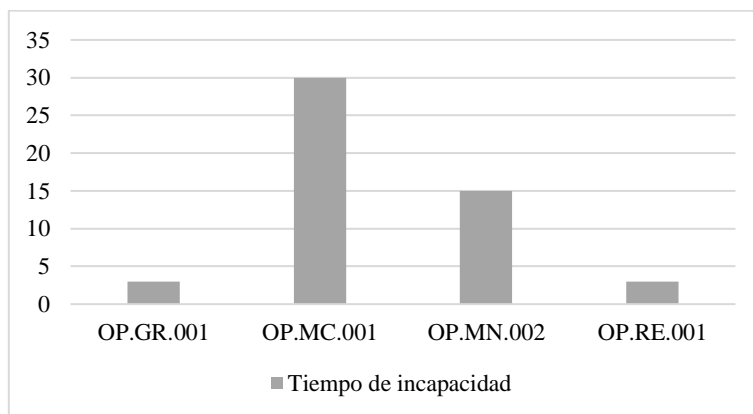


Fuente: Resultado del Cuestionario Nórdico Estandarizado

Elaborado por: Arboleda Álvaro

Del 100% (4) de los operadores que afirma haber tenido alguna lesión al realizar su trabajo, el 75% (3) de las lesiones tomando en cuenta el plano transversal del cuerpo humano se manifiesto en las extremidades inferiores, y el 25% (1) se manifiesto en las extremidades superiores.

Figura 8: Diagrama de barras de tiempo de recuperación.

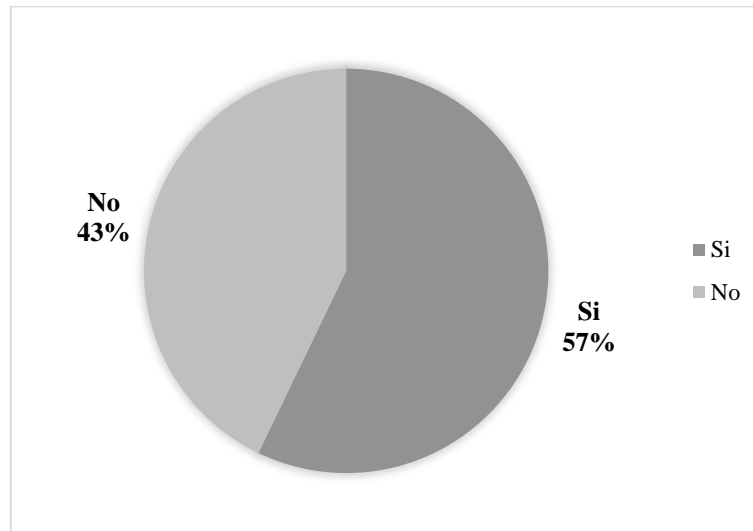


Fuente: Resultado del Cuestionario Nórdico Estandarizado

Elaborado por: Arboleda Álvaro

La tabulación de datos muestra que el mayor tiempo en días requerido de recuperación ha sido de 30 días en el operador OP.MC.001 por una fractura, y el menor tiempo en días de recuperación de la lesión ha sido de 3 días en los operadores OP.GR.001 y OP.RE.001.

Figura 9: Dolor o molestia actualmente



Fuente: Resultado del Cuestionario Nórdico Estandarizado

Elaborado por: Arboleda Álvaro

La tabulación de datos indica que de los 14 operadores de maquinaria pesada entrevistados el, 57% (8) afirma tener un dolor o molestia actualmente, y el 43% (6) afirma no tener un dolor o molestia actualmente.

Región del cuerpo que se manifiesta dolor o molestias actualmente

En la tabla 10, se muestra el cuadro de dolencias y patologías que presentan actualmente los operadores de maquinaria pesada:

Tabla 10: Frecuencia en la que se presenta el dolor o molestia

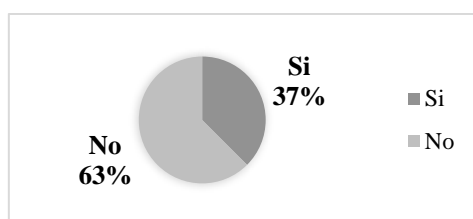
Frecuencia en la que se presenta el dolor o molestia			
	A veces	A menudo	Muy a menudo
Cuello		2	
Hombro izquierdo			
Hombro derecho	1		
Brazo izquierdo			
Brazo derecho	1		
Codo izquierdo			
Codo derecho			
Antebrazo izquierdo			
Antebrazo derecho			
Muñeca izquierda			
Muñeca derecha			
Mano izquierda			
Mano derecha			
Zona lumbar		1	2
Cadera			
Muslo izquierdo			
Muslo derecho			
Rodilla izquierda	1		
Rodilla derecha			
Pierna izquierda			
Pierna derecha			
Pie / tobillo izquierdo			
Pie / tobillo derecho			

Fuente: Resultado del Cuestionario Nórdico Estandarizado

Elaborado por: Arboleda Álvaro

La tabla permite identificar que el dolor o molestia que se manifiesta con frecuencia de muy a menudo son el cuello y la zona lumbar del cuerpo.

Figura 10: Requirió tratamiento



Fuente: Resultado del *Cuestionario* Nórdico Estandarizado

Elaborado por: Arboleda Álvaro

Del 100% (8) de los operadores que afirma tener un dolor o molestia actualmente, el 63% (5) afirma no haber requerido tratamiento para tratar el dolor o molestia, 37% (3) afirma si haber requerido tratamiento para tratar el dolor o molestia.

4.5. Análisis de resultado método REBA (Rapid Entire Body Assessment).

En la tabla 11, se detallan los puestos de trabajo evaluados con OCRA y la estimación de su respectiva ponderación, mientras la figura 18 detalla el índice de riesgo REBA, revisar el Anexo B para verificar datos de biomecánica de los operadores de maquinaria pesada.

Tabla 11: Puestos de trabajo evaluados con REBA

Nº	PUESTO DE TRABAJO	CÓDIGO	ÍNDICE DE RIESGO REBA		NIVEL DE RIESGO
			Brazo Izquierdo	Brazo Derecho	
1	Operador rodillo compactador	OP.RC.001	10	7	Alto
2	Operador rodillo compactador	OP.RC.002	10	7	Alto
3	Operador de excavadora	OP.EX.001	8	8	Alto
4	Operador de excavadora	OP.EX.002	8	8	Alto
5	Operador de excavadora	OP.EX.003	8	8	Alto
6	Operador de la finisher de asfalto	OP.FA.001	12	12	Muy Alto
7	Operador de grúa	OP.GR.001	8	8	Alto
8	Operador del minicargador	OP.MC.001	6	6	Medio
9	Operador de motoniveladora	OP.MN.001	11	9	Muy Alto
10	Operador de motoniveladora	OP.MN.002	9	8	Alto
11	Operador de retroexcavadora	OP.RE.001	7	7	Medio
12	Operador de retroexcavadora	OP.RE.002	9	9	Alto
13	Operador de retroexcavadora	OP.RE.003	10	9	Alto
14	Operador de telehandler	OP.TH.001	10	6	Alto

Fuente: R.E.B.A

Elaborado por: Arboleda Álvaro

Se determina que del 100% (14) operadores de maquinaria pesada evaluados con el método REBA; el 71% (10) indican un nivel de riesgo Alto, el 14% (2) indican un nivel de riesgo Muy Alto, y el 15% (2) indican un nivel de riesgo Medio.

A continuación, se analiza otros factores que contempla el método REBA.

4.5.1. Puntos Brazos

En la tabla 12, se analiza el factor de Puntos Brazos obtenido de la aplicación del método REBA:

Tabla 12: Puntos Brazo REBA

CÓDIGO	PUNTOS BRAZOS	
	BRAZO IZQUIERDO	BRAZO DERECHO
OP.RC.001	5	3
OP.RC.002	5	3
OP.EX.001	3	3
OP.EX.002	3	3
OP.EX.003	4	4
OP.FA.001	4	4
OP.GR.001	1	2
OP.MC.001	1	1
OP.MN.001	4	3
OP.MN.002	4	4
OP.RE.001	3	3
OP.RE.002	3	3
OP.RE.003	4	3
OP.TH.001	5	2

Fuente: R.E.B.A

Elaborado por: Arboleda Álvaro

Para la evaluación del punto brazo REBA [64] indican que la puntuación máxima posible del brazo es 6; la mínima siempre será de 1, este valor depende de la desviación en el plano sagital, en función de que el brazo está separado/rotado.

4.5.2. Puntos antebrazos

En la tabla 13, se analiza el factor de Puntos Antebrazos obtenido de la aplicación del método REBA:

Tabla 13: Puntos antebrazos

PUNTOS ANTEBRAZOS		
CÓDIGO	BRAZO IZQUIERDO	BRAZO DERECHO
OP.RC.001	2	2
OP.RC.002	2	2
OP.EX.001	2	2
OP.EX.002	2	2
OP.EX.003	2	2
OP.FA.001	1	1
OP.GR.001	2	2
OP.MC.001	1	1
OP.MN.001	2	1
OP.MN.002	2	2
OP.RE.001	2	2
OP.RE.002	1	1
OP.RE.003	1	2
OP.TH.001	2	2

Fuente: R.E.B.A

Elaborado por: Arboleda Álvaro

Para la puntuación se considera, que sucede en el plano sagital: tendrá una puntuación de 1 cuando está flexionado entre 60° y 100° será de 2 cuando está flexionado por debajo de 60° o por encima de 100°.

4.5.3. Puntos Muñecas

En la tabla 14, se analiza el factor de Puntos Muñecas obtenido de la aplicación del método REBA:

Tabla 14: Puntos Muñecas

PUNTOS MUÑECAS		
CÓDIGO	BRAZO IZQ.	BRAZO DER.
OP.RC.001	2	1
OP.RC.002	2	1
OP.EX.001	1	1
OP.EX.002	1	1
OP.EX.003	1	1
OP.FA.001	3	3
OP.GR.001	2	2
OP.MC.001	2	2
OP.MN.001	2	1
OP.MN.002	2	1
OP.RE.001	1	1
OP.RE.002	2	2
OP.RE.003	2	1
OP.TH.001	2	1

Fuente: R.E.B.A / **Elaborado por:** Arboleda Álvaro

La muñeca puede encontrarse en dos condiciones diferentes: si está en una posición neutra o en una flexión/extensión de menos de 15 grados, se califica con 1; si la flexión o extensión supera los 15 grados, se califica con 2. A esta puntuación se le suma otro punto si hay desviación radial o cubital de la muñeca o si el antebrazo está girado. La puntuación máxima posible para la muñeca es 3.

4.5.4. Puntos Agarre

En la tabla 15, se analiza el factor por Puntos Agarre del método REBA:

Tabla 15. Puntos Agarre

PUNTOS AGARRE		
CÓDIGO	BRAZO IZQ.	BRAZO DER.
OP.RC.001	0	0
OP.RC.002	0	0
OP.EX.001	0	0
OP.EX.002	0	0
OP.EX.003	0	0
OP.FA.001	0	0
OP.GR.001	0	0
OP.MC.001	0	0
OP.MN.001	0	0
OP.MN.002	0	0
OP.RE.001	0	0
OP.RE.002	0	0
OP.RE.003	0	0
OP.TH.001	0	0

Fuente: R.E.B.A / **Elaborado por:** Arboleda Álvaro

El agarre ideal es el agarre de fuerza realizado en la línea media, el valor de 0 indica Buen asidero en el plano medio, agarre de fuerza.

4.5.5. Puntuación Grupo B

En la tabla 16, se analiza el factor de Puntuación Grupo B por método REBA:

Tabla 16: *Puntuación Grupo B*

PUNTUACIÓN GRUPO B		
CÓDIGO	BRAZO IZQ.	BRAZO DER.
OP.RC.001	8	4
OP.RC.002	8	4
OP.EX.001	4	4
OP.EX.002	4	4
OP.EX.003	5	5
OP.FA.001	5	5
OP.GR.001	2	3
OP.MC.001	2	2
OP.MN.001	6	3
OP.MN.002	6	5
OP.RE.001	4	4
OP.RE.002	4	4
OP.RE.003	5	4
OP.TH.001	8	2

Fuente: R.E.B.A **Elaborado por:** Arboleda Álvaro

La puntuación máxima posible del factor Puntuación Grupo B es 9; la mínima siempre será de 1. La grafica permite inferir que el brazo izquierdo es aquel que tiende a dar puntuaciones altas.

4.5.6. Puntos Tronco

En la tabla 17, se analiza el factor de Puntos Tronco obtenido de la aplicación del método REBA:

Tabla 17: Puntos Tronco

PUNTOS TRONCO		
CÓDIGO	BRAZO IZQ.	BRAZO DER.
OP.RC.001	1	1
OP.RC.002	1	1
OP.EX.001	2	2
OP.EX.002	2	2
OP.EX.003	2	2
OP.FA.001	3	3
OP.GR.001	2	2
OP.MC.001	1	1
OP.MN.001	2	2
OP.MN.002	1	1
OP.RE.001	1	1
OP.RE.002	2	2
OP.RE.003	2	2
OP.TH.001	1	1

Fuente: R.E.B.A **Elaborado por:** Arboleda Álvaro

En el tronco, se consideran cuatro opciones de flexión: posición completamente neutral (1); hasta 20 grados de flexión o extensión (2); entre 20 y 60 grados de flexión o más de 20 grados de extensión (3); y más de 60 grados de flexión (4), y se añade un punto más si existe desviación de la línea media, para una puntuación máxima de 5.

4.5.7. Puntos Cuello

En la tabla 18, se analiza el factor de Puntos Cuello obtenido de la aplicación del método REBA:

Tabla 18: Puntos Cuello

PUNTOS CUELLO		
CÓDIGO	BRAZO IZQ.	BRAZO DER.
OP.RC.001	2	2
OP.RC.002	2	2
OP.EX.001	1	1
OP.EX.002	1	1
OP.EX.003	1	1
OP.FA.001	1	1
OP.GR.001	1	1
OP.MC.001	1	1
OP.MN.001	2	2
OP.MN.002	2	2
OP.RE.001	1	1
OP.RE.002	1	1
OP.RE.003	1	1
OP.TH.001	1	1

Fuente: R.E.B.A / **Elaborado por:** Arboleda Álvaro

En la región del cuello, hay dos opciones: se encuentra en posición recta o doblada en un ángulo menor a 20 grados (1); si hay más de 20 grados de flexión o el cuello está extendido, se le asigna un 2. A esta puntuación se agrega un punto si el cuello está inclinado o girado hacia los lados. La puntuación máxima posible es 3

4.5.8. Puntos Piernas

En la tabla 19, se analiza el factor de Puntos Piernas obtenido de la aplicación del método REBA:

Tabla 19: *Puntos Piernas*

PUNTOS PIERNAS		
CÓDIGO	BRAZO IZQUIERDO	BRAZO DERECHO
OP.RC.001	3	3
OP.RC.002	3	3
OP.EX.001	3	3
OP.EX.002	3	3
OP.EX.003	2	2
OP.FA.001	3	3
OP.GR.001	3	3
OP.MC.001	3	3
OP.MN.001	3	3
OP.MN.002	3	3
OP.RE.001	3	3
OP.RE.002	3	3
OP.RE.003	3	3
OP.TH.001	3	3

Fuente: *R.E.B.A*

Elaborado por: *Arboleda Álvaro*

En las extremidades inferiores, hay dos opciones: si la persona está caminando o los pies están firmemente apoyados en el suelo en una postura estable, se califica con 1; si la postura es inestable o los pies no están bien apoyados, se califica con 2. En las piernas, la postura se ve afectada con uno o dos puntos si la tarea requiere flexión de rodillas. La puntuación máxima posible es de 4.

4.5.9. Puntuación Grupo A

En la tabla 20, se analiza el factor Puntuación Grupo A obtenido de la aplicación del método REBA:

Tabla 20: Puntuación Grupo A

PUNTUACIÓN GRUPO A		
CÓDIGO	BRAZO IZQUIERDO	BRAZO DERECHO
OP.RC.001	5	5
OP.RC.002	5	5
OP.EX.001	6	6
OP.EX.002	6	6
OP.EX.003	5	5
OP.FA.001	7	7
OP.GR.001	6	6
OP.MC.001	4	4
OP.MN.001	7	7
OP.MN.002	5	5
OP.RE.001	5	5
OP.RE.002	6	6
OP.RE.003	6	6
OP.TH.001	5	5

Fuente: R.E.B.A

Elaborado por: Arboleda Álvaro

La puntuación máxima posible del factor Puntuación Grupo A es 9; la mínima siempre será de 1, La tabla permite inferir que la tendencia que abarca a la mayoría de los operadores es una puntuación de 5.

4.6. Análisis de resultados método OCRA (Occupational Repetitive Action).

En la tabla 21, se detallan los puestos de trabajo evaluados con OCRA y la estimación de su respectiva ponderación (Anexo C):

Tabla 21: Puestos de trabajo evaluados con OCRA

Nº	PUESTO DE TRABAJO	CÓDIGO	ÍNDICE DE EXPOSICIÓN OCRA	NIVEL DE RIESGO
1	Operador Rodillo Compactador	Op.Rc.001	130,9	Riesgo Muy Alto
2	Operador Rodillo Compactador	Op.Rc.002	10	Riesgo Muy Alto
3	Operador De Excavadora	Op.Ex.001	0	Riesgo Óptimo
4	Operador De Excavadora	Op.Ex.002	0,02	Riesgo Óptimo
5	Operador De Excavadora	Op.Ex.003	10	Riesgo Muy Alto
6	Operador De La Finisher De Asfalto	Op.Fa.001	10	Riesgo Muy Alto
7	Operador De Grúa	Op.Gr.001	0	Riesgo Óptimo
8	Operador Del Mincargador	Op.Mc.001	6,9	Riesgo Inaceptable Medio
9	Operador De Motoniveladora	Op.Mn.001	21,1	Riesgo Muy Alto
10	Operador De Motoniveladora	Op.Mn.002	21,1	Riesgo Muy Alto
11	Operador De Retroexcavadora	Op.Re.001	50,01	Riesgo Muy Alto
12	Operador De Retroexcavadora	Op.Re.002	18,75	Riesgo Muy Alto
13	Operador De Retroexcavadora	Op.Re.003	9,4	Riesgo Muy Alto
14	Operador De Telehandler	Op.Th.001	9,64	Riesgo Muy Alto

Fuente: OCRA / Elaborado por: Arboleda Álvaro

Se determina que del 100% (14) operadores de maquinaria pesada evaluados con el método OCRA; el 71% (10) indican un nivel de riesgo Muy Alto, el 22% (3) indican un nivel de riesgo optimo, y el 7% (1) indican un nivel de riesgo inaceptable medio; de esta forma se analiza otros factores que contempla el método OCRA.

4.6.1. Factor de fuerza OCRA

En la tabla 22, se analiza el factor de fuerza obtenido de la aplicación del método OCRA:

Tabla 22: Factor de fuerza OCRA

FACTOR DE FUERZA		
CÓDIGO	BRAZO IZQ.	BRAZO DER.
OP.RC.001	0	0
OP.EX.001	1	1
OP.EX.002	0,57	0,57
OP.EX.003	0,73	0,73
OP.FA.001	0	0
OP.GR.001	0,57	0,57
OP.MC.001	0,57	0,57
OP.MN.001	0,57	0,57
OP.MN.002	0,57	0,57
OP.RE.001	0,57	0,57
OP.RE.002	0,57	0,57
OP.RE.003	0,51	0,69
OP.RC.002	0	0
OP.TH.001	0,51	0,75

Fuente: OCRA / Elaborado por: Arboleda Álvaro

Los valores del factor de fuerza se basan en los criterios establecidos por la normativa CEN 1005-3, que sugiere el uso de la escala simplificada de Borg4 o su equivalente en porcentaje de la contracción voluntaria máxima (% MCV). Si se alcanzan picos de fuerza superiores al 50% de la máxima contracción voluntaria o una puntuación de 5 que persiste por más del 10% del ciclo, se asigna un factor de 0.01.

4.6.2. Factor de postura OCRA

En la tabla 23, se analiza el factor de Postura obtenido de la aplicación del método OCRA:

Tabla 23: *Factor de postura OCRA*

FACTOR DE POSTURA		
CÓDIGO	BRAZO IZQ.	BRAZO DER.
OP.RC.001	0,33	0,33
OP.EX.001	0,5	0,5
OP.EX.002	0,33	0,33
OP.EX.003	0,33	0,33
OP.FA.001	0,33	0,33
OP.GR.001	0,6	0,6
OP.MC.001	0,33	0,33
OP.MN.001	0,33	0,33
OP.MN.002	0,33	0,33
OP.RE.001	0,33	0,33
OP.RE.002	0,5	0,33
OP.RE.003	0,33	0,33
OP.RC.002	0,33	0,33
OP.TH.001	0,33	0,33

Fuente: OCRA

Elaborado por: Arboleda Álvaro

El método distingue entre las cuatro articulaciones clave de la extremidad superior: hombro, codo, muñeca y mano. También hace una distinción entre esfuerzos estáticos y dinámicos, considerando los grados de movimiento que superan el 50% del rango máximo de la articulación correspondiente y la puntuación relativa determinada por la percepción subjetiva, es decir que el 79% (11) de los operadores muestran un valor promedio para el factor postural de 0,33.

4.6.3. Factor de repetitividad OCRA

En la tabla 24, se analiza el factor de repetitividad obtenido de la aplicación del método OCRA:

Tabla 24: *Factor de repetitividad OCRA*

FACTOR DE REPETITIVIDAD		
CÓDIGO	BRAZO IZQ.	BRAZO DER.
OP.RC.001	1	1
OP.EX.001	0,7	0,7
OP.EX.002	0,7	0,7
OP.EX.003	0,7	0,7
OP.FA.001	0,7	0,7
OP.GR.001	0,7	0,7
OP.MC.001	0,7	0,7
OP.MN.001	0,7	0,7
OP.MN.002	0,7	0,7
OP.RE.001	0,7	0,7
OP.RE.002	0,7	0,7
OP.RE.003	0,7	0,7
OP.RC.002	0,7	0,7
OP.TH.001	0,7	0,7

Fuente: OCRA

Elaborado por: Arboleda Álvaro

El método también sanciona la presencia de actividades repetitivas que se llevan a cabo durante más del 50% del ciclo de trabajo, o si la duración del ciclo es inferior a 15 segundos, mediante un factor de reducción de 0,70. Este factor de reducción será de 1 en cualquier otra situación. La tabla permite inferir que el 93% (13) de los operadores muestran un valor promedio para el factor de postura es de 0,7.

4.6.4. Factor de la falta de tiempo de recuperación OCRA

En la tabla 25, se analiza el Factor de la falta de tiempo de recuperación obtenido de la aplicación del método OCRA:

Tabla 25: *Factor de la falta de tiempo de recuperación OCRA*

FACTOR DE LA FALTA DE TIEMPO DE RECUPERACIÓN	
CÓDIGO	FR
OP.RC.001	0,65
OP.EX.001	0,85
OP.EX.002	0
OP.EX.003	0
OP.FA.001	0,25
OP.GR.001	0,85
OP.MC.001	0,6
OP.MN.001	0,6
OP.MN.002	0,45
OP.RE.001	0,9
OP.RE.002	0,1
OP.RE.003	0,7
OP.RC.002	0
OP.TH.001	1

Fuente: OCRA

Elaborado por: Arboleda Álvaro

A diferencia de los factores mencionados anteriormente, Factor de la falta de tiempo de recuperación se calcula tomando en cuenta la totalidad del turno laboral. Se asigna un valor distinto de Factor de la falta de tiempo de recuperación a cada hora acumulada de trabajo repetitivo que carece de su correspondiente periodo de recuperación. Un periodo de recuperación se define como aquel en el que un grupo de músculos que normalmente participan en la tarea laboral se encuentran mayormente inactivos.

4.6.5. Factor de duración de la tarea OCRA

En la tabla 26, se analiza el Factor de duración de la tarea obtenido de la aplicación del método OCRA:

Tabla 26: Factor de duración de la tarea OCRA

FACTOR DE DURACIÓN DE LA TAREA	
CÓDIGO	FD
OP.RC.001	0
OP.EX.001	1,5
OP.EX.002	1
OP.EX.003	0,5
OP.FA.001	0
OP.GR.001	2
OP.MC.001	2
OP.MN.001	2
OP.MN.002	1
OP.RE.001	1,5
OP.RE.002	1
OP.RE.003	1
OP.RC.002	1,5
OP.TH.001	2

Fuente: OCRA

Elaborado por: Arboleda Álvaro

En el contexto laboral, el porcentaje de tiempo dedicado a tareas repetitivas y/o a la aplicación de fuerza es crucial para evaluar el riesgo de exposición. El índice de OCRA se basa en la consideración de tareas repetitivas que ocupan la mayor parte de la jornada laboral. El valor del factor de duración de la tarea se determina en función de los minutos dedicados a la realización de tareas repetitivas.

4.7. Análisis de resultados método RULA (Rapid Upper Limb Assessment).

En la tabla 27, se detallan los puestos de trabajo evaluados con RULA y la estimación de su respectiva ponderación.

Tabla 27: Puestos de trabajo evaluados con RULA

N°	PUESTO DE TRABAJO	CÓDIGO	ÍNDICE DE RIESGO RULA		NIVEL DE RIESGO
			Brazo Izquierdo	Brazo Derecho	
1	Operador Rodillo Compactador	Op.Rc.001	5	3	Alto
2	Operador Rodillo Compactador	Op.Rc.002	7	6	Muy Alto
3	Operador De Excavadora	Op.Ex.001	4	4	Medio
4	Operador De Excavadora	Op.Ex.002	3	4	Medio
5	Operador De Excavadora	Op.Ex.003	6	6	Alto
6	Operador De La Finisher De Asfalto	Op.Fa.001	7	7	Muy Alto
7	Operador De Grúa	Op.Gr.001	6	6	Alto
8	Operador Del Minicargador	Op.Mc.001	3	3	Medio
9	Operador De Motoniveladora	Op.Mn.001	6	6	Alto
10	Operador De Motoniveladora	Op.Mn.002	6	6	Alto
11	Operador De Retroexcavadora	Op.Re.001	7	7	Muy Alto
12	Operador De Retroexcavadora	Op.Re.002	4	5	Alto
13	Operador De Retroexcavadora	Op.Re.003	6	6	Alto
14	Operador De Telehandler	Op.Th.001	7	6	Muy Alto

Fuente: RULA / Elaborado por: Arboleda Álvaro

Se determina que del 100% (14) operadores de maquinaria pesada evaluados con el método RULA; el 50% (7) indican un nivel de riesgo Alto, el 29% (4) indican un nivel de riesgo Muy Alto, y el 21% (3) indican un nivel de riesgo medio.

A continuación, se analiza otros factores que contempla el método RULA.

4.7.1. Punto Brazo método RULA

En la tabla 28, se analiza el Punto Brazo obtenido de la aplicación del método R.U.L.A:

Tabla 28: Punto Brazo método RULA

CÓDIGO	PUNTO BRAZO	
	BRAZO IZQ.	BRAZO DER.
OP.RC.001	3	3
OP.EX.001	3	3
OP.EX.002	3	3
OP.EX.003	4	4
OP.FA.001	1	1
OP.GR.001	1	1
OP.MC.001	3	3
OP.MN.001	4	4
OP.MN.002	3	3
OP.RE.001	2	3
OP.RE.002	1	1
OP.RE.003	4	2
OP.RC.002	4	3
OP.TH.001	5	3

Fuente: RULA / Elaborado por: Arboleda Álvaro

La calificación del brazo se calcula en base a su nivel de flexión o extensión. Esto implica la medición del ángulo formado por el eje del brazo y el eje del tronco. Se agregará un punto a esta calificación si hay elevación del hombro, si el brazo está separado del tronco en el plano sagital (abducción), o si hay rotación del brazo. La tabla de datos permite inferir que el 36% (5), muestran una puntuación de 3 lo que indica que el brazo se encuentra en Flexión con un ángulo $> 45^\circ$ y 90° .

4.7.2. Puntos antebrazos método RULA

En la tabla 29, se analiza los Puntos antebrazos obtenido de la aplicación del método RULA:

Tabla 29: Puntos antebrazos método RULA

PUNTOS ANTEBRAZOS		
CÓDIGO	BRAZO IZQ.	BRAZO DER.
OP.RC.001	2	2
OP.EX.001	2	3
OP.EX.002	2	2
OP.EX.003	3	3
OP.FA.001	2	2
OP.GR.001	2	2
OP.MC.001	3	3
OP.MN.001	2	2
OP.MN.002	3	3
OP.RE.001	2	2
OP.RE.002	2	2
OP.RE.003	2	2
OP.RC.002	3	2
OP.TH.001	3	2

Fuente: RULA / Elaborado por: Arboleda Álvaro

La calificación del antebrazo se determina según su ángulo de flexión, el cual se mide como el ángulo formado por el eje del antebrazo y el eje del brazo. Esta calificación se incrementará en un punto si el antebrazo cruza la línea media del cuerpo, o si se realiza alguna actividad específica en un lado del cuerpo. La tabla permite inferir que el 57% (8) operadores de maquinaria, tiene una puntuación de 2, lo cual indica el antebrazo se encuentra en Flexión entre 60° y 100° , y Cruza la línea media.

4.7.3. Puntos muñecas método RULA

En la tabla 30, se analiza los Puntos Muñecas obtenido de la aplicación del método R.U.L.A:

Tabla 30: Puntos muñecas método RULA

PUNTOS MUÑECAS		
CÓDIGO	BRAZO IZQ.	BRAZO DER.
OP.RC.001	3	3
OP.EX.001	1	3
OP.EX.002	1	1
OP.EX.003	3	3
OP.FA.001	3	3
OP.GR.001	1	1
OP.MC.001	1	1
OP.MN.001	2	2
OP.MN.002	3	3
OP.RE.001	3	2
OP.RE.002	2	2
OP.RE.003	4	2
OP.RC.002	3	3
OP.TH.001	3	1

Fuente: RULA / **Elaborado por:** Arboleda Álvaro

La calificación de la muñeca se deriva del ángulo de flexión o extensión, que se mide en relación con la posición neutral. Se incrementará en un punto si hay desviación radial o cubital. La grafica no permite inferir que el 36% (5) tienen una puntuación de 3, lo cual indica que la muñeca realiza movimientos de Flexión o extensión con ángulos $> 0^\circ$ y $< 15^\circ$, y una Desviación radial.

4.7.4. Puntos Giro Muñeca método RULA

En la tabla 31, se analiza los Puntos Giro Muñecas obtenido de la aplicación del método R.U.L.A:

Tabla 31: Puntos Giro Muñeca método RULA

PUNTOS GIRO MUÑECA		
CÓDIGO	BRAZO IZQ.	BRAZO DER.
OP.RC.001	1	1
OP.EX.001	1	2
OP.EX.002	2	2
OP.EX.003	1	1
OP.FA.001	2	2
OP.GR.001	1	1
OP.MC.001	1	1
OP.MN.001	1	1
OP.MN.002	2	2
OP.RE.001	1	1
OP.RE.002	2	1
OP.RE.003	2	1
OP.RC.002	2	2
OP.TH.001	1	2

Fuente: RULA / **Elaborado por:** Arboleda Álvaro

Se evalúa el nivel de pronación o supinación de la mano, ya sea en un grado medio o extremo. Si no hay pronación/supinación o si su grado es moderado, se otorgará una puntuación de 1; si el grado es máximo, la puntuación será 2. La tabla permite inferir que el 43% (6) tienen una puntuación de 1, lo cual indica que la muñeca realiza giros de Pronación o supinación media.

4.7.5. Grupo A método RULA

En la tabla 32, se analiza el Grupo A obtenido de la aplicación del método R.U.L.A.:

Tabla 32: Grupo A método RULA

GRUPO A		
CÓDIGO	BRAZO IZQ.	BRAZO DER.
OP.RC.001	4	4
OP.EX.001	3	5
OP.EX.002	4	4
OP.EX.003	5	5
OP.FA.001	3	3
OP.GR.001	2	2
OP.MC.001	4	4
OP.MN.001	4	4
OP.MN.002	5	5
OP.RE.001	3	4

OP.RE.002	2	2
OP.RE.003	5	3
OP.RC.002	5	4
OP.TH.001	7	4

Fuente: RULA / **Elaborado por:** Arboleda Álvaro

Los valores para determinar el factor del grupo A, van desde 1 al 9, dependiendo de la ponderación de los otros valores obtenidos de brazo, antebrazo, muñeca y giro de muñeca. La tabla permite inferir que el 29% (4) tienen una puntuación de 4, lo cual indica que el nivel de riesgo para el factor Grupo A es medio.

4.7.6. Grupo C método RULA

En la tabla 33, se analiza el Grupo C obtenido de la aplicación del método R.U.L.A:

Tabla 33: Grupo C método RULA

GRUPO C		
CÓDIGO	BRAZO IZQ.	BRAZO DER.
OP.RC.001	5	5
OP.EX.001	4	6
OP.EX.002	6	6
OP.EX.003	7	7
OP.FA.001	5	5
OP.GR.001	3	3
OP.MC.001	6	6
OP.MN.001	5	5
OP.MN.002	7	7
OP.RE.001	4	5
OP.RE.002	4	4
OP.RE.003	6	4
OP.RC.002	7	6
OP.TH.001	9	6

Fuente: RULA / **Elaborado por:** Arboleda Álvaro

Los valores para determinar el factor del grupo C, van desde 1 al 8, estas dependerán de cargas o fuerzas ejercidas. La tabla permite inferir que el 21% (3) tienen una puntuación de 5, lo cual indica que el nivel de riesgo es medio para el factor Grupo C.

4.7.7. Puntos Tronco método RULA

En la tabla 34, se analiza Los Puntos Tronco obtenido de la aplicación del método R.U.L.A:

Tabla 34: Puntos Tronco método RULA

PUNTOS TRONCO		
CÓDIGO	BRAZO IZQ.	BRAZO DER.
OP.RC.001	2	2
OP.EX.001	1	1
OP.EX.002	2	2
OP.EX.003	3	3
OP.FA.001	2	2
OP.GR.001	1	1
OP.MC.001	2	2
OP.MN.001	2	2
OP.MN.002	1	1
OP.RE.001	2	2
OP.RE.002	3	3
OP.RE.003	2	2
OP.RC.002	1	1
OP.TH.001	1	1

Fuente: RULA / **Elaborado por:** Arboleda Álvaro

La valoración del tronco variará según si el trabajador realiza la tarea sentada o de pie. Esta calificación se incrementará en un punto si hay rotación o inclinación lateral del tronco. Ambas situaciones pueden presentarse al mismo tiempo, lo que significa que la calificación del tronco puede aumentar hasta dos puntos. Si ninguna de estas circunstancias está presente, la calificación del tronco no se modificará. La tabla permite inferir que el 50% (7) tienen una puntuación de 2, lo cual indica que la parte media del cuerpo (tronco) se encuentra Sentado, bien apoyado y con un ángulo tronco-caderas $> 90^\circ$.

4.7.8. Puntos Cuello método RULA

En la tabla 35, se analiza Los Puntos Cuello obtenido de la aplicación del método RULA:

Tabla 35: Puntos Cuello método RULA

PUNTOS CUELLO		
CÓDIGO	BRAZO IZQ.	BRAZO DER.
OP.RC.001	2	2
OP.EX.001	1	1
OP.EX.002	1	1
OP.EX.003	4	4
OP.FA.001	2	2
OP.GR.001	1	1

OP.MC.001	2	2
OP.MN.001	1	1
OP.MN.002	2	2
OP.RE.001	2	2
OP.RE.002	2	2
OP.RE.003	2	2
OP.RC.002	2	2
OP.TH.001	2	2

Fuente: RULA / **Elaborado por:** Arboleda Álvaro

La valoración del cuello se determina a partir de la medición del ángulo de flexión o extensión, el cual se forma entre el eje de la cabeza y el eje del tronco. Esta puntuación será aumentada en un punto si existe rotación o inclinación lateral de la cabeza. Ambas circunstancias pueden ocurrir simultáneamente, por lo que la puntuación del cuello puede aumentar hasta en dos puntos. La tabla permite inferir que el 64% (9) tienen una puntuación de 2, lo cual indica que el cuello se encuentra en Flexión $> 10^\circ$ y $\leq 20^\circ$.

4.7.9. Puntos piernas método RULA

En la tabla 36, se analiza Los Puntos Piernas obtenido de la aplicación del método R.U.L.A:

Tabla 36: Puntos piernas método RULA

PUNTOS PIERNAS		
CÓDIGO	BRAZO IZQ.	BRAZO DER.
OP.RC.001	1	1
OP.EX.001	1	1
OP.EX.002	1	1
OP.EX.003	1	1
OP.FA.001	1	1
OP.GR.001	1	1
OP.MC.001	1	1
OP.MN.001	1	1
OP.MN.002	1	1
OP.RE.001	1	1
OP.RE.002	1	1
OP.RE.003	1	1
OP.RC.002	1	1
OP.TH.001	1	1

Fuente: RULA / **Elaborado por:** Arboleda Álvaro

La valoración de las piernas variará en función de cómo se distribuye el peso entre ellas, considerando también los apoyos disponibles y si la posición es de estar sentado. La tabla permite inferir que el 100% (14) tienen una puntuación de 1, lo cual indica que la posición que adopta el cuerpo es Sentado, con piernas y pies bien apoyados.

4.7.10. Grupo B método RULA

En la tabla 37, se analiza el Grupo B obtenido de la aplicación del método RULA:

Tabla 37: Grupo B método RULA

GRUPO B		
CÓDIGO	BRAZO IZQ.	BRAZO DER.
OP.RC.001	2	2
OP.EX.001	1	1
OP.EX.002	2	2
OP.EX.003	6	6
OP.FA.001	2	2
OP.GR.001	1	1
OP.MC.001	2	2
OP.MN.001	2	2
OP.MN.002	2	2
OP.RE.001	2	2
OP.RE.002	4	4
OP.RE.003	2	2
OP.RC.002	2	2
OP.TH.001	2	2

Fuente: RULA / **Elaborado por:** Arboleda Álvaro

Los valores para determinar el factor del grupo B, van desde 1 al 9, esta deriva de las calificaciones individuales de cada uno de los componentes (cuello, tronco y piernas). Por lo tanto, antes de obtener la calificación del grupo, es necesario obtener las calificaciones de cada componente por separado. La tabla permite inferir que el 71% (10) tienen una puntuación de 5, lo cual indica que el nivel de riesgo es medio bajo para el factor Grupo B.

4.7.11. Grupo D método RULA

En la tabla 38, se analiza el Grupo D obtenido de la aplicación del método RULA:

Tabla 38: Grupo D método RULA

GRUPO D		
CÓDIGO	BRAZO IZQ.	BRAZO DER.
OP.RC.001	3	3
OP.EX.001	2	2
OP.EX.002	5	5
OP.EX.003	10	10
OP.FA.001	5	5
OP.GR.001	2	2
OP.MC.001	5	5
OP.MN.001	5	5
OP.MN.002	5	5
OP.RE.001	4	4
OP.RE.002	6	6
OP.RE.003	3	3
OP.RC.002	5	5
OP.TH.001	5	5

Fuente: RULA / **Elaborado por:** Arboleda Álvaro

Los valores que determinan el factor del grupo D, van desde 1 al 7, esta depende cargas o fuerzas ejercidas. Si la puntuación D es mayor que 7 se empleará la columna adicional para su ponderación. La tabla permite inferir que el 50% (7) tienen una puntuación de 5, lo cual indica que el nivel de riesgo es medio alto en el factor Grupo D.

4.8. Discusión

El estudio tiene datos significantes que permitió estimar la prevalencia de las lesiones osteomusculares de los operadores de maquinaria pesada del sector de la construcción a nivel de extremidades superiores (cuello, hombros, dorsal o lumbar, brazo, manos y muñecas).

Para la investigación participaron personal operadores de maquinaria pesada, en base al siguiente criterio de exclusión: Personal que no cuente con licencia de operador de maquinaria pesada, operadores que no esté dispuesto a participar en el estudio, o sin autorizar el consentimiento para el manejo de información, por último, operadores que no cumplan con la mayoría de edad legal para poder laborar.

Adicional, al dar paso a la realización de cada encuesta y cuestionario se procedió a dar una explicación sobre la confidencialidad de identidad y datos de estudio, esto se lo respaldó con su firma en el cuestionario dejando en claro su participación de forma voluntaria, el cuestionario fue llenado en base a la respuesta de los operadores y las respuestas pueden estar influenciadas por su subjetividad

Los resultados del estudio revelaron una preocupante tasa de lesiones en esta población. Según los hallazgos, el 57% de los operadores de maquinaria pesada encuestados informaron haber experimentado al menos una lesión osteomuscular en algún momento de su vida. De acuerdo con los resultados presentados por (Malaver Ortiz, Medina Gonzales, & Pérez Terraza, 2017) [81], En el estudio sobre Alteraciones osteomusculares, se encontró que un 53.8% de los trabajadores experimentaban incomodidades mientras realizaban sus tareas laborales. Además, se observó que, dentro de la muestra completa, un 60% de los trabajadores experimentaron estas molestias. Se encuentra otra similitud de resultado en la investigación de (Vargas Porras, Orjuela Ramírez, & Vargas Porras, 2013) [82], afirma que de un total de 99 casos de trabajadores con diagnóstico positivo de lesiones osteomusculares se detectó que se dan en sus miembros superiores y la región lumbar. Dentro de este grupo, el 60% de los casos correspondían al grupo masculino de entre 41 a 50 años, y en particular, el 43.43% de los casos se relacionaban con lesiones osteomusculares en la región lumbar en este mismo grupo demográfico.

Otro punto relevante que merece ser mencionado se refiere a la posibilidad de que los operadores hayan experimentado lesiones relacionadas con accidentes laborales. En

el estudio llevado a cabo con los operadores, un total de cuatro individuos, lo que equivale al 29% de la población total, informaron haber sufrido lesiones que implicaron la pérdida de horas de trabajo, atención médica y tratamiento para su recuperación.

Se examinaron los datos relacionados con la experiencia laboral de los operadores de maquinaria pesada y se encontró que el 57% de ellos había acumulado más de 5 años de experiencia en esta función específica. Además, se observó que el 58% de los trabajadores tenía más de 10 años de experiencia en el sector de la construcción, habiendo ocupado diferentes posiciones a lo largo de su trayectoria laboral, resultado que coincide con (Daza Guisa & Tovar Cuevas, 2012) [83], quien indica que los operadores con menos de un año de experiencia tenían una tasa de lesiones ligeramente más baja, alrededor del 58%, mientras que aquellos con más de cinco años de experiencia informaron una prevalencia cercana al 70%. Esto sugiere que la experiencia podría aumentar el riesgo debido a la exposición prolongada a factores de riesgo ocupacionales.

Después de realizar la observación directa en el entorno laboral de los operadores, se pudo verificar la presencia de incomodidades o dolores en diversas áreas del cuerpo, incluyendo el cuello, los hombros, la parte baja de la espalda, así como en las manos y las muñecas. Vale la pena destacar que el personal que fue objeto de estudio en esta investigación se dedica a la operación de maquinaria pesada en el sector de la construcción, donde trabajan en turnos rotativos que abarcan tanto el día como la noche, y con jornadas laborales prolongadas de hasta 12 horas, los resultados concuerdan con (Aguil Barrero, 2022) [84], quien determina varios factores que inciden en la manifestación de lesiones osteomusculares, En primer lugar, las largas horas de trabajo en posiciones sentadas pueden ejercer presión sobre la espalda y las extremidades. Además, la naturaleza repetitiva de las tareas y los movimientos requeridos para operar la maquinaria pueden aumentar el riesgo de lesiones por esfuerzo repetitivo. También se evidencia que la falta de capacitación en ergonomía y el acceso limitado a equipos ergonómicos adecuados son factores contribuyentes significativos.

En lo que respecta a las técnicas de evaluación, la aplicación del método REBA (Rapid Entire Body Assessment) determinó que un 71% de los operadores de maquinaria pesada evaluados presentan un nivel de riesgo alto. Esto implica que aproximadamente más de la mitad de la población muestreada posee un nivel elevado de susceptibilidad a riesgos relacionados con problemas osteomusculares; la investigación de (Hidalgo Pinto,

2020) [85] permite sustentar el resultado, ya que afirma que un 90% de los riesgos perjudiciales para la salud de los operadores no están bajo control, según los análisis y resultados obtenidos mediante las metodologías aplicadas, como el Método R.U.L.A. y R.E.B.A. Estas metodologías evalúan la repetición de movimientos, posturas forzadas y posturas estáticas, y los resultados indicaron un nivel de riesgo que se encuentra en la categoría de "Medio Inaceptable" y "Alto Inaceptable".

La aplicación del método OCRA para evaluar cómo se repiten los movimientos, las posturas forzadas y las posturas estáticas, descubrimos que, de un grupo de 14 operadores, el 71% mostró un nivel de riesgo significativamente alto. Según el informe de (Palacios Santacruz, 2020) [86], el 81,25% de los riesgos perjudiciales para la salud de los operadores no están bajo control, según los análisis y resultados de las metodologías OCRA, que indican niveles de riesgo inaceptable medio y alto. Esto sugiere que la falta de acciones correctivas específicas podría aumentar el riesgo en este caso hasta en un 10,25%.

Como resultado de la aplicación del método R.U.L.A. para la evaluación de posturas y movimientos repetitivos indica que el 50% de los operadores de maquinaria pesada indican tener un nivel de riesgo alto y el 29% indican un nivel de riesgo muy alto, coincidiendo con el resultado de Chuquin. Según (Chuquin Andrango, 2020) [87], en su investigación de riesgo ergonómico, afirma que, de un grupo de 13 personas, el 52% se ubicó en el nivel de riesgo ergonómico 2, lo que sugiere la necesidad de considerar cambios en la tarea y realizar un estudio más profundo que permita ajustar las condiciones de trabajo. Y sugiere que, se requiere una investigación adicional para modificar el entorno laboral, ya que existe un riesgo significativo de desarrollar trastornos musculoesqueléticos. Por otro lado, 12 personas, equivalente al 48%, se encontraron en el nivel de riesgo ergonómico 3, lo que indica la necesidad de rediseñar la tarea y modificar el espacio de trabajo estos valores fueron posibles constatar utilizando el método RULA.

En lo que respecta a la salud ocupacional y la prevalencia de lesiones musculoesqueléticas, todos los operadores de maquinaria reportan participar en actividad física semanalmente, ya que los datos muestran que el 79% de ellos se involucra en actividad física por lo menos 1 vez durante la semana.

Como indica (Tovar Torres, 2018) [88], en su investigación sobre la Relación entre condición física y lesiones musculoesqueléticas-LME, se ha observado que una condición física deficiente o moderada aumenta el riesgo de experimentar problemas de salud, particularmente relacionados con el sistema musculoesquelético, en estudiantes de música. Sin embargo, es importante destacar que esta asociación entre la condición física y la salud requiere de una mayor cantidad de estudios para confirmar los resultados obtenidos en este trabajo.

Aunque la mayoría de las personas asocian el tabaquismo con problemas de salud pulmonar y cardiovasculares, también puede tener efectos significativos en el sistema musculoesquelético. Dentro de la investigación se identifica que el 36% de los operadores de maquinaria pesada tienen el hábito de fumar, aunque no es el factor único y principal, el tabaquismo puede contribuir a la aparición de lesiones osteomusculares debido a su impacto en la circulación sanguínea, la capacidad de recuperación y la salud en general. Por lo tanto, dejar de fumar y adoptar un estilo de vida más saludable puede ser beneficioso para reducir el riesgo de estas lesiones y promover la salud musculoesquelética en general.

Por último se analiza el peso corporal y la relación de la manifestación de lesiones osteomusculares en los operadores de maquinaria pesada, dando como resultado que la media del peso es 1,66 kg que permite inferir que, el peso corporal puede ejercer una influencia significativa en el desarrollo y la exacerbación de problemas musculoesqueléticos y mantener un peso corporal saludable a través de la dieta y el ejercicio puede ser una estrategia efectiva para reducir el riesgo de estas lesiones y promover la salud musculoesquelética en general. Reportes realizados en la Facultad de Medicina de la Universidad de Laval en Quebec (efisioterapia, 2017), respaldan esta afirmación mencionando que, se reclutaron a 59 hombres con diferentes pesos con el propósito de examinar la relación entre la estabilidad postural y el peso corporal. Se evaluaron su equilibrio con visión y sin visión, cuyos índices de masa corporal (IMC) oscilaban entre 17.5 y 63.8 Kg/m². Los resultados del estudio señalaron que, en condiciones de visión, el peso corporal contribuyó al 52% de la variación en el equilibrio corporal, mientras que, en las pruebas realizadas sin visión, el peso corporal fue responsable del 54% de la variabilidad en la estabilidad. La conclusión a la que se llegó fue que la estabilidad corporal estaba estrechamente relacionada con el peso corporal, lo

que sugería que el peso podía representar un factor de riesgo significativo en términos de riesgo de caídas [89].

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Con respecto a la fundamentación teórica, se recopiló información documentada y se determinó la base legal existente, que fortaleció el respaldo teórico en ergonomía para el desarrollo de la investigación. Se aclaran conceptos como prevalencia, lesiones osteomusculares, ergonomía, enfermedades laborales entre otros, y a su vez se establece la metodología de trabajo aplicable que permita la identificación de factores de riesgos ergonómicos en los operadores de maquinaria pesada.
- En la etapa de identificación in situ, la aplicación del cuestionario nórdico estandarizado permitió detectar sintomatología musculoesquelética de forma prematura, y se determina que el 57% de los operadores han sufrido algún tipo de lesión fuera del horario de trabajo. La medición a través de la aplicación del método R.E.B.A muestra como resultado que el puesto de trabajo de mayor exposición a lesiones osteomusculares ligadas a sus jornadas laborales es el Operador de la finisher de asfalto (OP.FA.001), presentando un nivel de Riesgo Inaceptable Muy Alto, a su vez el puesto de trabajo con menor riesgo de exposición a manifestar lesiones osteomusculares ligadas a sus jornadas laborales es el operador del Minicargador (OP.MC.001) demostrando un nivel de Riesgo Medio. La medición a través de la aplicación del método OCRA presenta como resultado que el puesto de trabajo con mayor exposición de manifestar lesiones osteomusculares es el operador de la Retroexcavadora (OP.RE.001) presentando un nivel de Riesgo Muy Alto, a su vez el puesto de trabajo con menor riesgo de manifestar lesiones osteomusculares ligadas a su jornada laboral son: primero, el operador de la Excavadora (OP.EX.001) mostrando un nivel de Riesgo Óptimo; y segundo, el operador de la Grúa (OP.GR.001) presentando un nivel de Riesgo Óptimo. Por último, la aplicación del método R.U.L.A. da como resultado que el puesto de trabajo con mayor exposición de manifestar lesiones osteomusculares es el operador de la Retroexcavadora (OP.RE.001) demostrando un nivel de Riesgo Muy Alto, a su vez el puesto de trabajo con menor riesgo de manifestar lesiones

osteomusculares ligadas a su jornada laboral es el operador del Minicargador (OP.MC.001) indicando un nivel de Riesgo Medio.

- Mediante el análisis de factores disergonómicos, se llegó a la identificación de las posibles lesiones osteomusculares más comunes, y que pueden disminuir la salud laboral de los operadores de maquinaria pesada, las cuales se clasificaron en: Tendinitis en extremidades superiores, dolor lumbar y cervical, síndrome túnel carpiano, producidos por la mala postura de trabajo, hipoacusia provocada por las vibraciones que genera el equipo.
- El análisis estadístico permitió determinar que los operadores de maquinaria pesada están expuestos a 432 minutos al día a posturas forzadas y vibraciones provocadas por el equipo, en jornadas de 12 horas, 6 días de trabajo y turnos rotativos. Dentro del análisis estadístico se determinó que el 29% de los operadores han sufrido alguna lesión provocada por su jornada laboral, por otro lado, el tiempo de ausentismo aumento ya que del 29% de operadores que han sufrido lesión provocada por el trabajo, 75% de ellos necesitaron incapacidad temporal, generando de forma indirecta bajas en la productividad de la obra en construcción.

5.2. Recomendaciones

- Realizar una revisión exhaustiva de la literatura relacionada con el área de estudio. Buscar artículos científicos, libros y documentos técnicos que aborden investigaciones similares o temas relacionados.
- Consultar las principales bases de datos académicas y científicas, como PubMed, IEEE Xplore, Google Scholar, o cualquier base de datos relevante para el área de investigación.
- Identificar las normas y regulaciones pertinentes que se apliquen al tema de investigación. Esto puede incluir normativas locales, nacionales e internacionales.
- Realizar un análisis detallado de las tareas y responsabilidades de los operadores en el área operativa. Documentar las actividades realizadas y evaluar los riesgos potenciales asociados.
- Realizar observaciones directas en el lugar de trabajo para evaluar las condiciones laborales. Registrar los aspectos que pueden influir en la salud y seguridad de los

operadores, como ergonomía, exposición a sustancias peligrosas y factores ambientales.

- Utilizar software estadístico apropiado para analizar los datos recopilados durante la investigación. Esto puede incluir análisis descriptivos, pruebas de hipótesis, regresiones u otros métodos estadísticos según sea necesario.
- Presentar los resultados de manera clara y concisa, utilizando gráficos, tablas y estadísticas relevantes para respaldar los hallazgos.
- Interpretar los resultados en el contexto de los objetivos de la investigación y las hipótesis planteadas. Identificar patrones, tendencias o relaciones significativas entre las variables estudiadas.
- Por último, asegurarse de que los resultados se presenten de manera ética y respetuosa, protegiendo la privacidad de los participantes y cumpliendo con todas las regulaciones aplicables.

BIBLIOGRAFÍA

- [Organizacion internacional del trabajo, «la prevencion de las enfermedades
1 profesionales,» organización internacional del trabajo, suiza, 2013.
]
- [Organización panamericana de la salud, ministerio de salud pública, «encuesta de
2 condiciones de trabajo y salud 2021 -2022,» ministerio de salud publica, quito, 2021.
]
- [M. Hurtado trujillo, s. Páez, m. Zapata y j. Velásquez, «síntomas músculo esqueléticos
3 relacionados carga física de trabajo de una empresa metalúrgicagica,» *revista*
] *colombiana de salud ocupacional*, pp. 16-18, 2012.
- [E. M. Capuz balladares, «estudio ergonómico de los puestos de trabajo en maquinaria
4 pesada y extrapesada en el área minera de las constructoras alvarado-ortiz para
] disminuir los problemas musculoesqueléticos y mejorar el ambiente laboral de los
trabajadores,» universidad técnica de ambato, ambato, 2012.
- [Oms, «organización mundial de la salud,» 08 febrero 2021. [en línea]. Available:
5 <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/musculoskeletal-conditions>.
]
- [C. Hemández, . M. González femández, e. López Muñoz y g. Rodríguez de prada,
6 evaluación de riesgos laborales, madrid: instituto nacional de seguridad e higiene en
] el trabajo, 2003.
- [P. L. Mendaza, «ntp 406: contaminantes químicos: evaluación de la exposición laboral
7 (i),» centro nacional de condiciones de trabajo, madrid, 1996.
]
- [N. Albiano y e. Villaamil lepori, toxicología laboral - criterios para la vigilancia de los
8 trabajadores expuestos a sustancias peligrosas, argentina: ediciones emede s.a, 2015.
]
- [Dirección de seguros solidarios - departamento de gestión empresarial en salud
9 ocupacional, «prevención de riesgos ergonómicos,» instituto nacional de seguros de
] costa rica, costa rica, 1991.
- [R. Gomero cuadra, c. Zeballos enriquez y c. Llapyesan, «medicina del trabajo,
1 medicina ocupacional y del medio ambiente y salud ocupacional.,» scielo, Perú, 2006.
0
]
- [A. Fernández , «psicología de la salud ocupacional,» editorial síntesis, madrid, 2009.
1

1

]

[P. Mondelo, e. G. Torada, o. D. P. González y m. Gómez fernández, ergonomía 4. El
1 trabajo en oficinas, barcelona: universidad politecnica de catalunya, 2001.

2

]

[J. Delgado díaz, «ergonomía física en obra: lesiones producidas e instrumentos para
1 mejorarla.,» universidad politécnica de valencia, valencia, 2011.

3

]

[Escuela colombiana de rehabilitación, «el papel de la ergonomía cognitiva para
1 optimizar procesos,» ecr, [en línea]. Available: [https://www.ecr.edu.co/ergonomia-](https://www.ecr.edu.co/ergonomia-4)
4 cognitiva. [último acceso: 25 11 2023].

]

[Insst, «tema 1: ergonomía,» insst, madrid, 2022.

1

5

]

[. G. Aldo piñeda y p. Guillermo montes , «ergonomía ambiental: iluminación y confort
1 térmico en trabajadores de oficinas con pantalla de visualización de datos,» revista
6 ingeniería, matemáticas y ciencias de la información, españa, 2014.

]

[L. S. Nogueira, «importancia de la ergonomía en el diseño de productos,» universidad
1 de palermo, buenos aires, 2011.

7

]

[D. González maestre, ergonomía y psicología, madrid: fundación confemetal,
1 2007.

8

]

[M. F. Villar fernández, «la carga física de trabajo,» instituto nacional de seguridad y
1 salud en el trabajo, españa, 2011.

9

]

[Servicio de prevención de riesgos laborales (sepruma), «manipulación manual de
2 cargas,» universidad de Málaga, españa, 2006.

0

]

[Comisión de salud pública, «protocolo de vigilancia sanitaria específica - posturas
2 forzadas,» industrias gráficas abulenses, s.l, madrid, 2000.

1

]

[Comisión de salud pública, «protocolos de vigilancia sanitaria específica -
2 movimientos repetidos de miembro superior,» industrias gráficas abulenses, s.l,
2 madrid, 2000.

]

[Insst, «ntp 177: la carga física de trabajo: definición y evaluación,» instituto nacional
2 de seguridad e higiene en el tarbajo, madrid, 1998.

3

]

[F. Menéndez diez , f. Fernández zapico, f. J. Llaneza álvarez, i. Vásquez gonzález, j.
2 A. Rodríguez getino y m. Espeso expósito, formacion superior en prevencion de
4 riesgos laborales, españa: lex nova, s.a., 2007.

]

[I. Lara santibáñez y j. Sánchez vega, jornada laboral, flexibilidad humana en el trabajo
2 y análisis del trabajo pesado, madrid: diaz de santos, 2007.

5

]

[R. B. Montalvo, «salud ocupacional y riesgos laborales,» boletín de la oficina sanitaria
2 panamericana, panamá, 1985.

6

]

[H. Kelsen, «teoría general de las normas,» marcial pons, madrid, 2018.

2

7

]

[Instituto nacional de radio y televisión de Perú, «plan de capacitación de seguridad y
2 salud en el trabajo e el irtp,» 01 abril 2014. [en línea]. Available:
8 <https://storeirtp.blob.core.windows.net/archivos/plan%20de%20capacitacion%20seg>
] [uridad%20y%20salud%20en%20el%20trabajo-abril2014.pdf](https://storeirtp.blob.core.windows.net/archivos/plan%20de%20capacitacion%20seg). [último acceso: 25 11
2023].

[Observatorio vasco de acoso moral, «la salud mental de las y los trabajadores,»
2 wolters kluwer españa, s.a., madrid, 2012.

9

]

[Universidad tecnológica de bolívar, «¿cómo cuidar la salud física en el trabajo?,» 28
3 abril 2023. [en línea]. Available: [https://www.utb.edu.co/blog/blog-ingenieria/como-](https://www.utb.edu.co/blog/blog-ingenieria/como-cuidar-la-salud-fisica-en-el-)
cuidar-la-salud-fisica-en-el-

[R. Ramos , «exposición a vibraciones de cuerpo entero y trastornos
4 musculoesqueléticos en operarios de maquinaria pesada en obra civil,» universidad
0 tecnológica equinoccial, quito, 2014.

]

[Ideara, sl, «vibraciones mecánicas. Factores relacionados con la fuente y medidas de
4 control,» confederación de empresarios de pontevedra (cep), españa, 2014.

1

]

[K. K. Teo, «síndrome de raynaud,» manual msd versión para profesionales, 01 07
4 2023. [en línea]. Available: [https://www.msmanuals.com/es-ec/professional/trastornos-cardiovasculares/enfermedades-arteriales-](https://www.msmanuals.com/es-ec/professional/trastornos-cardiovasculares/enfermedades-arteriales-perif%03%a9ricas/s%03%adndrome-de-raynaud)
2 [perif%03%a9ricas/s%03%adndrome-de-raynaud](https://www.msmanuals.com/es-ec/professional/trastornos-cardiovasculares/enfermedades-arteriales-perif%03%a9ricas/s%03%adndrome-de-raynaud). [último acceso: 25 11 2023].

[D. R. Steinberg, «síndrome del túnel del carpo,» manual msd versión para
4 profesionales, 01 04 2022. [en línea]. Available: [https://www.msmanuals.com/es-ec/professional/trastornos-de-los-tejidos-musculoesquel%03%a9tico-y-](https://www.msmanuals.com/es-ec/professional/trastornos-de-los-tejidos-musculoesquel%03%a9tico-y-conectivo/enfermedades-de-la-mano/s%03%adndrome-del-t%03%banel-del-carpo?Query=s%03%adndrome%20del%20t%03%banel%20carpiano)
3 [conectivo/enfermedades-de-la-mano/s%03%adndrome-del-t%03%banel-del-](https://www.msmanuals.com/es-ec/professional/trastornos-de-los-tejidos-musculoesquel%03%a9tico-y-conectivo/enfermedades-de-la-mano/s%03%adndrome-del-t%03%banel-del-carpo?Query=s%03%adndrome%20del%20t%03%banel%20carpiano)
] [carpo?Query=s%03%adndrome%20del%20t%03%banel%20carpiano](https://www.msmanuals.com/es-ec/professional/trastornos-de-los-tejidos-musculoesquel%03%a9tico-y-conectivo/enfermedades-de-la-mano/s%03%adndrome-del-t%03%banel-del-carpo?Query=s%03%adndrome%20del%20t%03%banel%20carpiano). [último
acceso: 25 11 2023].

[P. J. Rivas lópez, «síndrome vibratorio mano-brazo: revisión literaria,» scieelo, costa
4 rica, 2018.

4

]

[P. A. Peña hernández, h. V. Lasso mina, l. M. Gonzales paz y i. Ballesteros mancilla,
4 «síntomas de fatiga física percibida por trabajadores administrativos de dos
5 instituciones de educación superior,» observatorio laboral de venezuela, valencia ,
] 2015.

[M. V. Sabaté, «daños a la salud por exposición a vibraciones mecánicas,»
4 quironprevención, 30 06 2022. [en línea]. Available:
6 [https://www.quironprevencion.com/blogs/es/prevenidos/danos-salud-exposicion-](https://www.quironprevencion.com/blogs/es/prevenidos/danos-salud-exposicion-vibraciones-mecanicas)
] [vibraciones-mecanicas](https://www.quironprevencion.com/blogs/es/prevenidos/danos-salud-exposicion-vibraciones-mecanicas). [último acceso: 17 10 2023].

[M. J. Castelo caiza y e. M. Cantos santana, «enfermedades neurológicas relacionadas
4 con el trabajo,» editorial saberes del conocimiento, manta, 2023.

7

]

[D. Calvo, «enfermedades osteoarticulares o angioneuróticas provocadas por las
4 vibraciones mecánicas,» ciencia forense, españa, 2014.

8

]

[D. Fuentes acero y . O. L. Fuentes lagos, « lesiones osteomusculares y su incidencia
4 en el estrés laboral en operadores de la planta de producción soluciones omega sede
9 mosquera,» corporación universitaria minuto de dios, bogotá, 2022.

]

[M. Balderas lópez, m. Zamora macorra y s. Martínez alcántara, «trastornos
5 musculoesqueléticos en trabajadores de la manufactura de neumáticos, análisis del
0 proceso de trabajo y riesgo de la actividad,» universidad de guanajuato, méxico, 2019.

]

[M. Ríos garcía, «trastornos musculoesqueléticos del miembro superior en el hospital
5 militar de matanzas,» scielo, matanzas, 2018.

1

]

[J. Ibacache araya, «extremidades inferiores un segmento olvidado,» instituto de salud
5 pública , santiago de chile, 2017.

2

]

[I. R. Figueroa fernández de larrinoa, j. Calvo alén, m. J. Cuadrado lozano, m. M. Freire
5 gonzález, s. Muñoz fernaández y e. Úcar angulo, manual ser de diagnóstico y
3 tratamiento de las enfermedades reumáticas autoinmunes sistémicas, madrid: elsevier
] españa, s.l., 2014.

[Á. Alaníz , . A. Quinteros y h. Robaina , «trastornos músculo esqueléticos,»
5 universidad nacional de san martín, buenos aires, 2020.

4

]

[M. Márquez gómez y m. Márquez robledo, «factores de riesgo relevantes vinculados
5 a molestias musculoesqueléticas en trabajadores industriales,» scielo, san cristobal,
5 2016.

]

[T. Sancho figueroa y . M. Gonzalo terente, «ergonomía aplicada gestión de la
5 prevención de los tme,» instituto asturiano de prevención de riesgos laborales,
6 asturias, 2016.

]

[C. C. Michel rollock, «incidencia de las lesiones traumáticas de la mano y muñeca de
5 origen laboral: estudio de calidad de vida,» universidad de cantabria, santander, 2015.

7

]

[L. Paredes rizo y m. Vázquez ubago, «estudio descriptivo sobre las condiciones de
5 trabajo y los trastornos musculo esqueléticos en el personal de enfermería (enfermeras

8 y aae) de la unidad de cuidados intensivos pediátricos y neonatales en el hospital
] clínico universitario de valladolid,» scielo, valladolid, 2018.

[Iess, «seguro general de riesgos del trabajo, boletín estadístico,» iess, quito, 2018.

5

9

]

[M. Orozco, «actualidad,» *cinco enfermedades más comunes en el trabajo*, p. 1, 08
6 junio 2014.

0

]

[S. Cuesta, m. J. Bastante ceca y j. A. Diego mas, *evaluación ergonómica de puestos
6 de trabajo*, españa: ediciones paraninfo, s.a, 2012.

1

]

[J. Ibacache araya, «cuestionario nórdico estandarizado de percepción de síntomas
6 músculo esqueléticos: percepción de síntomas músculo esqueléticos,» ministerio de
2 salud pública de chile, santiago de chile, 2020.

]

[J. L. Cedeño ponce, «adaptación cultural y validación del cuestionario nórdico
6 estandarizado de síntomas músculo esqueléticos en trabajadores del sector
3 construcción de ecuador,» universidad peruana cayetano heredia, lima, 2021.

]

[D. Mas y j. Antonio , «ergonautas,» 2015. [en línea]. Available:
6 <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/ocra/ocra-ayuda.php>.

4

]

[A. Rojas picazo y j. Ledesma de miguel, «ntp 629: movimientos repetitivos: métodos
6 de evaluación método ocra,» insht, españa, 2003.

5

]

[D. Gómez y m. Chavarro, «aplicación del método reba en trabajadores administrativos
6 de la empresa multimed - cali valle,» maria cano fundación universitaria, cali, 2019.

6

]

[S. Rodríguez sáez, «evaluación de riesgos ergonómicos mediante el método rula,»
6 universidad de valladolid, valladolid, 2013.

7

]

[E. Baroja payán, v. Juárez rivera, r. Rojas durán, r. Velásquez calderón, g. Leyva
6 martínez y i. Sánchez bazán, «aplicación de la técnica rula en el área de empaquetado
8 mediante tecnología kinect.,» revista iberoamericana para la investigación y el
] desarrollo educativo , méxico, 2017.

[D. Mas y j. Antonio, «evaluación postural mediante el método rula.,» universidad
6 politécnica de valencia, valencia, 2015.

9
]

[*La constitución de la república del ecuador*, quito, ecuador, 2008.

7
0
]

[*Instrumento andino de seguridad y salud en el trabajo*, 2004.

7
1
]

[*Resolucion 957*, 2005.

7
2
]

[*Iees, reglamento del seguro general de riesgos del trabajo*, 2016.

7
3
]

[H. C. Nacional, *código de trabajo*, 2005.

7
4
]

[*Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores*, 1986.

7
5
]

[El comercio, «machala concentra el eje productivo y económico,» *especial la*
7 *economía de el oro*, 19 septiembre 2018.

6
]

[M. Pinto, «en actualidad,» *machala, en miras de desarrollo para nuevos proyectos de*
7 *negocios*, 07 12 2022.

7
]

[P. Newbold, w. L. Carlson y b. Thorne , estadística para administración y economía,
7 madrid: pearson educación, 2008.

8
]

[M. D. S. Pública, «unidad de nutrición, calculadora de índice de masa corporal (imc),»
7 msp, 2022. [en línea]. Available: <https://www.salud.gob.ec/unidad-de-nutricion-9-calculadora-de-indice-de-masa-corporal-imc/>. [último acceso: 07 11 2023].

]

[V. Zorrilla Muñoz, «trastornos musculoesqueléticos de origen laboral en actividades
8 mecánicas del sector de la construcción. Investigación mediante técnicas de
0 observación directa, epidemiológicas y software de análisis biomecánico,»
] universidad de extremadura (uex), España, 2012.

[R. Y. Malaver ortiz, d. L. Medina gonzales y i. M. Pérez terraza, «estudio sobre la
8 relación entre el riesgo de lesiones músculo esqueléticas basado en posturas forzadas
1 y síntomas músculo esqueléticos en el personal de limpieza pública de dos
] municipalidades de lima norte,» ucsp, lima, 2017.

[P. A. Vargas porras, m. E. Orjuela ramírez y c. Vargas porras, «lesiones
8 osteomusculares de miembros superiores y región lumbar: caracterización
2 demográfica y ocupacional. Universidad nacional de colombia, bogotá 2001- 2009,»
] universidad nacional de colombia, bogotá, 2013.

[J. E. Daza guisa y j. R. Tovar cuevas, «lesiones osteomusculares en tejedores de
8 máquinas circulares de una empresa textil del municipio de cota, cundinamarca
3 colombia, 2012,» archivos de medicina (col), caldas, 2012.

]

[D. E. Agual barrero, «gestión de riesgos ergonómicos para la disminución de lesiones
8 osteomusculares en la operación de extracción de materiales de construcción en la
4 concesión minera tanlahua.,» espog, quito, 2022.

]

[G. A. Hidalgo pinto, gestión de riesgos ergonómicos para el personal operativo de
8 maquinaria pesada del gobierno autónomo descentralizado de chimborazo, riobamba:
5 unach, 2020.

]

[X. C. Palacios santacruz, «análisis disergonómico físico de los operarios de
8 maquinaria pesada del gobierno provincial de imbabura (gpi),» universidad técnica
6 del norte, ibarra, 2020.

]

[G. I. Chuquin andrango, «evaluación del riesgo ergonómico en taxistas de la cooperativa 17 de julio ubicada en la ciudad de Ibarra,» utn, Ibarra, 2020.

7

]

[H. G. Tovar Torres, «relación entre condición física y lesiones musculó-esqueléticas en estudiantes de música,» revista Iberoamericana de ciencias de la actividad física y el deporte., 2018.

]

[Efisioterapia, «efisioterapia,» 06 abril 2017. [en línea]. Available: <https://www.efisioterapia.net/articulos/relacion-entre-exceso-peso-y-padecimientos-musculo-esqueleticos>.

]

[M. A. Reinoso Sánchez, «el análisis matemático aplicado al cálculo de la muestra,» unemi, Milagro, 2009.

0

]

[M. A. Reinoso Sánchez, «el análisis matemático aplicado al cálculo de la muestra el tamaño de la muestra es (in) finito,» unemi, Milagro, 2009.

1

]

[E. K. Chulde Montalvo, «afectaciones a la salud de tipo osteomuscular de origen laboral en los trabajadores de la empresa Be Brand Cia. Ltda,» universidad técnica del norte, Ibarra, 2023.

]

[X. C. Palacios Santacruz, «análisis disergonómico físico de los operadores de maquinaria pesada del gobierno provincial de Imbabura (gpi).,» utn, Ibarra, 2020.

3

]

[D. E. Agual Barrero, gestión de riesgos ergonómicos para la disminución de lesiones osteomusculares en la operación de extracción de materiales de construcción en la concesión minera Tanlahua., Quito: Espog, 2022.

]

CAPITULO VI

ANEXOS

6.1. Anexo A: Análisis postural

O.P.EX.001



Ilustración 1: Análisis postural O.P.EX.001

O.P.EX.002



Ilustración 2: Análisis postural O.P.EX.002

OP.EX.003



Ilustración 3: Análisis postural OP.EX.003

OP.FA.001



Ilustración 4: Análisis postural OP.FA.001

OP.GR.001



Ilustración 5: Análisis postural OP.GR.001

OP.MC.001



Ilustración 6: Análisis postural OP.MC.001

OP.MN.001



Ilustración 7: Análisis postural OP.MN.001

OP.MN.002



Ilustración 8: Análisis postural OP.MN.002

OP.RC.001



Ilustración 9: Análisis postural OP.RC.001

OP.RE.001

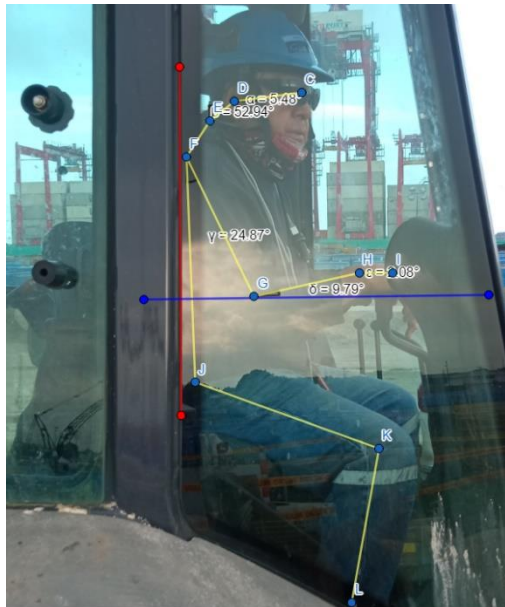


Ilustración 10: Análisis postural OP.RE.001

OP.RE.002



Ilustración 11: Análisis postural OP.RE.002

OP.RE.003

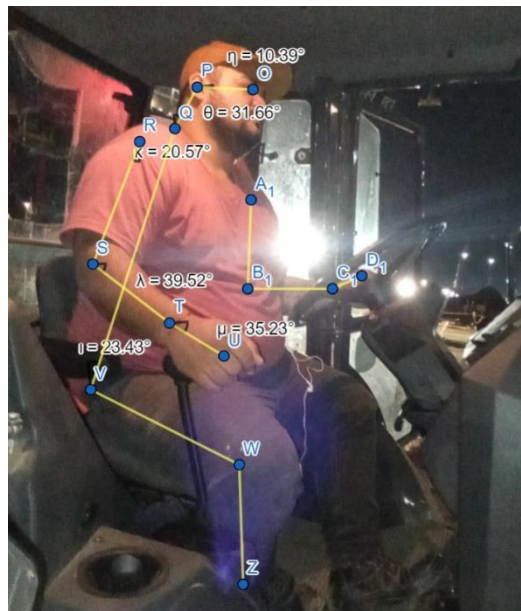


Ilustración 12: Análisis postural OP.RE.003

OP.TH.001



Ilustración 13: Análisis postural OP.TH.001

6.2. Anexo B: Ejemplo del Resultados de la aplicación del método R.E.B.A. (Rapid Entire Body Assessment)

OPEX.001

Evaluación de posturas forzadas (REBA)

Empresa: MACHALA

Centro: CONSTRUCCIÓN

Puesto OPERADOR
EXCAVADORA

Fecha del informe:

25/10/2023

Tarea: Remoción de tierras

Descripción: Actividades de desplazar tierra y otros materiales

Resultados de la evaluación de posturas forzadas

Valoración:

Cálculo de la puntuación REBA										
	Puntos brazos	Puntos antebrazos	Puntos muñecas	Puntos agarre	Puntuación Grupo B	Puntos tronco	Puntos cuello	Puntos piernas	Puntuación grupo A	Puntuación final REBA
Brazo izquierdo	3	2	1	0	4	2	1	3	6	8
Brazo derecho	3	2	1	0	4	2	1	3	6	8

	Puntuación final REBA	Nivel de riesgo
Brazo izquierdo	8	Alto
Brazo derecho	8	Alto

Niveles de Riesgo:

Puntos REBA	Nivel de riesgo	Actuación
1	Inapreciable	No es necesaria actuación
2 – 3	Bajo	No es necesaria actuación
4 – 7	Medio	Es necesaria la actuación.
8 – 10	Alto	Es necesaria la actuación cuanto antes.
11 – 15	Muy alto	Es necesaria la actuación de inmediato.

Datos introducidos:

Evaluación para: Dos brazos

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

Grupo A (tronco-espalda)		Puntuaciones		
Tronco		Puntos		
Si existe torsión del tronco o inclinación lateral: +1	Posición totalmente neutra	1	2 + 0	
	Tronco en flexión o extensión entre 0 y 20 °	2		
	Tronco flexionado entre 21 y 60 ° y extensión más de 20°	3		
	Tronco flexionado más de 60°	4		
Cuello		Puntos		
Si existe torsión del cuello o inclinación lateral: +1	El cuello está entre 0 y 20 grados de flexión.	1	1 + 0	
	El cuello está en flexión más de 20° o en extensión.	2		
Piernas		Puntos		
Flexión de rodilla/s 30-60°: +1 Flexión rodilla/s >60°: +2	Andar, sentado, de pie sin plano inclinado.	1	1 + 2	
	De pie con plano inclinado, unilateral o inestable.	2		
Carga / Fuerza		Puntos		
Ejecutado de manera rápida o brusca: +1	La carga o fuerza es < de 5 kg	0	1 + 1	
	La carga o fuerza está entre 5 y 10 kg	1		
	La carga o fuerza es > de 10 kg	2		
Actividad muscular		Puntos		
Una o más partes del cuerpo se encuentran en misma postura más de 1 minuto de forma estática	+1	+1		
Movimientos repetidos de mismo grupo articular > 4 veces por minuto	+1	0		
Rápidos y amplios cambios de postura o superficie inestable	+1	0		

6.3. Anexo C: Ejemplo del Resultados de la aplicación del método OCRA

OPEX.001

Evaluación de movimientos repetidos (OCRA)

Empresa: MACHALA **Centro:** CONSTRUCCIÓN **Puesto:** OPERADOR EXCAVADORA

Fecha del informe:
20/06/2023

Resultados de la evaluación de movimientos repetidos

Valoración:

Brazos	Total acciones recomendadas	Total acciones observadas	Índice de exposición OCRA	Nivel de riesgo
Brazos	0	40	0	Sin riesgo

Niveles de Riesgo:

Índice OCRA (IE)	Riesgo	Exposición	Acción recomendada
≤ 1.5 1.6 - 2.2	Óptimo aceptable	No exposición	No se requiere
2,3 - 3,5	Muy bajo	Muy baja exposición	Se recomienda un nuevo análisis o mejora del puesto
3.6 - 4.5	Ligero Medio	Alta exposición	Se requieren acciones de mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento pronto
4.6 - 9 > 9	Inaceptable Medio Muy alto	Alta exposición	Se requieren acciones de mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento inmediatamente

Resumen de factores por tarea

CF	Ff		Fp		Fa		Fr		Duración (min.)		Fd	Fr	Nº acciones Recomendadas.	
	Izq.	Dcha.	Izq.	Dcha.	Izq.	Dcha.	Izq.	Dcha.	Izq.	Dcha.			Izq.	Dcha.
30	0	0	0.33	0.33	0.8	0.8	1	1	280	280	0	0.65	0	0

Factores del puesto

Factor de duración de tareas repetidas, Fd	
Tiempo (min.)	Factor (Fd)
280	0


Factor de falta de tiempo de recuperación, Fr	
Tiempo (min.)	Factor (Fr)

230	0.65
-----	------

Tiempo de trabajo	Tiempo de pausa
280	60

Datos de la tarea

Nombre:	Remoción de tierras
Tarea repetitiva:	Sí
Tipo de tarea:	Asimétrica
Descripción:	Actividades de desplazar tierra y otros materiales.



	Duración de la tarea en un turno (minutos)	Duración media del ciclo (seg.)	Total de acciones por ciclo	Frecuencia de acciones (nº de acciones/min.)
Brazo izquierdo	280	16800	40	0.14285714285714
Brazo derecho	280	16800	40	0.14285714285714

Acciones		
Nombre de la acción	Nº acciones brazo izquierdo	Nº acciones brazo derecho
Remoción de tierras	40	40

Factores de la tarea

Ff Factor fuerza (esfuerzo percibido)	
Brazo izquierdo	Brazo derecho
Fuerza media ponderada (Borg)	
Brazo izquierdo	Brazo derecho
Fuerzas brazo izquierdo (Borg)	
Fuerza en Borg	% Tiempo de la tarea
Fuerzas brazo derecho (Borg)	
Fuerza en Borg	% Tiempo de la tarea

Fp Factor postural	
Brazo izquierdo (puntos)	Brazo derecho (puntos)

Hombro	Codo	Muñeca	Mano	Hombro	Codo	Mano	Muñeca
8	8	10	16	8	8	10	16

6.4. Anexo D: Ejemplo del Resultados de la aplicación del método R.U.L.A.

OPEX.001

Evaluación de movimientos repetidos (RULA)

Empresa: MACHALA **Centro:** CONSTRUCCIÓN **Puesto:** OPERADOR EXCAVADORA 001

Fecha del informe: 20/06/2023 **Tarea:** Remoción de tierras

Descripción: Actividades de desplazar tierra y otros materiales.



Resultados de la evaluación de posturas en movimientos repetidos

Valoración:

Cálculo de la puntuación RULA											
	Puntos brazos	Puntos antebrazos	Puntos muñecas	Puntos giro muñeca	Grupo A	Grupo C	Puntos tronco	Puntos cuello	Puntos piernas	Grupo B	Grupo D
Brazo izquierdo	3	2	3	1	4	5	2	2	1	2	3
Brazo derecho	3	2	3	1	4	5	2	2	1	2	3

	Puntuación final RULA	Nivel de riesgo
Brazo izquierdo	4	Medio
Brazo derecho	4	Medio

Niveles de Riesgo:

Puntos RULA	Nivel de riesgo	Actuación
-------------	-----------------	-----------

1 - 2	Bajo	Nivel de actuación 1: Situaciones de trabajo ergónomicamente aceptables.
3 - 4	Medio	Nivel de actuación 2: Situaciones que pueden mejorarse, no es necesario intervenir a corto plazo.
5 - 6	Alto	Nivel de actuación 3: Se deben realizar modificaciones en el diseño o en los requerimientos de la tarea a corto plazo.
>=7	Muy alto	Nivel de actuación 4: Prioridad de intervención ergonómica.

Datos introducidos:

Evaluación para: Dos brazos

Grupo A (extremidades superiores)		Puntuaciones		
Brazos		Puntos	Brazo izquierdo	Brazo derecho
Si eleva el hombro: +1 Si se presenta abducción de hombro: + 1 Si el brazo está apoyado: -1	El brazo está entre 20 grados de flexión y 20 grados de extensión.	1	2 + 1	2 + 1
	Entre 20° y 45° de flexión o más de 20° de extensión.	2		
	El brazo se encuentra entre 45° y 90° de flexión de hombro.	3		
	El brazo está flexionado más de 90 grados.	4		
Antebrazos		Puntos	Brazo izquierdo	Brazo derecho
Si el brazo cruza la línea media o se sitúa por fuera más de 45°: +1	El antebrazo está entre 60 y 100 grados de flexión.	1	2	2
	El antebrazo está flexionado por debajo de 60 grados o por encima de 100 grados.	2		
Muñecas		Puntos	Brazo izquierdo	Brazo derecho
Si la muñeca se desvía de la línea media: + 1	La muñeca está en posición neutra.	1	3	3
	La muñeca está entre 0 y 15 grados de flexión o extensión.	2		
	La muñeca está flexionada o extendida más de 15 grados.	3		
Giro de muñeca		Puntos	Brazo izquierdo	Brazo derecho
Permanece en la mitad del rango.		1	1	1
En inicio o final del rango de giro.		2		
Carga / Fuerza		Puntos	Brazo izquierdo	Brazo derecho
Sin resistencia. Menos de 2kg de carga o de fuerza intermitente.		0	0	0
2-10 kg de carga o fuerza intermitente.		1		
Si la carga o fuerza está entre 2 y 10 Kg. y es estática o repetitiva.		2		
Si la carga o fuerza es superior a los 10 Kg., y es estática o repetitiva. Los golpes y/o fuerzas aumentan rápidamente		3		
Actividad muscular		Puntos	Brazo izquierdo	Brazo derecho
Si la postura es estática, mantenida más de un minuto. Si se repite más de 4 veces por minuto.		1	1	1

Grupo B (tronco-espalda)		Puntuaciones	
Tronco		Puntos	
Si está girado: +1 Si el cuerpo está inclinado hacia los lados: +1	Posición totalmente neutra	1	2 + 0
	Tronco en flexión o extensión entre 0 y 20 °	2	
	Tronco flexionado entre 21 y 60 ° y extensión más de 20°	3	
	Tronco flexionado más de 60ª	4	
Cuello		Puntos	
Si está girado: +1 Si el cuello está inclinado hacia los lados: +1	El cuello está entre 0 y 10 grados de flexión.	1	2 + 0
	El cuello está entre 11 y 20 grados de flexión.	2	
	El cuello está flexionado por encima de 20 grados.	3	
	El cuello está en extensión	4	
Piernas		Puntos	
Sentado, con el peso distribuido simétricamente y sitio para las piernas. De pie, postura equilibrada y con espacio para variar posición.		1	1
Sentado, sin sitio para las piernas. Piernas o pies no apoyados. Postura no equilibrada		2	
Carga / Fuerza		Puntos	
Sin resistencia. Menos de 2kg de carga o de fuerza intermitente.		0	0
2-10 kg de carga o fuerza intermitente.		1	
Si la carga o fuerza está entre 2 y 10 Kg. y es estática o repetitiva.		2	
Si la carga o fuerza es superior a los 10 Kg., y es estática o repetitiva. Los golpes y/o fuerzas aumentan rápidamente		3	
Actividad muscular		Puntos	
Si la postura es estática, mantenida más de un minuto. Si se repite más de 4 veces por minuto. Si se repite más de 4 veces por minuto.		1	1