



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**Aplicación de sistema ergonómico para reducir los trastornos
musculo-esqueléticos de una empresa minera, Arequipa 2021**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA
INDUSTRIAL

AUTORA:

López Pilco, Rosa Stephanie (ORCID 0000-0003-3193-575X)

ASESOR:

Mg. Paz Campaña, Augusto Edward (ORCID 0000-0001-9751-1365)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Sistemas de gestión de la seguridad y calidad

LIMA — PERÚ

2021

Dedicatoria

Dedico la presente tesis a mi amada familia, de manera especial a mi adorada hija, mi mayor motivación y razón de ser, por quien lucho día a día para salir adelante y lograr culminar con esta meta trazada en mi vida profesional.

Agradecimiento

Agradezco a Dios en primera instancia, por brindarme la fortaleza necesaria para seguir luchando día a día por mis anhelos.

A la Universidad César Vallejo, por otorgarme la oportunidad de hacer realidad esta meta tan importante en mi vida profesional.

A mi estimado asesor Mg. Augusto Edward Paz Campaña, por guiarme con su infinita paciencia y sabias enseñanzas, a lo largo de la ejecución de la presente investigación.

A mis padres, por impulsarme constantemente a no decaer ante los problemas, enseñándome a afrontarlos con perseverancia, hasta lograra superarlos para cumplir con mi proyecto de vida.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	12
III. METODOLOGÍA.....	24
3.1. Tipo y diseño de investigación	24
3.2. Variables y operacionalización.....	25
3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis	27
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	28
3.5. Procedimientos	30
3.6. Método de análisis de datos.....	77
3.7. Aspectos éticos	77
IV. RESULTADOS.....	78
V. DISCUSIÓN	83
VI. CONCLUSIONES	88
VII. RECOMENDACIONES.....	89
REFERENCIAS.....	90
ANEXOS	97

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Frecuencia de trastornos musculoesqueléticos, según segmento afectado en trabajadores de refinería Lima, 2017.....	2
Tabla 2. Lluvia de ideas	3
Tabla 3. Causas detectadas	6
Tabla 4. Matriz de Correlación	7
Tabla 5. Análisis de causas	8
Tabla 6. Matriz de estratificación	9
Tabla 7. Análisis de aspectos biológicos	33
Tabla 8. Análisis de actividad física general	34
Tabla 9. Análisis de manipulación manual de cargas	35
Tabla 10. Análisis de diseño lugar	36
Tabla 11. Análisis de posturas de trabajo	37
Tabla 12. Análisis del tiempo de trabajo	38
Tabla 13. Análisis de aspecto motor	39
Tabla 14. Análisis de dispositivos de visualización	40
Tabla 15. Análisis de controles	41
Tabla 16. Análisis de aspectos técnicos	42
Tabla 17. Análisis de maquinaria	44
Tabla 18. Análisis de herramientas o implementos pequeños	45
Tabla 19. Análisis de seguridad en el trabajo	46
Tabla 20. Posturas Forzadas Grupo A.....	47
Tabla 21. Detalle de análisis de Posturas Forzadas Grupo A.....	48
Tabla 22. Posturas Forzadas Grupo B.....	49
Tabla 23. Detalle de análisis de Posturas Forzadas Grupo B.....	50
Tabla 24. Planificación de capacitaciones y actividades.....	55
Tabla 25. Recomendaciones ergonómicas para puestos de trabajo	56
Tabla 26. Análisis de aspectos biológicos	56
Tabla 27. Análisis de actividad física general	58
Tabla 28. Análisis de manipulación manual de cargas	59
Tabla 29. Análisis de diseño lugar	60
Tabla 30. Análisis de posturas de trabajo	61

Tabla 31. Análisis del tiempo de trabajo	62
Tabla 32. Análisis de aspecto motor	63
Tabla 33. Análisis de dispositivos de visualización	64
Tabla 34. Análisis de controles	65
Tabla 35. Análisis de aspectos técnicos	66
Tabla 36. Análisis de maquinaria	67
Tabla 37. Análisis de herramientas o implementos pequeños	68
Tabla 38. Análisis de seguridad en el trabajo	69
Tabla 39. Análisis en Posturas Forzadas Grupo A	70
Tabla 40. Análisis detallado en Posturas Forzadas Grupo A	72
Tabla 41. Análisis de Posturas Forzadas Grupo B	73
Tabla 42. Análisis detallado de Posturas Forzadas Grupo B	74
Tabla 43. Costos de implementación del proyecto	74
Tabla 44. Costos de implementación de ergonomía	75
Tabla 45. Costo total de implementación	75
Tabla 46. Beneficios de implementación	75
Tabla 47. Costo beneficio	75
Tabla 48. Flujo de caja.....	76
Tabla 49. Viabilidad económica	76
Tabla 50. Contraste estadístico de trastornos músculo-esqueléticos	78
Tabla 51. Contraste estadístico de Grupo A	78
Tabla 52. Contraste estadístico de Grupo B	79
Tabla 53. Prueba de normalidad de trastornos músculo esqueléticos.....	79
Tabla 54. Prueba de normalidad de grupo A	80
Tabla 55. Prueba de normalidad de grupo B	80
Tabla 56. Prueba de hipótesis de trastornos músculo esqueléticos	81
Tabla 57. Prueba de hipótesis de grupo A.....	81
Tabla 58. Prueba de hipótesis de grupo B.....	82

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de Ishikawa.....	5
Figura 2 Diagrama de Pareto	9
Figura 3. Ubicación de Minera Cambio S.A.	30
Figura 4. Organigrama de Minera CAMBIO S.A.....	32
Figura 5. Baremo de aspectos biológicos	33
Figura 6. Evidencia de descontrol en aspectos biológicos	34
Figura 7. Baremo de Actividad Física General.....	34
Figura 8. Baremo de manipulación manual de cargas	35
Figura 9. Baremo de diseño del lugar	36
Figura 10. Baremo de posturas de trabajo	37
Figura 10. Evidencia de sobreesfuerzo de brazos y suelo inestable.....	38
Figura 12. Baremo de organización del tiempo de trabajo	38
Figura 13. Baremo de aspecto motor	39
Figura 14. Evidencia de la incomodidad en el Aspecto Motor.....	40
Figura 15. Baremo de dispositivos de visualización	41
Figura 16. Baremo de controles	42
Figura 17. Baremo de aspectos técnicos	43
Figura 18. Evidencia del peligro o riesgo del trabajador.....	43
Figura 19. Baremo de maquinaria	44
Figura 20. Baremo de herramientas o implementos pequeños	45
Figura 21. Baremo de seguridad en el trabajo	46
Figura 22. Análisis Grupo A Pre-test	47
Figura 23. Análisis Grupo B Pre-test	49
Figura 24. Problemática en reparaciones y soldadura	51
Figura 25. Implementación de mejora ergonómica en reparaciones y soldadura	51
Figura 26. Problemas por aplicación de fuerzas intensas	52
Figura 27. Problemas por actividades de corte	53
Figura 28. Evidencia de Pausas Activas	53
Figura 29. Corrección de Posturas en Operarios	54
Figura 30. Evidencia de Charla de 5 Minutos.....	54
Figura 31. Evidencia de actividades de cronograma.....	55

Figura 32. Baremo de aspectos biológicos	57
Figura 33. Ejecución de prácticas con personal de Minera Cambio.....	57
Figura 34. Baremo de actividad física general	58
Figura 35. Aplicación de pausas activas	59
Figura 36. Baremo de manipulación manual de cargas	59
Figura 37. Práctica de cargas compartidas	60
Figura 38. Baremo de diseño del lugar	61
Figura 39. Baremo de posturas de trabajo	62
Figura 40. Baremo de organización del tiempo de trabajo	63
Figura 41. Baremo de aspecto motor	64
Figura 42. Baremo de dispositivos de visualización	65
Figura 43. Baremo de controles	66
Figura 44. Baremo de aspectos técnicos	67
Figura 45. Baremo de maquinaria	68
Figura 46. Baremo de herramientas o implementos pequeños	69
Figura 47. Baremo de seguridad en el trabajo	70
Figura 48. Análisis del Grupo A Post-test.....	71
Figura 49. Análisis del Grupo B Post-test.....	73

RESUMEN

La presente investigación surge con el objetivo principal de determinar la manera en que la aplicación del sistema ergonómico reduce los trastornos músculo-esqueléticos de una empresa minera, Arequipa 2021. Para ello, se empleó una metodología de investigación de tipo aplicado, de enfoque cuantitativo, de método hipotético deductivo, de diseño experimental, de tipo preexperimental, de corte longitudinal y nivel descriptivo, tomando en consideración como población a los 120 trabajadores de la compañía minera, considerando como muestra a 92 colaboradores del área operativa, a quienes se aplicó la técnica de la observación directa y el análisis documental, empleando como instrumentos la guía de observación y ficha de registro de datos. Hallando como resultados una reducción de riesgo en las posturas forzadas del grupo A de 9.42 a 2.68, reduciendo el riesgo en el grupo B de 10.52 a 2.84. Concluyendo que, mediante la propuesta de sistema ergonómico se redujo la prevalencia de trastornos musculoesqueléticos, debido a que, se estableció un programa de carácter participativo con el cual se logró reducir el nivel de riesgo de contraer lesiones en los trabajadores del área operativa de la empresa minera de 10.21 a 2.97, mediante la implementación de capacitaciones y programas de pausas activas.

Palabras clave: Sistema ergonómico, trastornos, minería, trabajador.

ABSTRACT

This research arises with the main objective of determining the way in which the ergonomic system application reduces musculoskeletal disorders of a mining company, Arequipa 2021. For this, an applied research methodology, with a quantitative approach, was used. hypothetical deductive method, experimental design, pre-experimental type, longitudinal cut and descriptive level, taking into consideration the 120 workers of the mining company as a population, considering as a sample 92 collaborators from the operational area, to whom the technique was applied of direct observation and documentary analysis, using the observation guide and data record sheet as instruments. Finding as results a risk reduction in the forced postures of group A from 9.42 to 2.68, reducing the risk in group B from 10.52 to 2.84. Concluding that, through the ergonomic system proposal, the prevalence of musculoskeletal disorders was reduced, due to the fact that a participatory program was established with which it was possible to reduce the level of risk of contracting injuries in workers in the company's operational area mining from 10.21 to 2.97, through the implementation of training and active break programs.

Keywords: Ergonomic system, disorders, mining, worker.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, existe más de 150 trastornos en el mundo laboral, los cuales afectan al sistema locomotor, dicha problemática, se debe de manera especial a la ejecución de tareas repetitivas de larga duración, que originan de corto a largo plazo trastornos, tales como, esguinces, distensiones y fracturas, las cuales, conllevan a limitaciones en las capacidades funcionales e inclusive incapacidades permanentes, en ello, los trastornos musculoesqueléticos contribuyen significativamente de manera sinérgica en restricciones de movilidad, destreza y sensaciones dolorosas que minimizan el desempeño de los trabajadores, debido a que, existe una prevalencia de 568 personas que padecen de este tipo de trastorno, siendo el dolor lumbar el más frecuente, denotando así la situación crítica de los riesgos ergonómicos, ya que, aproximadamente 1720 millones de personas padecen de trastornos musculoesqueléticos a nivel mundial (Organización Mundial de la Salud, 2021).

A nivel nacional, el surgimiento de lesiones por trastornos musculoesqueléticos se ha tornado en una problemática creciente, debido a que, en el presente año se ha registrado un auge al 1.28 % de incidentes laborales, de los cuales, 6.14% se suscitan en el sector minero, 13% de ellos se originan en operarios siendo 83.98% de los problemas en varones y 16.00% en mujeres, donde el 12.26% de los incidentes poseen como causa raíz, falsos movimientos, también conocidos como sobreesfuerzos físicos, al 0.54% en el tronco, 0.22% en el cuello, 4.06% en las piernas, 2.14% en el brazo, 1.12% en el antebrazo y 2.10% en la muñeca (MTPE, 2021).

Por ello, considerando que, los trastornos musculoesqueléticos son alteraciones en las estructuras corporales, como las articulaciones, los tendones, músculos, ligamentos, huesos, nervios y el sistema circulatorio a causa de movimientos forzados en el trabajo (Fernández González et al. 2014). Se debe tener en cuenta que este es uno de los problemas más costosos e importantes en la salud laboral, por la probabilidad de originar enfermedades, e incapacidad temporal o permanente (Jhonston et al. 2018), por lo que, es necesario centralizar un mayor enfoque en

este riesgo disergonómico en materia de Seguridad y Salud Laboral de manera especial en el sector minero, al presentarse dichas estadísticas enunciadas.

Muestra de ello, es un estudio realizado en Lima en el año 2017, donde se detectó en una refinería de Zinc, una elevada demanda física a los colaboradores, con respecto, a movimientos repetitivos, posturas forzadas, manipulación manual de cargas y empleo de herramientas o equipos manuales, cuyo enfoque en la generación de una alta productividad, conllevó a que se presente una alta frecuencia de trastornos musculoesqueléticos, como se aprecia en la Tabla 1.

Tabla 1. Frecuencia de trastornos musculo-esqueléticos, según segmento afectado en trabajadores de refinería Lima, 2017

Segmento afectado	n (%) *
Tronco	102 (45.7)
Cervicalgia	3 (1.3)
Cervicalgia asociada a hernia discal	8 (3.6)
Dorsalgia	3 (1.3)
Dorsalgia asociada a hernia discal	1 (0.4)
Lumbago	29 (13.0)
Lumbago asociado a hernia discal	56 (25.1)
Síndrome miofascial lumbar	2 (0.8)
Miembros superiores	38 (17.0)
Tendinosis de la inserción distal del bíceps	1 (0.4)
Hombro doloroso	2 (0.8)
Epicondilitis	7 (3.1)
Síndrome del manguito rotador	23 (10.3)
Tendinitis cubital	1 (0.4)
Tenosivitis de muñeca	3 (1.3)
Síndrome túnel carpiano	1 (0.4)
Miembros inferiores	16 (7.2)
Condromalacia	7 (3.1)
Gonalgia	7 (3.1)
Tendinitis rotuliana	2 (0.8)

Fuente: Ramirez-Pozo y Montalvo Luna, 2019

Hallándose que surgieron trastornos musculo esqueléticos en una frecuencia de 52,90%; identificándose trabajadores con un TME al 35,40%, dos TME al 14,40%, tres TME al 3,10%, y ningún TME al 47,10%. Siendo el segmento corporal más afectado el tronco al 45,70%, seguido de extremidades superiores al 17,00% y extremidades inferiores al 7,20%. En ello, los trastornos musculoesqueléticos que se presentaron más fueron lumbago asociados a hernia discal al 25,10%, síndrome del manguito rotador al 10,30% y cervicalgia asociada a hernia discal al 3,60%.

Por lo que, en cuanto al grupo etario se encontró que el rango de 19 - 35 años presentó un 39,00% de trastornos musculo esqueléticos, seguido del grupo de 36 - 59 años con un 53,00% y el rango de 60 a más años con un 67,00%. En cuanto al sexo, la totalidad de casos se presentó en la población masculina, presentándose respecto al área de trabajo dentro de la refinería, que el mayor número de casos de trastornos musculoesqueléticos surgieron en el área de electrometalurgia al 74,00%, seguida de tostación al 57,00% e hidrometalurgia al 48,00%, situación que se suscitó por la desconsideración de la importancia del problema de TME, las cuales al dejarse de lado en la creación de lineamientos y políticas a corto, mediano y largo plazo para un mayor abordaje del mismo de forma multidisciplinaria en el mundo laboral, que consecuentemente se proyecta en el incremento de ausentismo laboral, disminuciones en la productividad e incrementos de costos indirectos asociados.

Por ende, a nivel local, en una empresa minera, al denotar que los colaboradores cuentan con un ritmo de trabajo muy severo, existe gran implicancia en todos sus sistemas musculoesqueléticos, ya que, se observó la presencia de problemas en el personal, como dolores de cuello, columna vertebral, extremidades superiores y extremidades inferiores, motivo por el cual, en la búsqueda de mejorar la eficiencia y productividad de cada trabajador para la prevención de lesiones, la ergonomía resulta siendo una opción viable al presentarse una problemática vinculada a un riesgo disergonómico, por lo que, tomando en cuenta que el auge en el ausentismo laboral, además del surgimiento de accidentes incapacitantes ligados al TME, es necesaria la identificación de la causa raíz de la problemática en la empresa minera para ello, a continuación se presenta una lluvia de ideas para poder identificar dichas causas

Tabla 2. *Lluvia de ideas*

Lluvia de ideas
• Esfuerzo físico
• Posturas forzadas
• Movimientos repetitivos
• Giros bruscos de tronco o cabeza
• Poco tiempo de descanso
• Altas tasas de repetición de tareas

• Falta de capacitación
• Espacios reducidos
• Ubicación inadecuada de maquinaria
• No existen indicadores de riesgos
• Equipos no ergonómicos
• Traslados de materiales inadecuados
• Carencia de un plan de riesgos
• Inadecuado procedimiento de tareas
• Sobre carga de trabajo
• Inadecuado procedimiento de tareas
• Falta de mantenimiento de maquinarias y equipos
• Presencia de ruidos fuertes
• Falta de materiales
• Maquinarias deterioradas
• Falta de aplicación de riesgos ergonómicos

Fuente: Elaboración propia

Por lo que, para la profundización en la identificación de la problemática principal de una empresa minera, considerando la lluvia de ideas, se presenta un diagrama de Ishikawa en la figura 1.

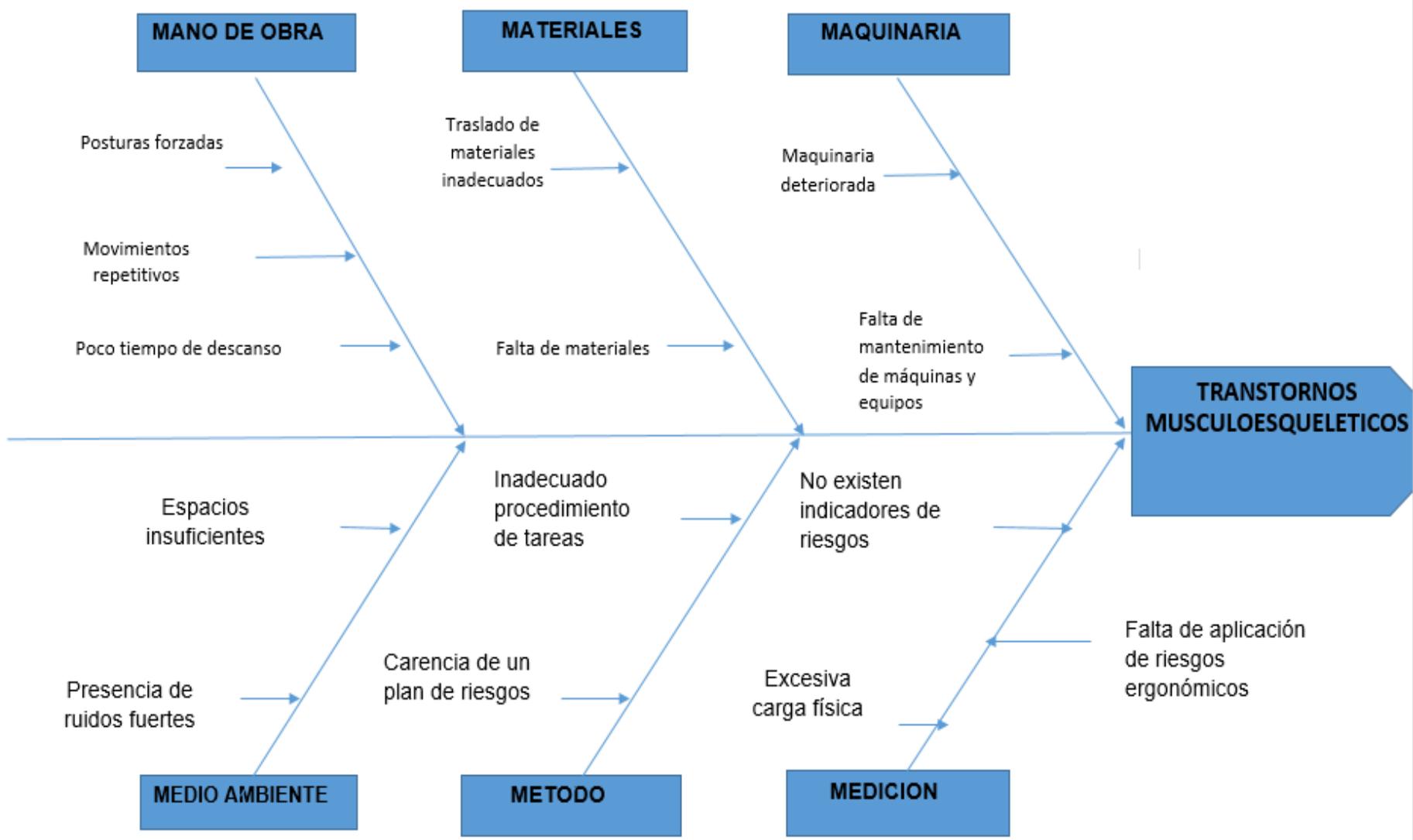


Figura 1. Diagrama de Ishikawa

Por lo tanto, en el diagrama de ISHIKAWA, al observarse las principales causas que afectan al personal de una empresa minera, se ha podido identificar aquello que acongoja a los trabajadores generando molestias y malestar en el personal, se debe a la falta de la aplicación de los sistemas ergonómicos.

Tabla 3. Causas detectadas

Causas detectadas	
C-01	Esfuerzo físico
C-02	Posturas forzadas
C-03	Movimientos repetitivos
C-04	Altas tasas de repetición de tareas
C-05	Falta de capacitación
C-06	Giros bruscos de tronco o cabeza
C-07	No existen indicadores de riesgos
C-08	Inadecuado procedimiento de tareas
C-09	Falta de mantenimiento de maquinarias y equipos
C-10	Equipos no ergonómicos
C-11	Poco tiempo de descanso
C-12	Sobre carga de trabajo
C-13	Maquinarias deterioradas
C-14	Carencia de un plan de riesgos
C-15	Espacios reducidos
C-16	Ubicación inadecuada de maquinaria

Fuente: Elaboración propia

Por lo que, de acuerdo a la Tabla 3 y la elaboración del diagrama de ISHIKAWA, se profundiza en la identificación de las causas que generan los trastornos musculoesqueléticos, pasando a realizar un diagrama Pareto para el reconocimiento de causas que afectan en mayor medida al área de trabajo y a los colaboradores de una empresa minera. para lo cual se realizó previamente un análisis de correlación como se observa en la Tabla 4.

Tabla 4. Matriz de Correlación

N°	CAUSAS		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	Puntaje
8	Inadecuado procedimiento de tareas	C1		0	0	1	3	0	1	3	2	3	1	0	1	0	2	1	18%
5	Falta de capacitación	C2	1		0	1	3	3	1	3	0	0	0	1	0	2	0	3	18%
16	Ubicación inadecuada de maquinaria	C3	2	3		1	3	0	0	3	3	0	0	0	3	0	3	3	24%
13	Maquinarias deterioradas	C4	3	2	2		3	0	0	2	3	0	3	3	3	0	0	3	27%
6	Giros bruscos de tronco o cabeza	C5	3	1	0	2		3	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	12%
2	Posturas forzadas	C6	3	3	2	2	3		2	2	0	3	1	2	2	1	0	2	28%
10	Equipos no ergonómicos	C7	1	3	0	0	0	1		1	0	3	2	1	0	0	0	0	12%
7	No existen indicadores de riesgo	C8	1	2	0	1	2	0	3		0	1	0	0	0	3	0	0	13%
1	Esfuerzo físico	C9	3	2	3	3	1	3	0	1		0	2	3	1	1	2	1	26%
9	Falta de mant. de maquinarias y equipos	C10	2	2	1	2	2	0	1	2	3		0	2	3	1	0	2	23%
14	Carencia de un plan de riesgos	C11	0	2	0	2	3	0	3	2	2	1		3	2	3	0		23%
3	Movimientos repetitivos	C12	3	2	3	3	3	1	0	2	0	0	2		0	2	2	1	24%
4	Altas tasas de repetición de tareas	C13	3	3	3	3	3	2	1	2	2	3	3	1		0	0	0	29%
11	Poco tiempo de descanso	C14	3	3	2	3	2	0	0	3	1	3	3	3	1		0	0	27%
12	Sobre carga de trabajo	C15	3	2	3	3	1	2	0	2	2	2	3	3	3	1		1	31%
15	Espacios reducidos	C16	3	3	2	2	3	3	1	3	0	1	0	1	0	1	3		26%
	TOTAL																		335%

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a la Tabla 4 en la matriz de correlación, se visualiza que la causa más elevada es la sobre carga de trabajo. Obteniendo una puntuación de 31, siendo la causa menor los giros bruscos de tronco y cabeza obteniendo una puntuación de 12.

Por lo tanto, para la determinación de las principales causas, se procede a realizar un análisis de causas en la Tabla 5, con la cual, se procederá a realizar un diagrama de Pareto.

Tabla 5. Análisis de causas

N°	Causas	Puntaje Ponderado	Acumulado	% Ponderado	% Acumulado
12	Sobre carga de trabajo	31	31	9%	9%
4	Altas tasas de repetición de tareas	29	60	8%	17%
2	Posturas forzadas	28	88	8%	25%
13	Maquinarias deterioradas	27	115	8%	33%
11	Poco tiempo de descanso	27	142	8%	41%
1	Esfuerzo físico	26	168	7%	48%
15	Espacios reducidos	26	194	7%	55%
16	Ubicación inadecuada de maquinaria	24	218	7%	62%
3	Movimientos repetitivos	24	242	7%	69%
9	Falta de mantenimiento de maquinarias y equipos	23	265	6%	75%
14	Carencia de un plan de riesgos	23	288	6%	81%
8	Inadecuado procedimiento de tareas	18	306	5%	86%
5	Falta de capacitación	18	324	5%	91%
7	No existen indicadores de riesgos	13	337	3%	94%
6	Giros bruscos de tronco o cabeza	12	349	3%	97%
10	Equipos no ergonómicos	12	361	3%	100%
		361		100%	

Fuente:Elaboracion Propia

Por ello, de la Tabla 5, se observa las causas que son un total de 16 razones extraídas del diagrama de Ishikawa, con las cuales se pudo dar hincapié a la causa más elevada que es la sobre carga de trabajo con la cual se considera necesario un sistema de riesgo ergonómico para reducir los trastornos musculoesqueléticos de una empresa minera. Para lo cual, a continuación, se desarrolló el diagrama Pareto donde se podrá visualizar la causa con mayor índice de porcentaje.

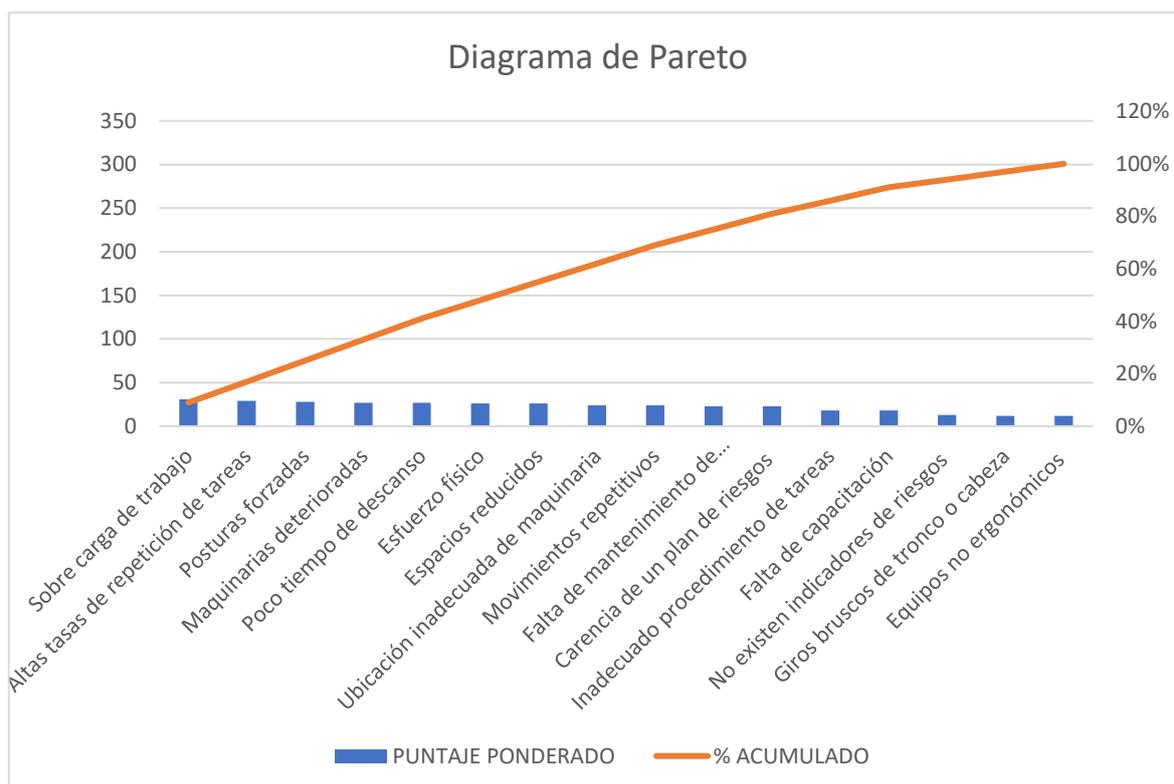


Figura 2 Diagrama de Pareto

En la ejecución del diagrama de Pareto de la Figura 2, una vez determinado que son 11 las causas principales que originan el problema de trastornos disergonómicos, por lo que, se procede a realizar una matriz de estratificación, para la determinación de las 3 causas principales con mayor frecuencia dentro de las 11 causas halladas.

Tabla 6. Matriz de estratificación

Causa	Frecuencia	%
Sobre carga de trabajo	31	9%
Altas tasas de repetición de tareas	29	8%
Posturas forzadas	28	8%

Fuente:Elaboracion Propia

Por lo que, acorde a la matriz de estratificación, se observa que la causa con mayor frecuencia son las sobrecargas de trabajo con un porcentaje de 9%, por tal motivo, teniendo en cuenta que ello conlleva a que los trabajadores de una empresa minera puedan tener trastornos musculoesqueléticos, se debe aplicar un sistema ergonómico que permita evitar la baja producción, elevados niveles de ausentismo y costos invisibles de la empresa.

Por tal motivo, el problema general de la investigación fue ¿De qué manera la aplicación del sistema ergonómico reduce los trastornos musculoesqueléticos de una empresa minera, Arequipa 2021? Siendo los problemas específicos ¿De qué manera la aplicación del sistema ergonómico reduce las posturas forzadas del grupo A de una empresa minera, Arequipa 2021? ¿De qué manera la aplicación del sistema ergonómico reduce las posturas forzadas del grupo B de una empresa minera, Arequipa 2021?

El estudio se justifica de forma teórica por el aporte de conocimientos de la viabilidad de implementar un sistema ergonómico en el sector minero para la mejora de trastornos musculoesqueléticos, lo cual, permitirá ser un antecedente para futuras investigaciones. Se justifica de forma práctica, por la aplicación del sistema ergonómico en un problema real en la industria minera, el cual al ir agravando resultaría siendo perjudicial en la productividad, por lo que, se logrará conocer el efecto del sistema ergonómico en la mejora del surgimiento de trastornos musculoesqueléticos en los colaboradores. Existe justificación metodológica por el empleo de la técnica observación directa en un estudio de diagnóstico y medición de resultados, al otorgar instrumentos validados y fiables para el seguimiento de los mismos que permitan a futuras investigaciones que posean problemas afines, realizar una trazabilidad en la aplicación de un sistema ergonómico con confiabilidad. Asimismo, el estudio posee justificación social, por la generación de una alternativa de solución que minimice el surgimiento de problemas de TME en los colaboradores de la industria minera, en salvaguarda de su integridad. Por lo que, el estudio también posee justificación por conveniencia, ya que se pretende minimizar los problemas de ausentismo laboral, para la reducción de costos invisibles de la empresa minera, con el objeto de mejorar la productividad en la empresa.

Por lo tanto, el objetivo general de la investigación fue determinar la manera en que la aplicación del sistema ergonómico reduce los trastornos musculoesqueléticos de una empresa minera, Arequipa 2021. Teniendo como objetivos específicos determinar de qué manera la aplicación del sistema ergonómico reduce las posturas forzadas del grupo A de una empresa minera, Arequipa 2021 y determinar de qué manera la aplicación del sistema ergonómico reduce las posturas forzadas del grupo B de una empresa minera, Arequipa 2021.

Por ende, la hipótesis general del estudio fue que la aplicación del sistema ergonómico reduce los trastornos musculoesqueléticos de una empresa minera, Arequipa 2021, considerando como hipótesis específicas la aplicación del sistema ergonómico reduce las posturas forzadas del grupo A de una empresa minera, Arequipa 2021 y la aplicación de sistema ergonómico reduce las posturas forzadas del grupo B de una empresa minera, Arequipa 2021.

II. MARCO TEÓRICO

Para el presente estudio, en torno, a una revisión teórica realizada en repositorios y revistas indexadas, se consideró como estudios de relevancia a nivel internacional, los que se muestran a continuación.

Ramírez Ortiz (2018) en su artículo “Programa de prevención de desórdenes musculoesqueléticos en actividades que involucran el uso de herramientas manuales en los trabajadores de la mina Buenos Aires ubicada en el municipio Bochalema” planteó como objetivo general realizar un programa de prevención de trastornos musculo-esqueléticos en tareas que implican el empleo de instrumentos manuales en los colaboradores de la mina Buenos Aires en el municipio de Bochalema. Por lo tanto, su estudio metodológico fue de tipo cuantitativo, siendo un nivel descriptivo y empleando un Cuestionario Nórdico, con el fin de cuantificar los riesgos y los trastornos musculo-esqueléticos que se pudo identificar desde hace 1 año en las distintas partes del cuerpo de los trabajadores. Contando con una población de 50 participantes, con una edad promedio de 36 años, siendo una muestra no probabilística y de tipo censo, logrando una significancia en el resultado. Se aplicó una prueba de correlación de Pearson, para confirmar si los trastornos ergonómicos están asociados con los puestos de trabajo de los colaboradores, logrando obtener como resultado que hubo un ausentismo en los trabajadores de un 26%, el 30% de los trabajadores tiene el mal hábito de fumar y el 78% tiene dolores osteomusculares, la cual se ha visto por necesario reubicarlos de puestos de trabajo y la zona más afectada del cuerpo principalmente fue la espalda baja, con un 72%, el cuello con un 36%, las rodillas con un 46%, la muñeca-mano con un 62%, los hombros con un 42%, tobillos con un 18%, espalda alta con un 10%, el muslo con un 14%. Llegando a la conclusión que la minera tiene áreas muy reducidas para la manipulación de materiales y herramientas, así mismo la falta de EPP’s y la prolongación de laborar de pie por mucho tiempo, se propone fomentar un plan de prevención de trastornos musculo-esqueléticos para los trabajadores de dicha empresa.

Quishpe Paucar (2019) en su investigación “Trastornos musculo esqueléticos relacionados con actividades de minería subterránea” mantuvo como objetivo

general determinar la relación que existe entre las actividades desarrolladas en el desate manual y los trastornos musculoesqueléticos que se podrían generar en los trabajadores expuestos en una mina subterránea de la provincia de Zamora Chinchipe. Para ello, utilizó el método RULA y el Cuestionario Nórdico, siendo de tipo descriptivo y de corte transversal, tomando como base especialmente en los miembros superiores, contando con una población de 10 obreros varones de edades promedio de 20 y 30 años del área de desate manual de rocas para la extracción del mineral, empleando tablas de distribución estadística invariadas, mostrando la frecuencia relativa y la frecuencia absoluta. Durante los actuales 12 meses. Los trabajadores han mostrado molestias en las siguientes partes del cuerpo, como: Cuello, hombro y muñeca con el 40%, cuello con un 50%, codo-antebrazo con un 10%, muñeca -mano con un 40%, hombro 30% y dorsal 30%. Por ello concluye que se debe reestablecer la seguridad de los colaboradores, para aminorar los peligros originados por los trastornos musculoesqueléticos

Rodríguez-Ruiz, Pérez-Mergarejo y Barrantes-Pastor (2020) en su investigación "Procedure for the prevention of musculoskeletal disorders: application in underground mining works." mantuvo como objetivo general realizó en su artículo un análisis de investigación referente a la prevalencia de trastornos musculoesqueléticos, considerando un estudio descriptivo de corte transversal, empleando el método ERIN Y REBA en un proyecto minero de Perú, donde se ejecutan trabajos convencionales, de tal manera que se alcanzó comprobar los trastornos musculoesqueléticos en los colaboradores, refiriendo una población de 131 trabajadores entre las edades de 19 y 44 años con una muestra no probabilística de 64 obreros, ya que se tuvo inconvenientes al ingreso de la zona de labor y la falta de tiempo. Se analizaron 5 áreas, siendo el área más crítica, la perforación con Jackleg, por la elevada repetición de movimientos que dañan el cuello, muñeca, brazos y por el posicionamiento, de acuerdo a una encuesta realizada por los colaboradores, el 70% exhiben dolores de hombro, contracturas musculares y lumbalgia, para poder demostrar el área más crítica, se fotografió a los obreros, donde se examinó el arduo trabajo que conlleva al gran esfuerzo físico que logran hacer dentro de mina, de tal forma se plantea preparar al maestro de perforación con el uso adecuado de la perforación con Jackleg,

ejecutando a la maquinaria un mantenimiento para impedir las altas vibración en el cuerpo con la objetivo de reducir o minimizar el riesgo de trastornos musculoesqueléticos.

Okello et al. (2020) en su artículo "Prevalence and predictors of work-related musculoskeletal disorders among workers of a gold mine in south Kivu, Democratic Republic of Congo. BMC Musculoskeletal Disorders" planteó como objetivo general determinar en su artículo la prevalencia y predictores de los trastornos musculoesqueléticos entre los trabajadores de una mina de oro en Kivu del sur, empleando un estudio de diseño de estudio trasversal, aplicando una metodología del Cuestionario Nórdico dando más énfasis a los miembros superiores, habiendo una población de 196 participantes, con una muestra de 187 obreros entre edades de 23 y 60 años con una media de 36.3 DE =7.9 años, la experiencia laboral de los encuestados oscilan entre 1 y 11 años (media=4,1; DE =2,0años), se realizó un cambio en los horarios de 7 a 15h (media=11,2;DE=1,41), mayoría 83,2% (163) anteriormente tenían horarios de trabajo de más de 9h. De acuerdo a los resultados del cuestionario Nórdico, se logró tener evidencia que la gran población de trabajadores, contaban con dolores de hombro con un 8,2%, dolores de cadera con un 9.2%, dolores lumbares con un 14,8%, en el periodo de los últimos 12 meses, se manejaron varianzas para crear ratios de *prevalencia* e *intervalos* de confianza del 95%, *Pala de elevación/pala pesada prolongada* (RP = 1,69, IC del 95%), y horas de labor más extensas (> 9h) (RP = 3,56, IC95%) fueron *predictivos* para TMLR, *mientras* que los trabajos con baja demanda fueron protectores contra TMLR (PR = 0,18; IC del 95 %), los datos, fueron integrados en una base de datos de Microsoft Excel, enviados a Stata VERSION 14.0 (StataCorp, Texas). *Las tasas de prevalencia* (RP) se dedujeron usando una variable *múltiple regresión de POISSON*, reformada con el logaritmo como enlace función. Se concluye que los trastornos musculoesqueléticos es elevada y se relaciona con levantamientos extensos, se recomienda minimizar la carga laboral y mejorar la ergonomía para prevenir los trastornos musculoesqueléticos en los colaboradores de la minera Oro.

Silva Garcia (2017) en su investigación "Análise Ergonomica do trabalho: Um estudo sobre o posto de trabalho de um almoxarife em uma mineradora no

centro-oeste mineiro” planteó como objetivo general analizar la ergonomía del trabajo de un encargado de tienda en una empresa minera ubicada en el centro Oeste de Minas Gerais, para ello, su estudio metodológico fue el método OWAS y Checklist de Couto enlazado con la ecuación de NIOSH, de tipo cuantitativo y cualitativo , con el método OWAS, se pudo analizar las posturas de los colaboradores donde el 50% de la población se encuentran en buen estado, el 25% se necesita realizar una corrección eficaz y el otro 25% precisa efectuar modificaciones de diseño para eliminar o disminuir la fatiga ,se pudo demostrar que se presentó trastornos posturales en los empleados, con el objetivo de obtener una vida saludable para los trabajadores para poder evitar consecuencias a largo plazo para así lograr aumentar la productividad en dicha empresa y poder usar el método antes mencionado, teniendo con una población de 300 trabajadores y una muestra creada por 4 trabajadores que laboran en el puesto de *encargado de tienda*, siendo este puesto analizado por el cual están expuestos constantemente a los riesgos ergonómicos por la manipulación de materiales, la falta de recursos para ejecutar el movimiento de los materiales y el levantamiento de pesas causando contusiones en el cuerpo. Se recomienda para disminuir la fatiga adquirir materiales de alta calidad, cambiar el área al primer nivel para minimizar las complicaciones.

Hallando como antecedentes nacionales más resaltantes, los que se enuncian a continuación.

Gonzales Común (2017) en su investigación “Factores de riesgo y aparición de trastornos musculoesqueléticos en trabajadores del área de Geología, Compañía Minera San Ignacio de Morococha, Junín, 2017” mantuvo como objetivo general determinar la relación entre los factores de riesgo y la aparición de los trastornos musculoesqueléticos en los trabajadores del área de Geología en la Compañía Minera San Ignacio de Morococha, Junín. Por ello, el estudio en su enfoque metodológico fue de tipo cuantitativa, de nivel descriptivo, diseño correlacional, de corte transversal, de tipo cuantitativa. Teniendo una muestra de 113 colaboradores del objeto de estudio. Utilizando en la investigación la técnica de la encuesta y el cuestionario como instrumento, el mismo que fue validado por medio de la prueba de Alfa de Cronbach alcanzando una confiabilidad de 0,856 y 0,892 para cada instrumento, y validado por el juicio de expertos. Con la

información se obtuvo que, el 32.74% de la muestra, presentan un nivel alto con respecto a la variable factores de riesgos, mientras que el 46.90% presenta un nivel medio y un 20.35% un nivel bajo, además se comprueba que el 31.86% muestran un nivel alto en relación a la variable trastornos musculoesqueléticos, un 23.01% un nivel bajo y el 45.13% un nivel medio. Por lo tanto, entre las variables de la presente investigación existe una relación directa y moderada, equivalente a un coeficiente Rho Spearman de 0.673; con una significancia estadística de $p=0.001$ siendo menor que el p-valor 0.01, lo que muestra que se acepta la hipótesis principal. Asimismo, las compañías deben comprometerse en supervisar a los colaboradores con el propósito de encontrar la presencia de síntomas o signos de molestias musculoesqueléticas de manera que permitan detectar oportunamente, ejecutando una diversidad de actos que admitan cambiar de área o modo de labor para impedir además lesiones nuevas.

Ramírez Pozo (2021) en su investigación “Factores de riesgo ergonómico que influyen en los trastornos musculoesqueléticos en trabajadores de una refinería en Lima - Perú 2017” mantuvo como objetivo general determinar los factores de riesgo ergonómicos que influyen en los trastornos musculoesqueléticos en los trabajadores de una refinería de Lima durante el año 2017. Para ello, empleó una metodología de tipo cuantitativo no experimental de corte transversal y diseño correlacional, Se efectuó la revisión de historias clínicas laborales de los colaboradores, emitiendo el análisis de trastornos musculoesqueléticos principalmente del efecto de imagen de pruebas y del cálculo clínico elaborada por un especialista, empleando el método REBA. De tal manera examinaron una muestra de 223 operarios, hallando una periodicidad de desorden musculoesqueléticos del 52.9%, siendo los más constantes el lumbago junto a la hernia discal con 25.1%, lumbago 13%, síndrome del manguito rotador 10.3% hernia discal 3.6%, se precisó que hay una relación de causas de riesgo ergonómico extraído por el método REBA y la aparición de trastornos musculoesqueléticos $R^2 = 0.851$. De ello concluye, que existe una correlación significativa entre los trastornos musculo-esqueléticos y los factores de riesgos ergonómicos que se presentan en las áreas en que ejecutan sus labores, especialmente en los varones de mayor edad; motivo por el cual, es importante

incrementar los estilos de vida saludable con la participación de todos los integrantes de la empresa, complementado con las medidas de vigilancia.

La Madrid Guanilo y Arroyo Flores (2019) en su estudio de investigación “Implementación de un programa ergonómico para disminuir los riesgos asociados a trastornos musculoesqueléticos en la empresa constructora sga s.r.l., 2018” mantuvo como objetivo general implementar un programa ergonómico para disminuir los riesgos asociados a los trastornos musculoesqueléticos en la empresa constructora SGA SRL Trujillo 2018. Para ello, su estudio se basó en una metodología de tipo cuantitativa, aplicada de diseño no experimental propositiva, se aplicó la técnica de análisis documental y como instrumento la guía de análisis de documento. Además, emplearon el método RULA Y REBA, utilizando el Microsoft Excel 2010 para su respectiva valoración. Con los resultados obtenidos a través de la aplicación de dichos métodos, se detectaron que el izaje con polea y armado de andamio son actividades que presentan peligros ergonómicos altos; cinco corresponde a riesgos ergonómicos medios como son: Las operaciones oxiacetilénicas, izaje con winche, excavación manual, encofrado y desencofrado, soldadura eléctrica, y en nivel bajo se encuentran: El corte y esmerilado y cableado eléctrico. Concluyendo, que, el valor actual neto (VAN) es de \$1,427.06 y la tasa interna de retorno (TIR) es de 15.53%, obteniendo como resultado que es la más rentable. Siendo importante controlar el uso obligatorio de protección personal para los colaboradores del área de operaciones, con el propósito de disminuir la cantidad de riesgos ergonómicos.

Hanco Ramos (2019) en su estudio de investigación “Factores de riesgo ergonómico y síntomas de trastornos músculo esqueléticos en trabajadores de Cooperativas Mineras de Ananea - Puno” planteó como objetivo general establecer el nivel de asociación entre los factores de riesgo ergonómico y los síntomas de trastorno musculoesqueléticos, en los trabajadores de las cooperativas mineras de Ananea Región de Puno, para ello, empleó un método de diseño transversal, de tipo descriptivo, empleando las herramientas como, estado de salud, circunstancias de trabajo y el cuestionario Nórdico asociado a problemas musculoesqueléticos, considerando el sexo y edad como variables confundentes, el modelo de muestreo fue no probabilístico, ya que no se pudo

establecer la posibilidad de intervención de los trabajadores, llegando a obtener una muestra de 238 participantes, teniendo una tasa de respuesta al 75.44%. De acuerdo al estudio realizado, las dolencias con mayor porcentaje de afección son: dolor de hombro con el 46% y dolores de rodillas al 50.3% y los factores de riesgos ergonómicos predominantes fueron: las posturas forzadas con un 32.5% y el sobreesfuerzo con un 47.7%, obteniendo una valorización de un OR = 1,11; IC 95% 0,53-2,31 y 1,51; IC 95% 0,73-3,12 en hombro, posturas forzadas y dolencia de rodilla y OR = 1,56; IC 95% 0,47-5,16 y 3,62; IC 95% 0,88-14,88 en sobreesfuerzos y dolor de rodilla y hombro. El actual plan de investigación no reveló una relación entre los trastornos musculoesqueléticos y los factores de riesgo ergonómico. Obteniendo como dicho resultado, seguir con análisis alternos para hallar los orígenes de los trastornos musculo-esqueléticos que dañan los hombros y rodillas en los colaboradores de la minera.

Gutierrez Llanos (2019) en su investigación "Identificación de factores de riesgo ergonómico para la disminución de los trastornos músculo-esqueléticos en el taller de metal mecánica de la empresa Sermeind Fabricaciones Industriales S.A.C, Trujillo 2019" mantuvo como objetivo general identificar factores de riesgo ergonómico que influyen en la presencia de trastornos musculo-esqueléticos en los colaboradores del taller de metalmecánica de la empresa SERMEIND, fabricaciones industriales S.A.C. En tal sentido, la aplicación metodológica del estudio fue de tipo aplicada de diseño descriptivo y explicativo, aplicando la metodología de RULA y REBA, aquellos niveles ergonómicos de riesgo alto como soldadura y habilitado, de tal manera obtuvieron una población y una muestra de 8 trabajadores, con el propósito de plantear un plan de control que reduzcan los trastornos musculo-esqueléticos en los trabajadores. Llegando a identificar cuatro áreas de trabajo y estableciendo 19 acciones en su totalidad tales como: Ensamblado con 3 acciones, Soldadura con 3 acciones, Habilitado con 11 acciones y Maestranza con 2 acciones. Estas acciones generan grados de riesgo siendo altos, bajos y medios, cabe mencionar que de las 11 acciones tienen un grado de riesgo bajo, la cual equivale un 57.89%, 6 acciones, teniendo un grado de riesgo medio que equivale un 31.58% y 2 acciones teniendo un grado de riesgo alto que equivale a un 10.53%. Llegando a concluir con el

planteamiento de un plan de control para disminuir los riesgos en los trabajadores del taller de la empresa.

Por consiguiente, en consideración de la revisión de estudios previos, es importante tomar en consideración una profundización en los siguientes conceptos, iniciando con la variable independiente sistema ergonómico, la cual, se concibe como una tecnología que analiza las propiedades, necesidades, destrezas y capacidades de las personas, observando aquellas apariencias que impactan en el ser humano, asociado con los sucesos y aspectos implicados en toda acción que ejecutan (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo 2000).

Por lo tanto, la ergonomía se basa en la prevención de daños en la salud, además, de ser reconocida como una característica que se enfoca en zonas precisas como la estabilidad del individuo y la ejecución de métodos modernos (Carmona Carvajal, 2019).

En tal sentido, teniendo en cuenta que si bien a lo largo de los años 80's y 90's, la ergonomía se concentró en la salud ocupacional del personal hospitalario, el diseño de hospitales y clínicas y en ciertos trabajos, es importante incluir el punto de vista de los sistemas ergonómicos como parte de la cultura empresarial en salvaguarda de la integridad del personal (Rodríguez Ruíz, Pérez Mergarejo y Barrantes Pastor, 2019).

Por lo tanto, dentro de las dimensiones de los sistemas ergonómicos, la primera a considerar resulta siendo la enfocada en los aspectos biológicos, conocidos también como aquellos que se encuentran ligados a la Antropometría, por lo que, esta se centra en el aspecto cuantitativo, en el área de seguridad, salud en el trabajo y la ergonomía, por ello, los métodos antropométricos se enlazan fundamentalmente con la organización, composición, constitución corporal y magnitud del organismo, mediante el enfoque del área de labor, vestimenta y maquinaria (Carmona Carvajal, 2019).

En otras palabras, es una dimensión que se aplica al ser humano, mediante técnicas fisio-científicas, para el progreso de modelos de diseño y de exigencias

específicas hacia el desarrollo de los proyectos de ingeniería, con el objetivo de garantizar la correlación de los mismos (Domínguez Reyes et al., 2017).

Con respecto a la segunda dimensión conocida como el aspecto Motor, denominado también como factor ambiental, se considera que es aquel que se relaciona con el grupo de componentes incitados por el hombre o naturaleza, que se interrelacionan en el área de trabajo. Por ello, esta medida forma parte del argumento en que se desenvuelve en las funciones laborales, así como en los factores climáticos de iluminación, ya que, se tiene en cuenta que el descontrol de los mismos en el área de trabajo muchas veces logran entorpecer o proporcionar la ejecución de las tareas (Instituto Nacional de Trabajo y Economía Social, 2021).

Desde esta perspectiva, el aspecto motor se enfoca en las apariencias del entorno, ya que, de ello depende la detección temprana de peligros que puedan comprobar dolencias corporales, ya que, muchas veces alteran la comodidad laboral y la efectividad de la ejecución de sus tareas (Mejias Herrera, 2018).

En cuanto a la tercera dimensión, conocida como aspecto Técnico, se destaca que esta se encuentra ligada a los factores de seguridad e higiene, siendo un método preventivo, en el cual, el área de acción es el medio físico donde se localiza el trabajador, cuyo estudio posee la finalidad de reducir o quitar las causas de peligro que logren ocasionar o producir riesgos de eventualidades (Instituto Nacional de Trabajo y Economía Social, 2021).

Dentro de este contexto, se considera importante tener en cuenta a la variable dependiente, conocida como trastornos musculoesqueléticos, que son cambios que padecen los tendones, nervios, huesos, sistema circulatorio, ligamentos, articulaciones y músculos, los cuales, son originados principalmente por el trabajo, a causa de efectos del ambiente que se evoluciona (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo 2001). Por lo tanto, estos trastornos, son golpes físicos causados por lesiones almacenadas, que se llevan a cabo progresivamente por una temporada, como consecuencia de reiterados trabajos, en una misma zona del cuerpo (Mejias Herrera, 2018).

Por consiguiente, los trastornos musculoesqueléticos, alcanzan una extensa cifra en entidades hospitalarias, que contienen cambios de síndrome de atrapamientos, variaciones neurovasculares, articulares, músculos, vainas tendinosas y tendones, por lo que, simbolizan uno de los más significativos y caros inconvenientes del bienestar a nivel mundial, ya que, logran causar malestar, invalidez momentáneamente o sin límite de tiempo, además de una salida laboral anticipada (Ramírez-Pozo y Montalvo Luna, 2019).

Por ello, los trastornos musculoesqueléticos, considerando la metodología de estudio REBA, se subdivide en 2 dimensiones, partiendo de la evaluación del grupo A, la cual, se enfoca en valoraciones de estudio de los movimientos cada extremidad que integra las piernas, cuello y tronco (Sánchez Rosero et al., 2017).

Siendo la segunda dimensión de la variable dependiente, en el estudio de las posturas forzadas del grupo B, siendo aquella en la que se da seguimiento a la valoración de movimientos de cada extremidad que integra el brazo, antebrazo y muñeca, siendo un procedimiento que valora únicamente una fracción del organismo, ya sea, la derecha o izquierda, de la cual, solo se debe recolectar la información de uno de los dos costados (Sánchez Rosero et al., 2017).

Por lo tanto, para una profundización de los conocimientos, es importante realizar un análisis de los términos básicos referentes a los indicadores a considerar, partiendo de la actividad física general, que corresponde a un gasto de energía, ligado al rol del músculo, para transformar la energía química en energía mecánica (Córdova Torres y Delgado Navarrete, 2018). Asimismo, se tiene el enfoque en la manipulación manual de cargas, que es una labor suficientemente reiterada, la cual, se centra en el análisis de molestias físicas o daño como golpes, fractura, cortes y heridas, en sitios muy delicados como la espalda, hombros, mano y brazos (Escalante, Nuñez Bottini y Izquierdo Ojeda, 2018). Además, del diseño de lugar, que comprende todos los elementos que integran el sistema de trabajo, incluyendo los aspectos relativos al medio ambiente físico y a la organización del trabajo (Expósito Gallardo y Pérez Rodríguez, 2017).

En lo que respecta a las posturas de trabajo, se considera como el primordial motivo de carga paralizada en el cuerpo del individuo, por lo que, por lo regular

están agrupados con lesiones o enfermedades vinculadas a la labor (Litardo Velásquez, Días Caballero y Perero Espinoza, 2019).

Asimismo, el medio ambiente de trabajo, es aquel en el que se analiza y estudia las circunstancias físicas y del entorno en la labor, ya que, estas impactan en el rendimiento de las acciones a ejecutar (Instituto Nacional de Trabajo y Economía Social, 2021). Con respecto, a la organización del tiempo de trabajo, de acuerdo a los especialistas, se toma en cuenta, el control del cumplimiento de una faena de ocho horas, ya que, establece un límite sobre la cantidad y calidad de labor, a partir de la perspectiva de ergonomía, considerando 8 horas de trabajo, 8 horas de refrigerio y 8 horas de descanso

En cuanto a los dispositivos de visualización, estos forman parte de los componentes informáticos, que los individuos que emplean al laboral de manera especial en un área de trabajo carente de iluminación (Instituto Nacional de Trabajo y Economía Social, 2021). Referente a los controles, se ordenan en dos clases, la primera, lo emplean a fin de afectar cautelosamente la situación del equipo, la segunda, contiene controles para realizar arreglos constantes (Shezi et al., 2021).

En lo que respecta a las maquinarias, se conciben como la agrupación de máquinas que se utilizan para un mismo propósito, siendo el instrumento que permite el desplazamiento de un dispositivo, por lo que, es importante saber sobre la maquinaria y la consecuencia del obrero que ésta genera (Federación Onubense de Empresarios, 2017). Por consiguiente, las herramientas o implementos pequeños, son materiales sencillos que solicitan para la operación únicamente la energía del hombre (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo 2000).

Por lo que, la seguridad en el trabajo, es una variedad de métodos y materiales que está enfocada en la prevención de riesgos laborales; siendo el propósito primordial, la prevención de enfermedades profesionales, accidentes y problemas de salud para el trabajador (Widana, Sumetri y Ketut Sutapa, 2018).

Adicionalmente se toma en cuenta las posturas del cuerpo, que son las disposiciones en las que se hallan las articulaciones, usualmente cuando el

hombre se encuentra en una determinada posición (Mahmood et al., 2019). En lo que respecta, a la carga o fuerza, se precisa según el grupo de exigencias corporales en los que el colaborador se ve expuesto en su extensa labor (Grooten y Johansson, 2018). De tal manera, la actividad muscular, se destaca que es controlada por el sistema nervioso, ya que, la mayor parte de los movimientos se adaptan a modelos complejos casi automáticos (Chang, 2018).

Finalmente, con respecto al tipo de actividad muscular, se define como aquella que se crea en el momento que el cuerpo del trabajador es acelerado por el sistema nervioso y la aceleración, enfocándose en tres modos, tales como, excéntrica, isométrica y concéntrica (Hellig, Mertens y Brandl, 2018). Siendo, la calidad de agarre, el enfoque en la posición de la mano, la cual, logra dar a conocer un peligro en las actividades recurrentes, ya que, hay distintas formas de sujetar una cosa como el agarre de gancho, presa palmar y agarre de precisión (Federación Onubense de Empresarios, 2017).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de Investigación

La presente investigación es de tipo aplicado con el fin de incorporar conocimientos teóricos para plantear una solución frente a un problema en una empresa (Hernández y Mendoza, 2018). Por lo tanto, el estudio es de enfoque cuantitativo, es la medición cuantificable que se realiza con la ayuda de la estadística descriptiva e inferencial (Hernández, Fernández y Baptista 2014).

De dicho modo, la investigación posee un método hipotético deductivo, ya que parte con la revisión empírica, mediante la cual se establecen hipótesis, que con la aplicación del estudio llegan hacer aclaradas (Hernández y Mendoza, 2018).

Diseño de Investigación

El diseño del estudio, es experimental, debido a que, se realizan una manipulación en las variables, siendo de carácter pre experimental, al subdividirse en dos tiempos distintos denominados Pre - test y Post – test, por lo que, fue de corte temporal longitudinal (Ñaupas et al. 2018).

Por ello, el nivel del estudio es explicativo, debido a que, a lo largo de la investigación se va a detallar la causa del comportamiento de las variables (Hernández y Mendoza, 2018). Seguidamente se muestra la representación gráfica del diseño de investigación.



Donde:

G = Muestra

O₁ = Medición Pre-test

X = Tratamiento de la Variable Independiente

O₂ = Medición Post-test

3.2. Variables y operacionalización

Variable Independiente: Sistema Ergonómico

Definición conceptual

Se determina como un sistema integral combinado por dos componentes tales como: hombre y el medio ambiente, examinando los componentes que participan en la relación hombre-maquina, afectados por el medio ambiente (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2000).

Definición operacional

Para la medición del sistema ergonómico, se consideró el estudio de las dimensiones de los aspectos biológicos, el aspecto motor y el aspecto técnico, lo cual, se midió mediante la observación directa y el análisis documental.

Dimensión 1: Aspectos Biológicos

- Actividad física general
Escala: Razón
- Manipulación manual de cargas
Escala: Razón
- Diseño del lugar
Escala: Razón
- Posturas de trabajo
Escala: Razón
- Organización del tiempo de trabajo
Escala: Razón

Dimensión 2: Aspecto Motor

- Dispositivos de visualización
Escala: Razón
- Controles
Escala: Razón

Dimensión 3: Aspecto Técnico

- Maquinaria
Escala: Razón
- Herramientas o implementos pequeños
Escala: Razón
- Seguridad en el trabajo
Escala: Razón

Variable Dependiente: Trastornos musculoesqueléticos

Definición conceptual

Los trastornos musculoesqueléticos, asociados con la ocupación laboral, son un trauma de ligamentos, cartílagos, huesos, tendones, articulaciones, nervios, músculos, vasos sanguíneos de cuello, piernas, brazos y cabeza que se originan por las faenas laborales como jalar, levantar o empujar cosas, por lo que, la sintomatología logra concentrar, adormecimiento, dolor, cosquilleo, hinchazón y rigidez (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2001).

Definición operacional

Los trastornos musculoesqueléticos, se analizarán mediante el método REBA en el estudio de las posturas forzadas ubicadas tanto en el grupo A como en el grupo B, mediante la observación directa y el análisis documental.

Dimensión 1: Evaluación del grupo A (Tronco, Cuello y Piernas)

- Posturas del cuerpo
Escala: Razón
- Carga o Fuerza
Escala: Razón
- Tipo de actividad muscular
Escala: Razón

Dimensión 2: Evaluación del grupo B (Brazo, Antebrazo y Muñeca)

- Posturas del Cuerpo
Escala: Razón
- Calidad de Agarre
Escala: Razón
- Tipo de actividad muscular
Escala: Razón

La matriz de operacionalización se encuentra en el Anexo 1.

3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis

Población

Es la agrupación de componentes que se desea indagar, estos componentes suelen ser, situaciones, grupo de individuos, objetos o acontecimientos (Hernández y Mendoza 2018).

La población que formó parte de la investigación estuvo conformada por 120 colaboradores de la compañía minera.

Muestra

Es una subpoblación, que se ejecutará el análisis. Existen métodos para conseguir la cantidad de los elementos de la muestra, tales como lógicas, formulas. La muestra está incluida dentro de la población y que tiene las mismas características (Hernández y Mendoza 2018).

Por lo que, en la presente investigación, se empleó el muestreo probabilístico aleatorio simple. Así mismo, la muestra se determinó aplicando la fórmula para una población finita.

$$n = \frac{NZ^2 * p * q}{(N - 1)e^2 + Z^2 * p * q}$$

Donde:

n= Muestra

N= Población

Z= Valor de z

p= Factor de éxito

q= Factor de Fracaso

e = Precisión (ERROR)

Reemplazando los datos en la formula, con un nivel de confianza del 95%, se tiene:

$$n = \frac{120 * 1.96^2 * 0,5 * 0,5}{(120 - 1)0,05^2 + 1.96^2 * 0,5 * 0,5}$$

$$n = 92$$

Entonces el tamaño de la muestra que se consideró en la investigación fue de 92 trabajadores de la compañía objeto de estudio.

Criterios de selección

Inclusión

Se consideró los trabajadores del área Operativa de la compañía Minera Cambio S.A.

Exclusión

No formará parte de la muestra el personal Administrativo de la entidad.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica

Es una agrupación de normas y métodos que logran al examinador fijar la relación con el propósito de la investigación (Hidalgo, 2005).

Las técnicas que se tuvieron en cuenta en la investigación fueron:

- **Observación Directa:** Permite que el investigador pueda observar y obtener los datos mediante su propia observación (Vara, 2012).
- **Análisis Documental:** Es cuando se emplea la información histórica de la empresa para la contratación de resultados (Vara, 2012).

Instrumento

Es aquella herramienta que emplea el investigador para recoger la información y examinar la investigación: escalas de opinión, listas de chequeo, pruebas y test (Castro,2016).

La investigación consideró:

- **Guía de Observación:** Se utiliza para anotar la información teniendo en cuenta el orden cronológico, concreto y práctico, con el propósito de analizar en función a un interrogante determinado (Hernández y Mendoza, 2018). (Anexo 2)
- **Ficha de Registro de Datos:** Se les denomina así porque recopilan los datos de las fuentes consultadas en este caso de la compañía, ya que es una información importante para comparar la propuesta actual con la investigación histórica de la empresa (Hernández y Mendoza, 2018). (Anexo 2)

Validez

Es el grado en el que un instrumento pretende medir una variable, por ello se debe tener en cuenta el grado de comprensión, criterio y contenido (Hernández y Mendoza, 2018).

Para el presente estudio, la validez de las fichas de observación se realizó mediante el juicio de 3 expertos (Anexo 3).

Confiabilidad

Es el grado en el cual, los instrumentos utilizados permiten lograr resultados consistentes y coherentes (Hernández y Mendoza, 2018).

La información utilizada con sus correspondientes formatos de registro en la investigación fue brindada por la compañía Minera.

3.5. Procedimientos

El estudio inicia con la solicitud de autorización a la compañía Minera Cambio S.A, para la aplicación del estudio quien otorgó una carta de consentimiento. Posterior a ello, se diseñaron los instrumentos para la observación directa lo cuales fueron validados a través del juicio de expertos, el cual fue aplicado en la prueba Pre-test para el conocimiento de la situación actual de problemas de trastornos musculo-esqueléticos, con lo cual se estableció una propuesta de sistema ergonómico que se ejecutó en una prueba piloto, midiendo sus resultados en una prueba Post-test. Siendo resultados que se contrastaron mediante el uso de estadística descriptiva e inferencial, para la aclaración de interrogantes en el estudio.

3.5.1 Situación actual

Descripción del negocio

La compañía Minera cuenta con 10 años en el mercado, dedicándose a la explotación minera subterránea y proceso de beneficio de mineral aurífero, trabaja para alcanzar los más estándares de desempeño en la gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo, cuenta con una unidad de producción y una planta de beneficio de minerales.

Ubicación



Figura 3. Ubicación de Minera Cambio S.A.

Como se observa en la Figura 3, la Minera se encuentra ubicada en el distrito de Chaparra provincia de Caravelí, departamento de Arequipa.

Misión

Empresa minera CAMBIO S.A. es un ejemplo de la minería artesanal formalizada en la región sur del país, gracias al apoyo y compromiso de todo su personal, preocupado por la mejora continua de sus procesos y mejor calidad de vida a todos sus trabajadores. Nos distinguimos por nuestra capacidad para identificar oportunidades que nos permiten mantener nuestra rentabilidad.

Visión

Ser referente como una de las mejores empresas mineras en la región sur del Perú, líder en crecimiento, actuando con responsabilidad que genere prosperidad económica y social.

Valores

- **Respeto:** Minera Cambio S.A., se destaca por el respeto al ser humano, al aceptar, reconocer, valorar y apreciar los derechos y cualidades del prójimo.
- **Responsabilidad:** La Minera se destaca por poseer esta característica positiva en sus trabajadores, al ser personas capaces de actuar de forma correcta y comprometerse.
- **Colaboración:** Es una ayuda que se brinda dentro de los equipos de trabajo para lograr algo.
- **Gratitud:** Sentimiento de reconocimiento mediante un beneficio a otorgar a alguien por su contribución.

Organigrama

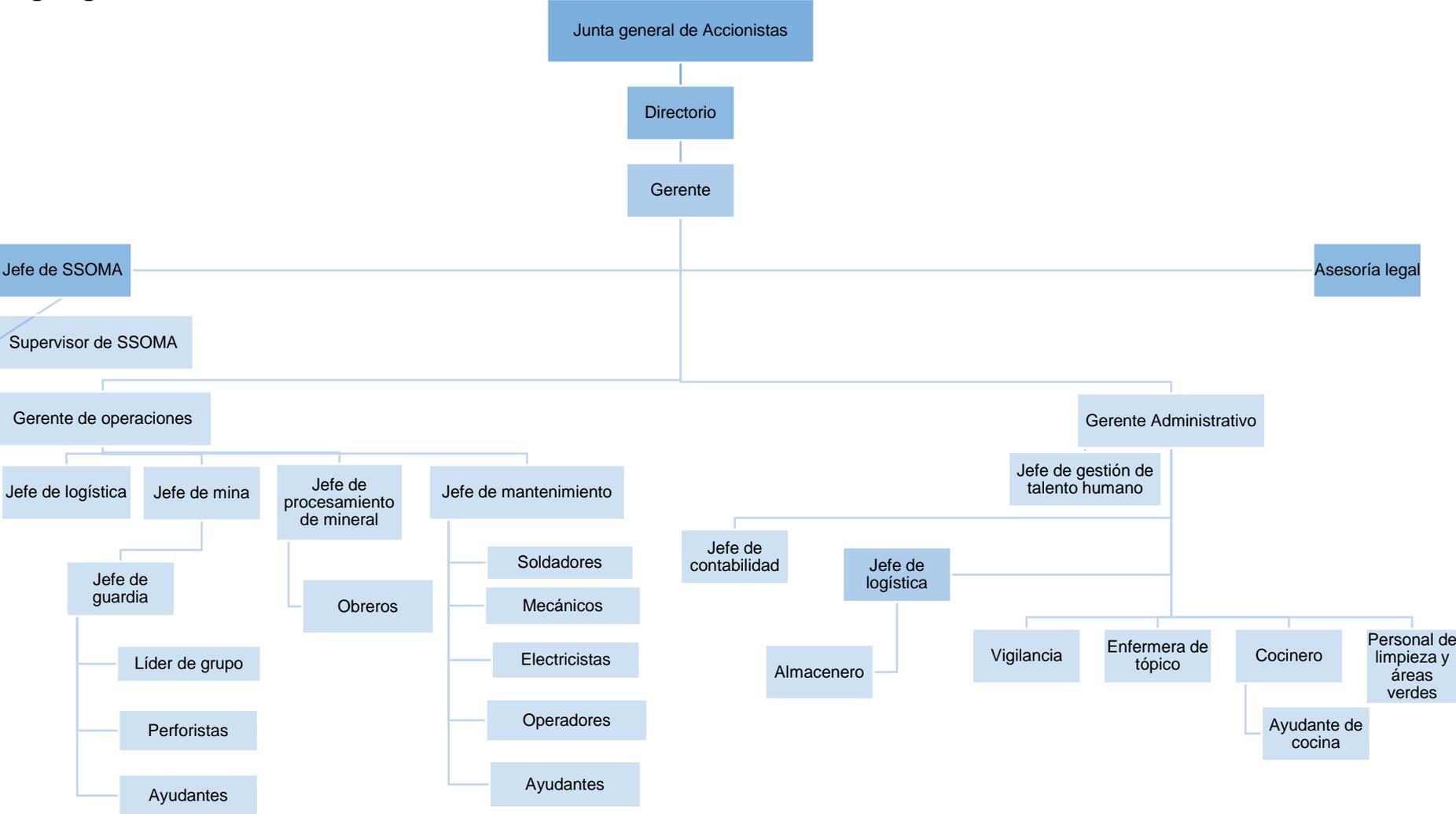


Figura 4. Organigrama de Minera CAMBIO S.A.

Diagnostico Pretest de Sistema Ergonómico

Aspectos Biológicos

Tabla 7. Análisis de aspectos biológicos

Aspectos Biológicos					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Bajo	25	26,9	27,2	27,2
	Medio	49	52,7	53,3	80,4
	Alto	18	19,4	19,6	100,0
	Total	92	98,9	100,0	
Total		93	100,0		

Fuente: SPSS V.26

Según los resultados de la Tabla 7, existe un nivel bajo en el manejo de aspectos biológicos al 26.9%, prevaleciendo en un nivel medio al 52.7%, existiendo solo en nivel alto al 19.4%.

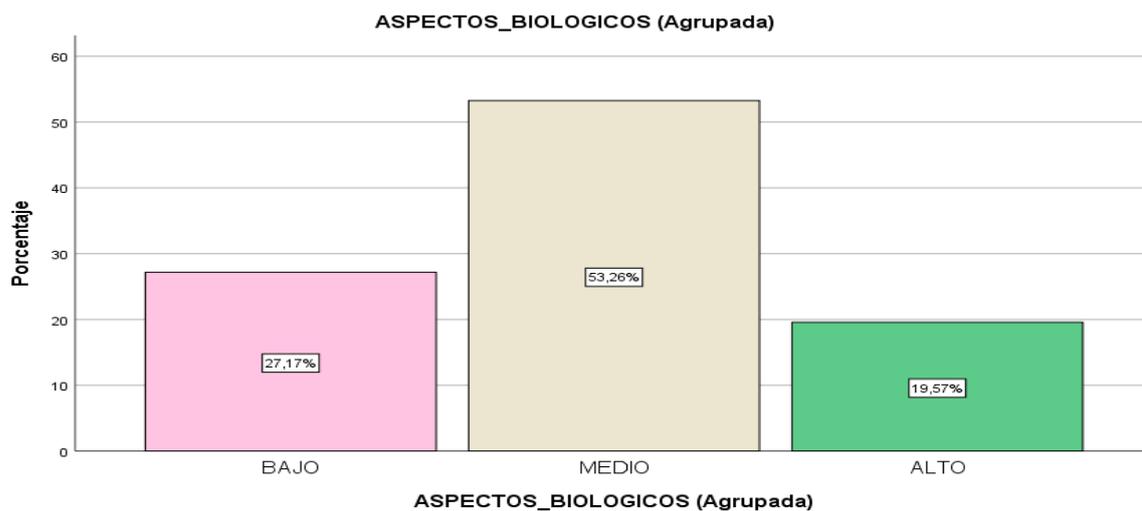


Figura 5. Baremo de aspectos biológicos

Como se aprecia en la Figura 5, el nivel predominante en el manejo de aspectos biológicos es medio, ello se debe a un desenfoco en el control de métodos antropométricos en el área operativa de la empresa Minera Cambio S.A. ya que, se denotó la existencia de un entorno de trabajo inadecuado, el cual, origina la exposición de los trabajadores por el manejo de movimientos repetitivos y sobreesfuerzos innecesarios, tal como, se aprecia en la Figura 6.



Figura 6. Evidencia de descontrol en aspectos biológicos

- Actividad física general

Tabla 8. Análisis de actividad física general

Actividad Física General					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Bajo	21	22,6	22,8	22,8
	Medio	52	55,9	56,5	79,3
	Alto	19	20,4	20,7	100,0
	Total	92	98,9	100,0	
Total		93	100,0		

Fuente: SPSS V.26

De acuerdo a los resultados de la Tabla 8, se puede apreciar un nivel bajo en el control de la actividad física general en el manejo de aspectos biológicos al 22.6%, prevaleciendo en un nivel medio al 55.9%, existiendo solo en nivel alto al 20.4%.

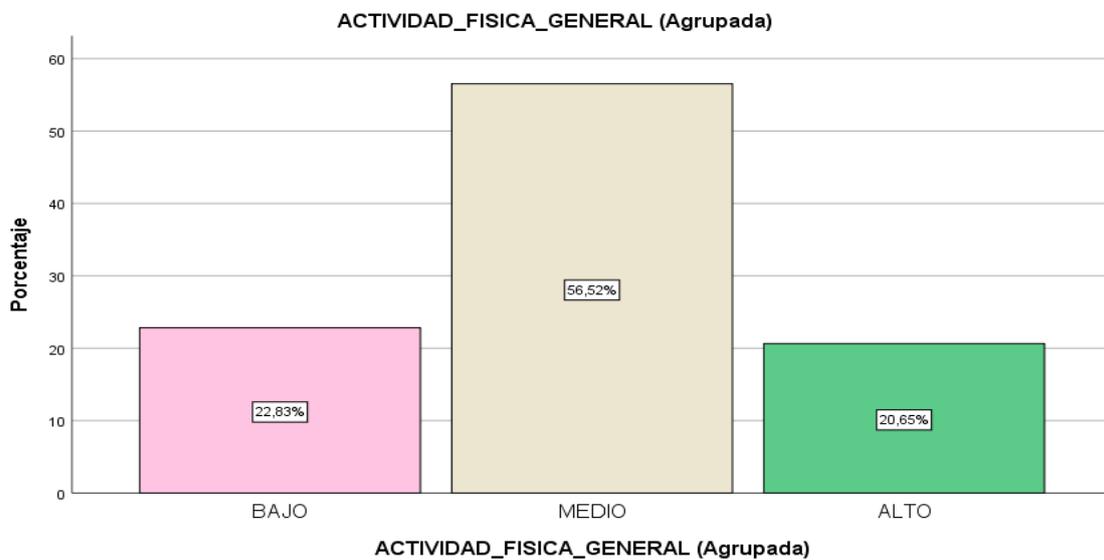


Figura 7. Baremo de Actividad Física General

Según se observa en la figura 7, se presencié un nivel medio en el trabajo ya que se denotó mayores exigencias en el manejo de una posición fija de pie, así como elevadas demandas cardiorrespiratorias en el lugar de trabajo debido que se tratan de espacios confinados en su mayoría donde se suele laborar de noche durante un tiempo muy prologando que implica horas extras, generando elevados niveles de fatiga en los trabajadores.

- Manipulación manual de cargas

Tabla 9. Análisis de manipulación manual de cargas

Manipulación manual de cargas					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Bajo	27	29,0	29,3	29,3
	Medio	43	46,2	46,7	76,1
	Alto	22	23,7	23,9	100,0
	Total	92	98,9	100,0	
Total		93	100,0		

Fuente: SPSS V.26

Como se puede visualizar en la tabla 9, el nivel más bajo en la manipulación manual cargas en el manejo de aspecto biológicos un 29%, predominando un nivel medio al 46.2%, concurriendo un nivel alto al 23.7%.

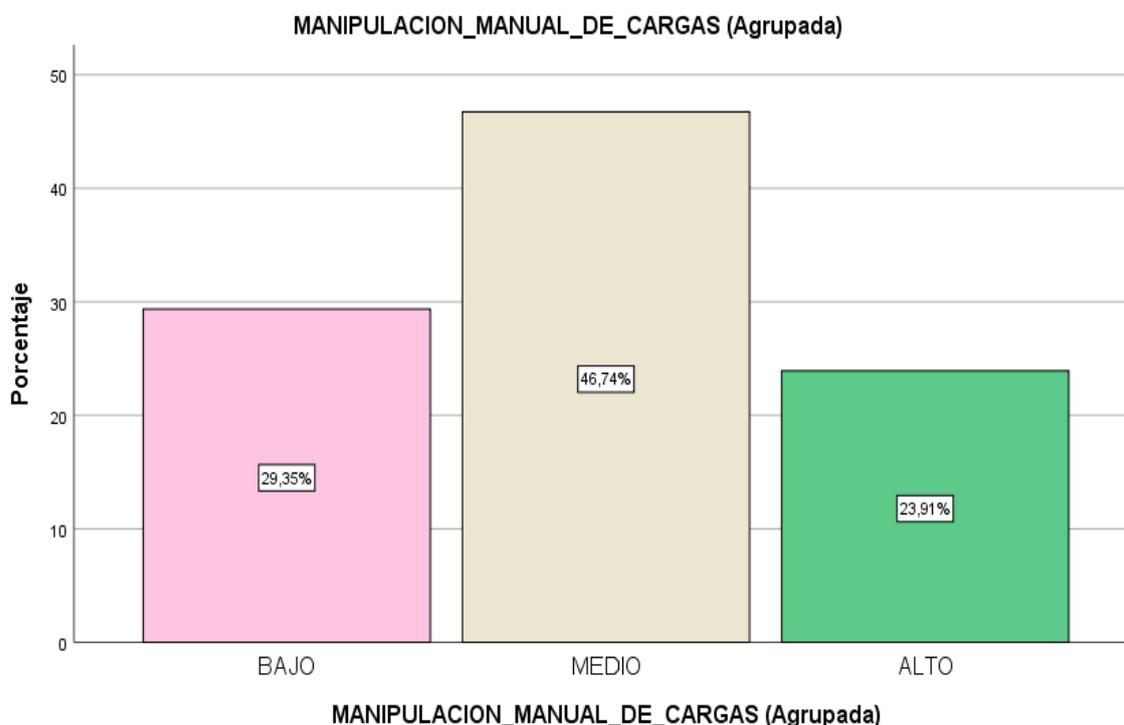


Figura 8. Baremo de manipulación manual de cargas

Conforme a los resultados de la Figura 8, se estima un nivel medio en el área ya que se pudo mostrar que los trabajadores no adoptan métodos seguros para la manipulación de cargas, teniendo en cuenta el peso que los trabajadores realizan es >40 kg, llegando a la conclusión que se necesita maquinarias para poder reducir el sobreesfuerzo de la carga y así evitar mayores complicaciones en los operadores.

- Diseño del lugar

Tabla 10. Análisis de diseño lugar

Diseño del lugar					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Bajo	32	34,4	34,8	34,8
	Medio	45	48,4	48,9	83,7
	Alto	15	16,1	16,3	100,0
	Total	92	98,9	100,0	
Total		93	100,0		

Fuente: SPSS V.26

Según los datos obtenido de la Tabla 10, se pudo hallar un nivel medio en el análisis del diseño del lugar, logrando obtener un nivel bajo de 34.4%, seguidamente de un nivel medio de 48.4% y finalmente obteniendo un nivel alto del 16.1%.

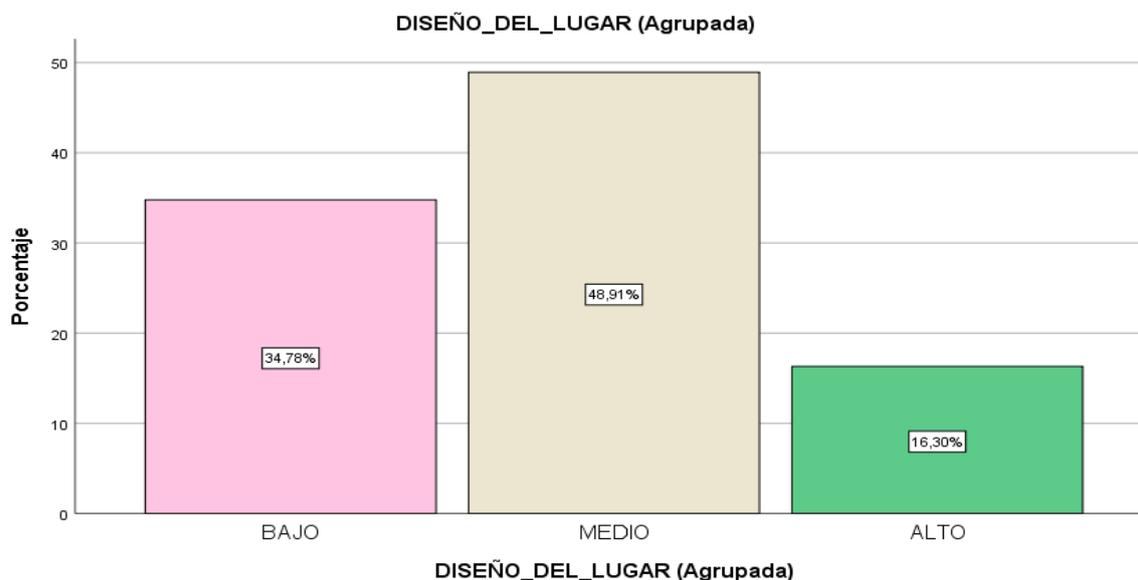


Figura 9. Baremo de diseño del lugar

De acuerdo a los resultados de la Figura 9, existe un nivel medio en el trabajo, debido a que el uso de guantes o calzado limitan al operador al momento de manejar los controles de los equipos, dificultando la operación y realizando un

sobreesfuerzo en los puntos de apoyo de pies y manos que exigen posturas forzadas, contando con un ambiente inseguro ya que el suelo es inestable para la seguridad del trabajador.

- Posturas de trabajo

Tabla 11. *Análisis de posturas de trabajo*

Posturas de trabajo					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Bajo	23	24,7	25,0	25,0
	Medio	50	53,8	54,3	79,3
	Alto	19	20,4	20,7	100,0
	Total	92	98,9	100,0	
Total		93	100,0		

Fuente: SPSS V.26

Acorde a los resultados de la Tabla 11 se puede apreciar un nivel bajo en las posturas de trabajo al 24.7%, predominando un nivel medio al 53.8%, prevaleciendo el nivel alto al 20.4%.

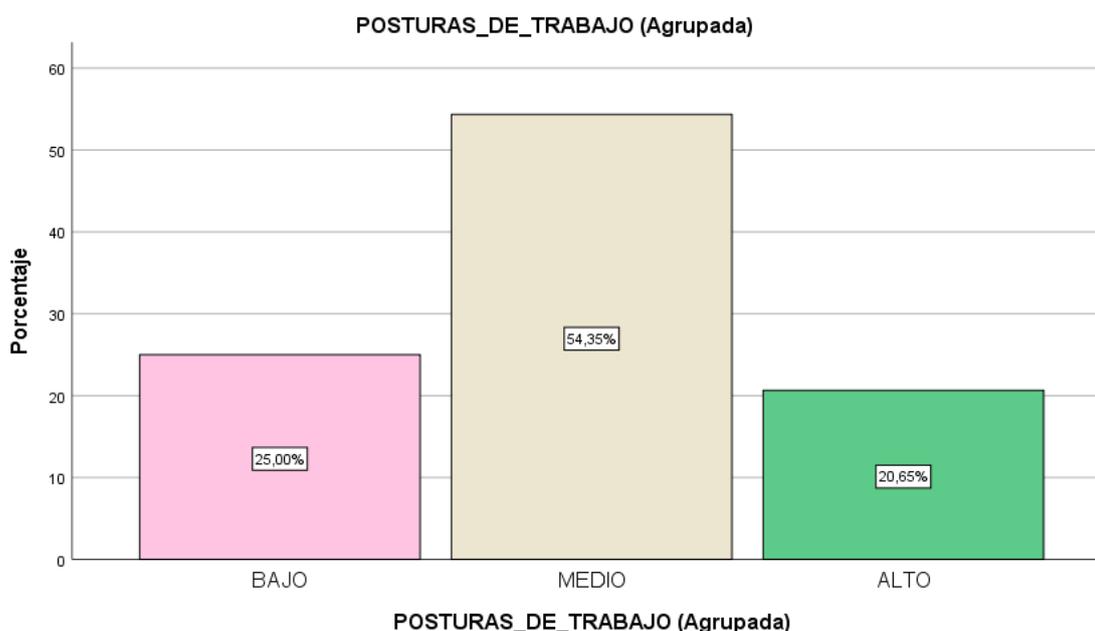


Figura 10. Baremo de posturas de trabajo

Como se observa en la Figura 10, el nivel medio predominante en las posturas de trabajo se debe mayormente a que el personal no se encuentra capacitado correctamente para poder realizar los trabajos con las posturas adecuadas ya que la mayor la parte del cuerpo más afectado son los brazos por los diferente procesos que deben de realizar ,viéndose además afectados el cuello y los

hombros al no contar con equipos y maquinarias ergonómicas, generando molestias en las extremidades y partes del cuerpo



Figura 11. Evidencia de sobreesfuerzo de brazos y suelo

- Organización del tiempo de trabajo

Tabla 12. Análisis del tiempo de trabajo

Organización del tiempo de trabajo					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Bajo	33	35,5	35,9	35,9
	Medio	45	48,4	48,9	84,8
	Alto	14	15,1	15,2	100,0
	Total	92	98,9	100,0	
Total		93	100,0		

Fuente: SPSS V.26

Según los resultados de la Tabla 12, se aprecia un nivel bajo en la organización del tiempo de trabajo en el manejo de aspectos biológicos al 35.5%, prevaleciendo en un nivel medio al 48.4%, existiendo solo en nivel alto al 15.1%.

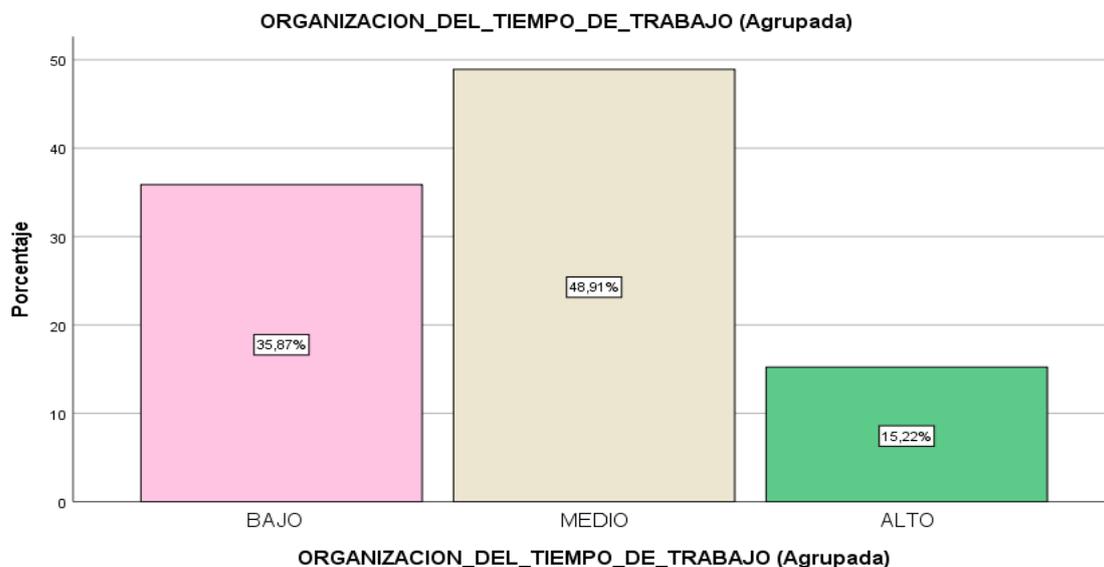


Figura 12. Baremo de organización del tiempo de trabajo

Como se aprecia en la figura 12, el nivel predominante en la organización del tiempo de trabajo de aspectos biológicos es medio, ya que se mostró que los trabajadores realizan trabajos nocturnos, realizando horas extras la cual origina, denotando que las tareas pesadas están desigualmente distribuidas durante los turnos, originando un estrés en los trabajadores al momento de realizar sus funciones en la Minera Cambio S.A.

Aspecto motor

Tabla 13. *Análisis de aspecto motor*

Aspecto Motor					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válido	Bajo	24	25,8	26,1	26,1
	Medio	53	57,0	57,6	83,7
	Alto	15	16,1	16,3	100,0
	Total	92	98,9	100,0	
Total		93	100,0		

Fuente: SPSS V.26

De acuerdo a los resultados de la Tabla 13, se puede apreciar un nivel bajo en el Aspecto Motor al 25.8%, prevaleciendo un nivel medio al 57%, existiendo en nivel alto al 16.1%.

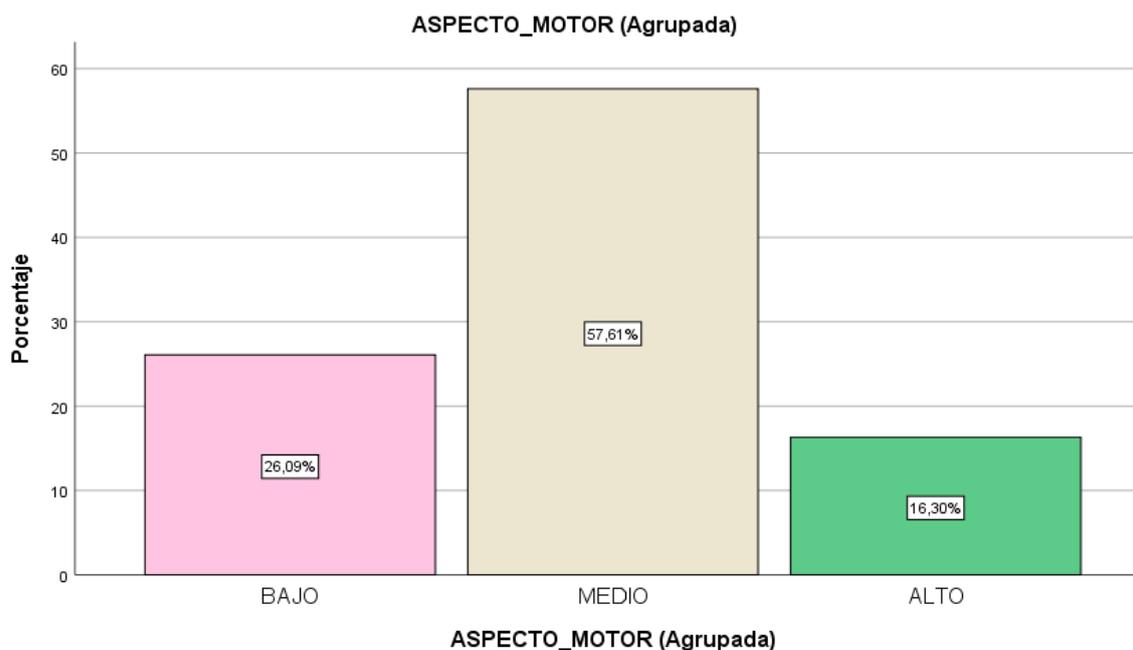


Figura 13. Baremo de aspecto motor

Como se aprecia en la Figura 13, el nivel medio predominante en el aspecto motor llamados también factores ambientales se debe a algunas apariencias del entorno, que aparta la higiene industrial por no sospechar un peligro de dolencia laboral, la cual logra alterar la comodidad de la labor y asimismo la efectividad de la cual se debe llevar a cabo, tal como se puede apreciar en la figura 14.



Figura 14. Evidencia de la incomodidad en el Aspecto Motor

- Dispositivos de visualización

Tabla 14. Análisis de dispositivos de visualización

Dispositivos de visualización					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Bajo	40	43,0	43,5	43,5
	Medio	32	34,4	34,8	78,3
	Alto	20	21,5	21,7	100,0
	Total	92	98,9	100,0	
Total		93	100,0		

Fuente: SPSS V.26

Conforme a la Tabla 14, se puede evidenciar un nivel bajo en el dispositivo de visualización del aspecto motor al 43%, predominando un nivel medio al 34.4% y finalizando con un nivel alto al 21.5%.

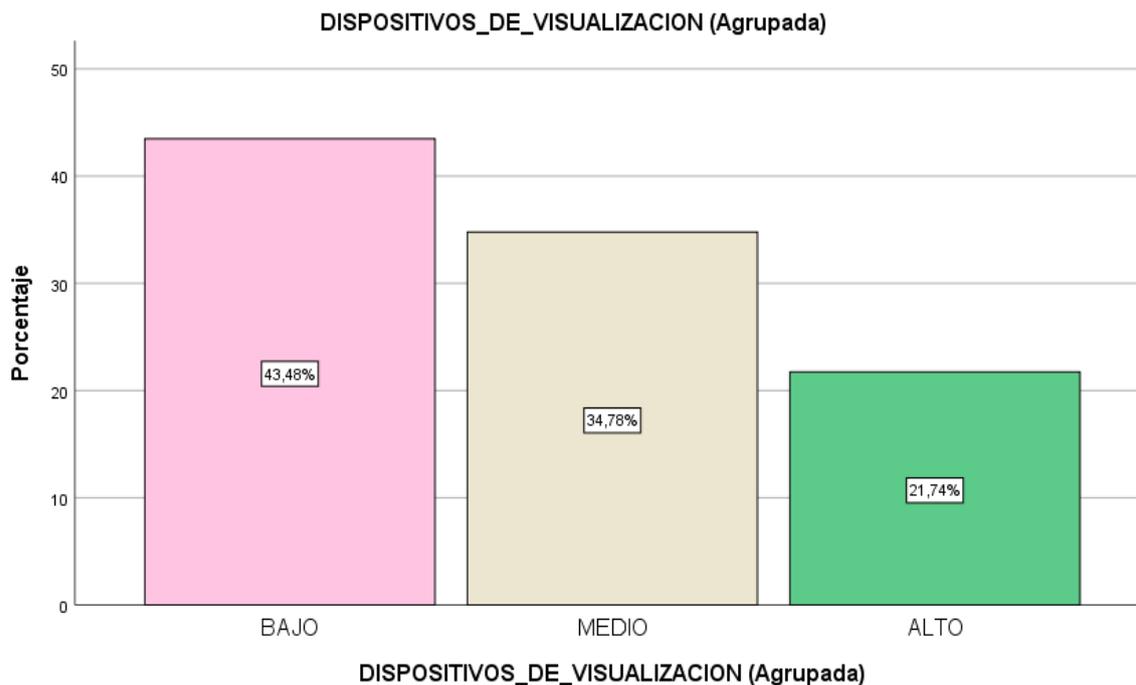


Figura 15. Baremo de dispositivos de visualización

Como se puede visualizar en la Figura 15, el nivel predominante en los dispositivos de visualización de aspecto motor es medio, se reveló que hubo mayores posiciones forzadas de la cabeza debido al trabajo que realizan en espacios confinados y en altura, dando como resultado que, al final de su jornada presenten dolores de cabeza y torticolis en la parte del cuello.

- Controles

Tabla 15. Análisis de controles

Controles					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Bajo	25	26,9	27,2	27,2
	Medio	54	58,1	58,7	85,9
	Alto	13	14,0	14,1	100,0
	Total	92	98,9	100,0	
Total		93	100,0		

Fuente: SPSS V.26

Conforme a los resultados de la Tabla 15, se logra observar un nivel bajo en los controles del aspecto motor al 26.9%, concurriendo en un nivel medio al 58.1%, prevaleciendo en un nivel alto al 14%.

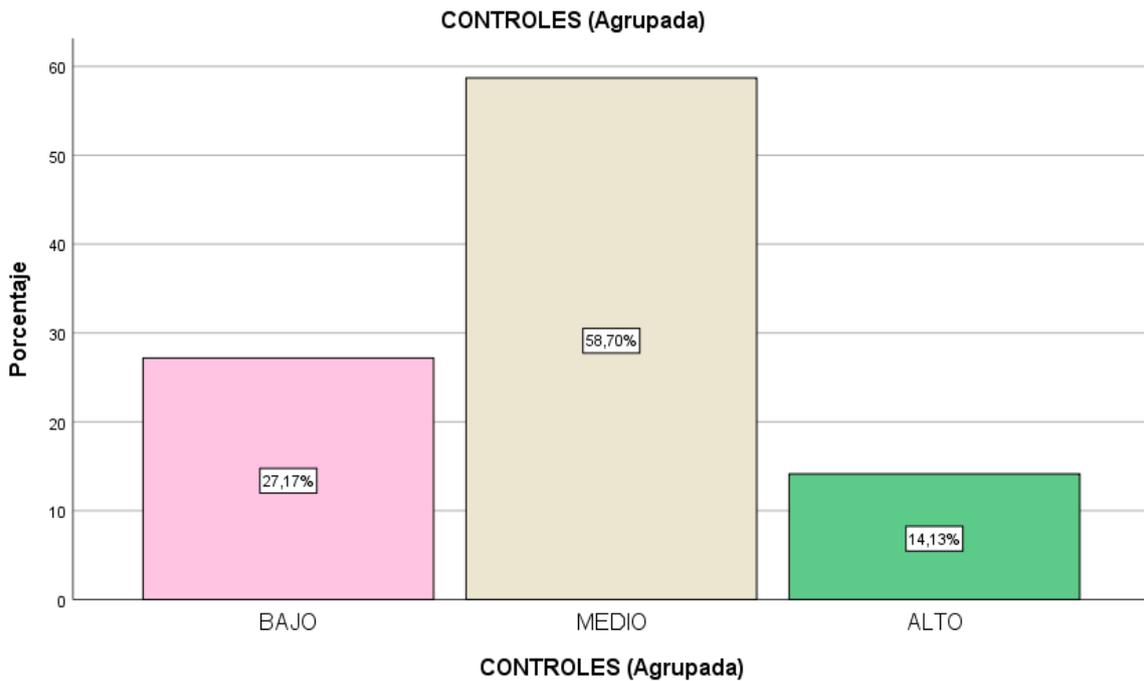


Figura 16. Baremo de controles

Como se logra observar en la Figura 16, se aprecia un nivel medio en el manejo de controles en la empresa, ya que, se denotó que los mismos requieren de gran fuerza para ser activados, dado que las herramientas sean más accesibles para los operadores y no se les dificulte al momento de realizar su tarea, puesto que, provocan sensaciones desagradables como, calor, frio y vibraciones generando incomodidad, e inclusive estrés en el área de trabajo para los operadores.

Aspectos técnicos

Tabla 16. Análisis de aspectos técnicos

Aspectos técnicos					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Bajo	32	34,4	34,8	34,8
	Medio	39	41,9	42,4	77,2
	Alto	21	22,6	22,8	100,0
	Total	92	98,9	100,0	
Total		93	100,0		

Fuente: SPSS V.26

De acuerdo los resultados de la Tabla 16, hay un nivel bajo en el análisis de aspectos técnicos al 34.4%, teniendo en cuenta un nivel medio al 41.9% y finalizando con nivel alto al 22.6%.

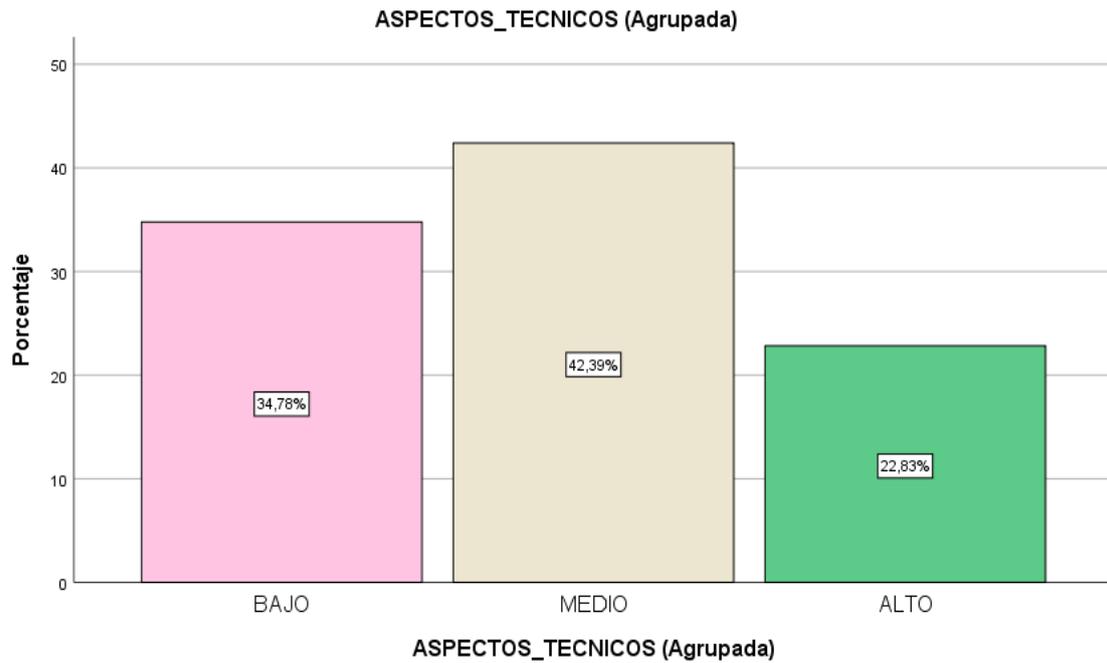


Figura 17. Baremo de aspectos técnicos

Según los resultados de la Figura 17, el nivel predominante en los aspectos técnicos, se refiere a un método preventivo del cual el área de acción es el medio físico donde se localiza el trabajador con la finalidad de reducir o eliminar las causas de peligro que logren ocasionar o producir riesgos de eventualidades como se puede apreciar en la Figura 18.



Figura 18. Evidencia del peligro o riesgo del trabajador

- Maquinaria

Tabla 17. Análisis de maquinaria

Maquinaria					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Bajo	40	43,0	43,5	43,5
	Medio	33	35,5	35,9	79,3
	Alto	19	20,4	20,7	100,0
	Total	92	98,9	100,0	
Total		93	100,0		

Fuente: SPSS V.26

Tal como se puede apreciar en la Tabla 17, se evidencia un nivel bajo en la maquinaria del aspecto técnico al 43%, seguidamente un nivel medio al 35.5%, existiendo un nivel alto al 20.4%.

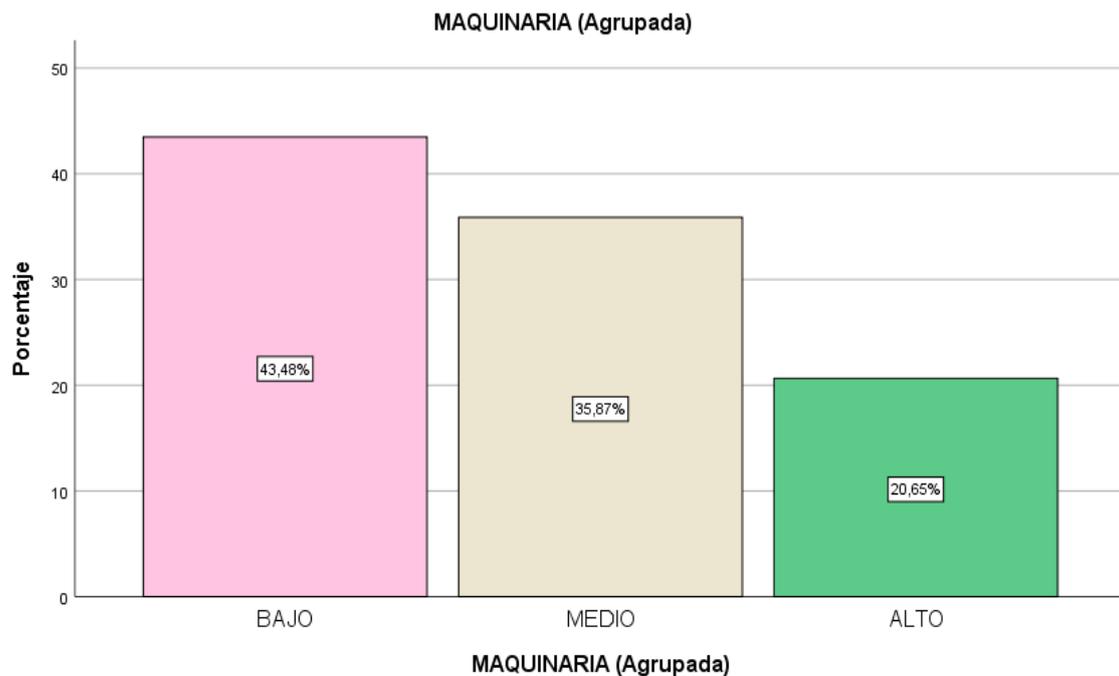


Figura 19. Baremo de maquinaria

Según se puede visualizar en la Figura 19, se presentó un nivel medio en el trabajo ya que las maquinarias son inestables durante el funcionamiento que el operador realiza, el cual, se debe de realizar cada cierto tiempo un mantenimiento a las maquinarias para así evitar un riesgo de accidentes a los trabajadores y puedan operar con toda seguridad y tranquilidad las maquinarias que la empresa proporciona para su funcionamiento.

- Herramientas o implementos pequeños

Tabla 18. Análisis de herramientas o implementos pequeños

Herramientas o implementos pequeños					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Bajo	25	26,9	27,2	27,2
	Medio	59	63,4	64,1	91,3
	Alto	8	8,6	8,7	100,0
	Total	92	98,9	100,0	
Total		93	100,0		

Fuente: SPSS V.26

De acuerdo a los resultados en la Tabla 18, se puede apreciar un nivel bajo en las herramientas o implementos pequeños de aspectos técnicos al 26.9%, prevaleciendo en un nivel medio al 63.4%, existiendo un nivel alto al 8.6%.

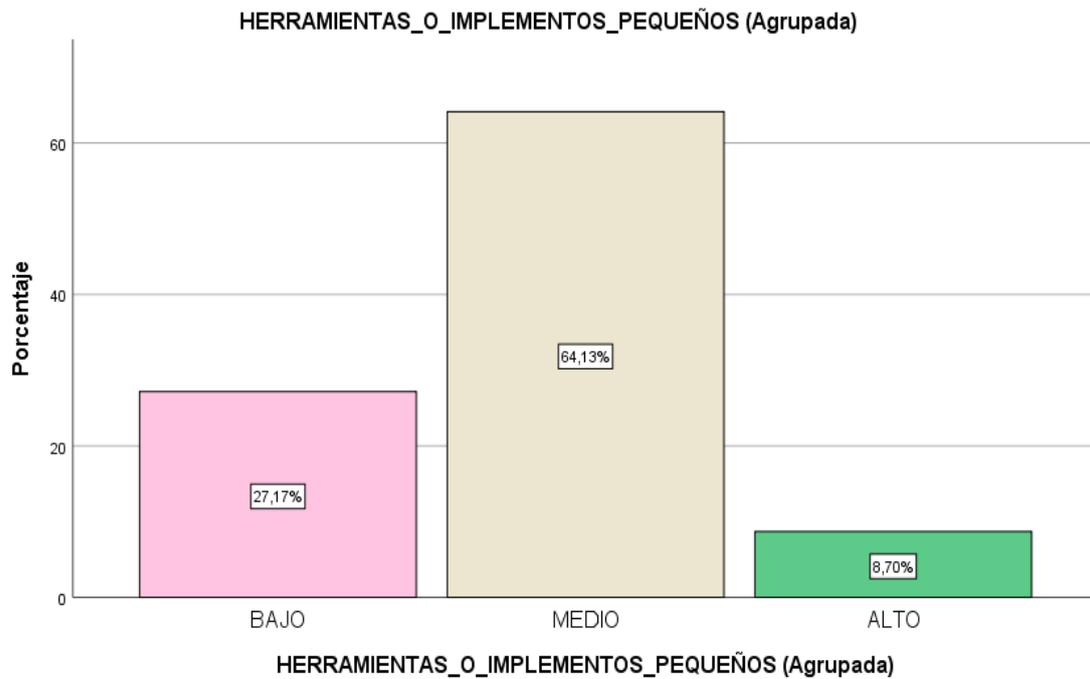


Figura 20. Baremo de herramientas o implementos pequeños

Según se observa en la Figura 20, se presentó un nivel medio en las herramientas o implementos pequeños debido a que no tiene asa o correa para que el trabajador pueda transportarla sin ningún inconveniente para así poder evitar algún incidente o accidente al momento de transportar las herramientas o implementos.

- Seguridad en el trabajo

Tabla 19. Análisis de seguridad en el trabajo

Seguridad en el trabajo					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Bajo	45	48,4	48,9	48,9
	Medio	40	43,0	43,5	92,4
	Alto	7	7,5	7,6	100,0
	Total	92	98,9	100,0	
Total		93	100,0		

Fuente: SPSS V.26

Conforme a los resultados de la Tabla 19, existe un nivel bajo en la seguridad en el trabajo de aspectos técnicos al 48.4%, corroborando un nivel medio al 43%, seguidamente de un nivel alto al 7.5%.

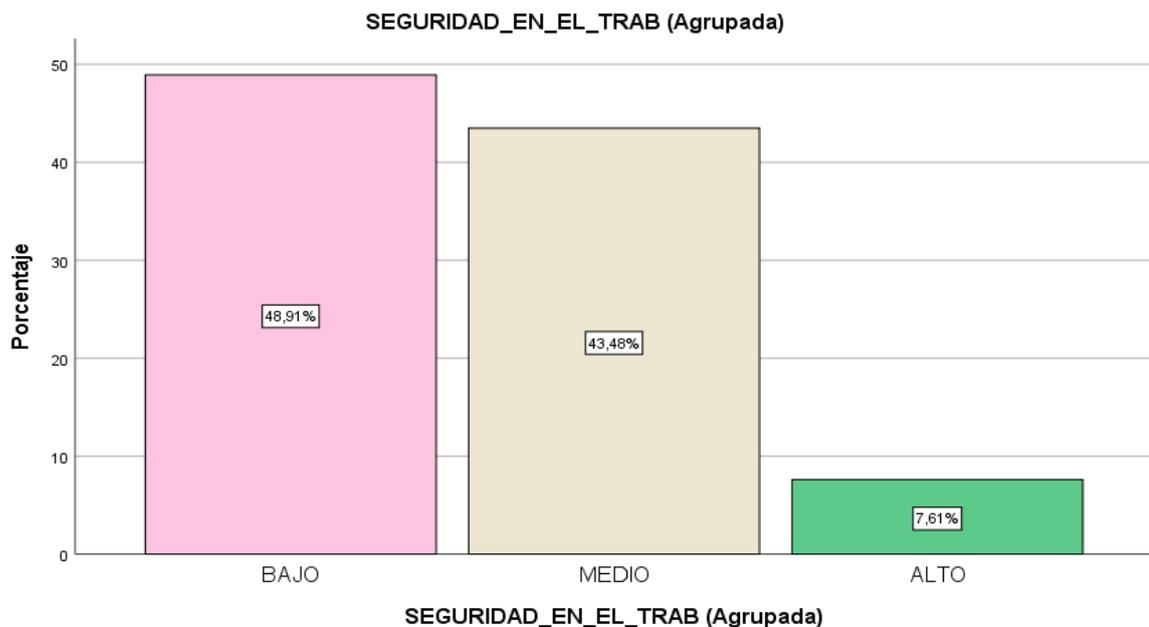


Figura 21. Baremo de seguridad en el trabajo

Según se observa en la Figura 21, se presenció un nivel medio en el trabajo, debido a que, se evidenció que no existe seguridad en el trabajo, ya que, el contacto directo o indirecto de partes del cuerpo con la máquina es peligroso y al no contar con maquinarias y herramientas adecuadas para su uso por fallencias ergonómicas, originadas por la manipulación de equipos pesados o que exigen demasiado esfuerzo físico; originando riesgos y peligros para la salud del trabajador en el área operativa de la empresa Minera.

Análisis REBA - Pretest

Posturas Forzadas Grupo A

Tabla 20. Posturas Forzadas Grupo A

		Frecuencia	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Inapreciable	4	4,3	4,3
	Bajo	5	5,4	9,8
	Medio	13	14,1	23,9
	Alto	34	37,0	60,9
	Muy Alto	36	39,1	100,0
	Total	92	100,0	

Fuente: SPSS V.26

De acuerdo a la tabla 20, se puede observar que hay un nivel inapreciable en las posturas forzadas del grupo A, al 4.3%, existiendo un nivel bajo al 5.4%, un nivel medio al 14.1%, un nivel alto con un 37% y un nivel muy alto de riesgo al 39.1%.

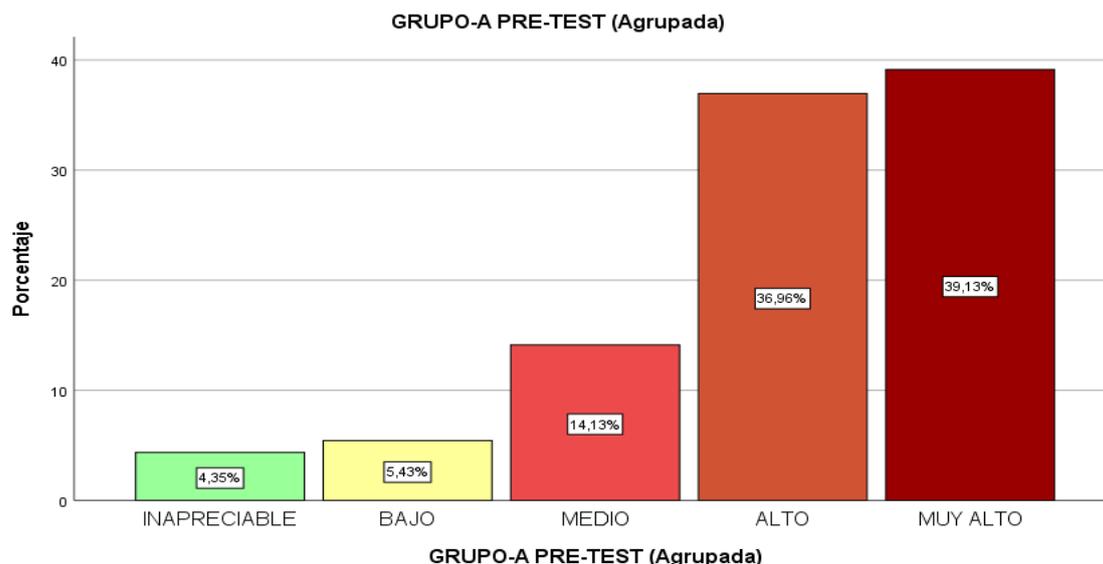


Figura 22. Análisis Grupo A Pre-test

Según los resultados observados en la figura 22, se muestra que existe un nivel de riesgo prevalente que es muy alto en posturas forzadas del grupo A, ello se debe a que existen funciones donde los colaboradores, carecen de una inadecuada iluminación e indumentaria, lo cual muchas veces conlleva a poner en riesgo su integridad, por lo que, se considera necesaria la intervención inmediata de un sistema ergonómico.

Puesto que, se hallaron los siguientes resultados a detalle:

Tabla 21. Detalle de análisis de Posturas Forzadas Grupo A

Puestos De Trabajo	Inclinar El Cuello/ Cabeza Hacia Adelante	Inclinar El Cuello /Cabeza Hacia Atrás	Inclinar El Cuello /Cabeza Hacia Un Lado O Ambos	Girar El Cuello/ Cabeza	Inclinar La Espalda /Tronco Hacia Adelante	Inclinar La Espalda /Tronco Hacia Atrás	Inclinar La Espalda/Tronco Hacia Un Lado O Ambos	Girar La Espalda/ Tronco	Sobre Esfuerzo De Piernas	Inclinar Piernas
Soldadura	Repetitivo				Repetitivo			Repetitivo		Repetitivo
Esmeril	Repetitivo			Repetitivo	Repetitivo					
Pico	Repetitivo	Repetitivo		Repetitivo	Repetitivo	Repetitivo		Repetitivo	Repetitivo	Repetitivo
Lampa	Repetitivo	Repetitivo		Repetitivo	Repetitivo	Repetitivo		Repetitivo	Repetitivo	Repetitivo
Excavación	Repetitivo	Repetitivo	Repetitivo	Repetitivo	Repetitivo	Repetitivo		Repetitivo		
Explosivos			Repetitivo				Repetitivo			
Peón	Repetitivo	Repetitivo	Repetitivo	Repetitivo	Repetitivo	Repetitivo	Repetitivo	Repetitivo	Repetitivo	Repetitivo
Extracción	Repetitivo		Repetitivo			Repetitivo				
Perforación	Repetitivo				Repetitivo					Repetitivo
Scoop	Repetitivo		Repetitivo	Repetitivo	Repetitivo			Repetitivo	Repetitivo	Repetitivo
Damper	Repetitivo		Repetitivo	Repetitivo	Repetitivo			Repetitivo	Repetitivo	Repetitivo
Cargador Frontal	Repetitivo		Repetitivo	Repetitivo	Repetitivo			Repetitivo	Repetitivo	Repetitivo
Camión	Repetitivo		Repetitivo	Repetitivo	Repetitivo			Repetitivo	Repetitivo	Repetitivo
Capataz	Repetitivo	Repetitivo	Repetitivo	Repetitivo	Repetitivo	Repetitivo	Repetitivo	Repetitivo	Repetitivo	Repetitivo
Cortadora	Repetitivo		Repetitivo		Repetitivo				Repetitivo	Repetitivo

Fuente: Elaboración propia

Posturas Forzadas Grupo B

Tabla 22. Posturas Forzadas Grupo B

		Frecuencia	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Inapreciable	1	1,1	1,1
	Medio	12	13,0	14,1
	Alto	36	39,1	53,3
	Muy Alto	43	46,7	100,0
	Total	92	100,0	

Fuente: SPSS V.26

Según la tabla 22, se puede visualizar que hay un nivel inapreciable al 1.1%, en las posturas forzadas del grupo B, un nivel medio al 13%, un nivel alto al 39.1% y un nivel de riesgo muy alto al 46.7%.

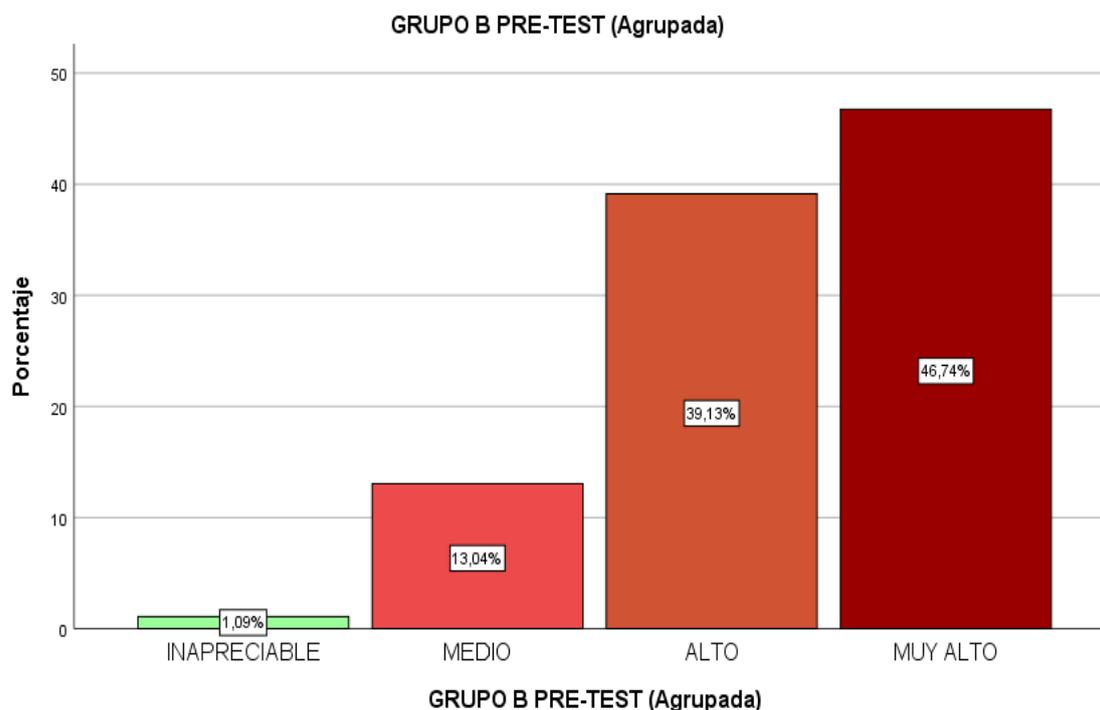


Figura 23. Análisis Grupo B Pre-test

De acuerdo a la figura 23, existe un nivel de riesgo sobresaliente denominado muy alto en posturas forzadas del grupo B, debido a que constantemente fuerzan sus brazos y antebrazos para realizar trabajos muy prolongados en actividades de soldaduras de maquinarias de gran escala, la cual conlleva al sobre esfuerzo y hasta una posible luxación en los brazos, antebrazos y muñecas, por lo que se considera que requiere de una intervención ergonómica inmediata.

Puesto que, se hallaron los siguientes resultados a detalle:

Tabla 23. *Detalle de análisis de Posturas Forzadas Grupo B*

Puestos De Trabajo	Los Brazos Por Encima De La Cabeza	Una O Las Dos Muñecas Dobladas Hacia Arriba O Hacia Abajo, Hacia Los Lados O Giradas	Giro De Antebrazo Hacia Los Lados, Hacia Arriba, Hacia Abajo
Soldadura		Repetitivo	Repetitivo
Esmeril	Repetitivo	Repetitivo	Repetitivo
Pico	Repetitivo		
Lampa	Repetitivo	Repetitivo	Repetitivo
Excavación		Repetitivo	
Explosivos	Repetitivo		
Peón	Repetitivo	Repetitivo	Repetitivo
Extracción		Repetitivo	
Perforación		Repetitivo	Repetitivo
Scoop		Repetitivo	Repetitivo
Damper		Repetitivo	Repetitivo
Cargador Frontal		Repetitivo	Repetitivo
Camión		Repetitivo	Repetitivo
Capataz			
Cortadora	Repetitivo	Repetitivo	Repetitivo

Fuente: Elaboración propia

3.5.2 Implementación de mejora

Por lo tanto, en base a los resultados obtenidos en el diagnóstico, se aplicó la propuesta de sistema ergonómico, de manera especial en aquellas actividades que originaban una mayor problemática en el surgimiento de trastornos músculo esqueléticos, lo cual, se detalla a continuación:

PROPUESTA ERGONÓMICA

1. Actividad 1: Reparaciones y Soldadura

Se detectaron problemas de sobreesfuerzos al ejecutar reparaciones y soldadura en el área de socavón, originando una prevalencia de problemas en los hombros de gran parte de los trabajadores, debido a la prevalencia de un uso continuo del brazo en flexión y abducción.



Figura 24. Problemática en reparaciones y soldadura

Para afrontar la problemática existente, se implementaron plataformas de trabajo para evitar el surgimiento de sobreesfuerzos de estiramiento para llegar al área de trabajo, considerando a su vez, el manejo de rodilleras para que el personal pueda laborar en superficies duras como las plataformas por tiempos más prolongados.

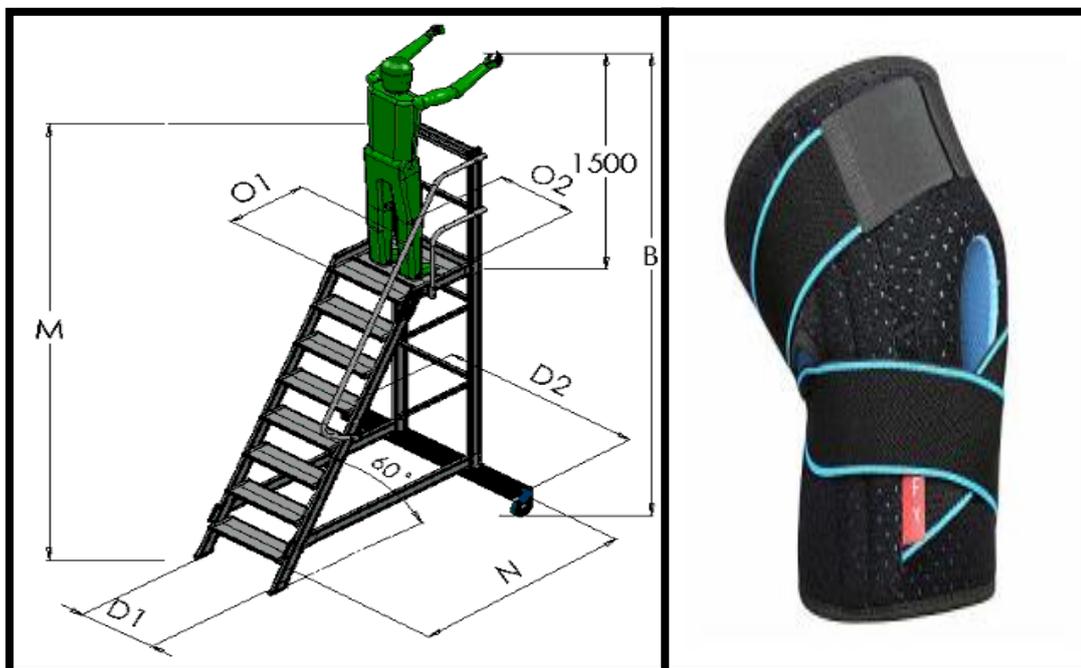


Figura 25. Implementación de mejora ergonómica en reparaciones y soldadura

2. Aplicación de fuerzas intensas

Con respecto, a las actividades que requieren de la aplicación de fuerzas intensas por la manipulación de cargas pesadas, giros de tronco, flexiones y vibraciones, prevalecían los dolores lumbares y limitaciones de movimiento, además de debilidad en las piernas.



Figura 26. Problemas por aplicación de fuerzas intensas

Por lo tanto, para afrontar esta problemática, se plantearon horarios rotativos, para evitar que sean tareas prolongadas, alternando tareas de esfuerzo con trabajos más ligeros y en el caso de actividades de vibración descansos.

3. Actividades de corte

En el trabajo en el área de socavón otra de las problemáticas prevalentes se asocia a la manipulación de herramientas, de manera especial, las de corte, las cuales, vinculadas al trabajo en alturas generan problemáticas en el surgimiento del síndrome de la salida torácica, dañando las zonas del cuello y hombro, lo cual, a su vez se vincula al problema de epitrocleititis y epicondilitis, por el manejo continuo del brazo, con movimientos forzados de extensión de la muñeca.



Figura 27. Problemas por actividades de corte

Considerando que ya se emplean herramientas de mangos largos, se reforzó la preparación del personal en el uso de grupos musculares lo suficientemente fuertes para lograr realizar el esfuerzo requerido en el corte, demostrando en una capacitación práctica la forma de realizar fuerza al emplear toda la mano en lugar de solo utilizar los dedos, ya que, por ese problema demoraban en la ejecución de esta actividad.

4. Elevados niveles de fatiga

En consideración de los elevados niveles de fatiga y la falta de condiciones físicas de resistencia en gran parte del personal, se realizó la implementación de un programa de pausas activas, cuya duración fue de 10 min, de acuerdo a la normativa, las cuales constaron de caminatas con el personal del área de operaciones, con la finalidad de fortalecer su resistencia física y mejorar su motivación para la ejecución de sus funciones.



Figura 28. Evidencia de Pausas Activas

5. Postura

Implementación de fajas correctoras para los operarios de Pico y Lampa, para poder mejorar la postura de la columna, ya que muchas veces suelen encorvarse a grados superiores a 60°, elevando el riesgo de tener problemas lumbares, por lo que con la faja se pretende mejorar la condición de la columna a 90°.

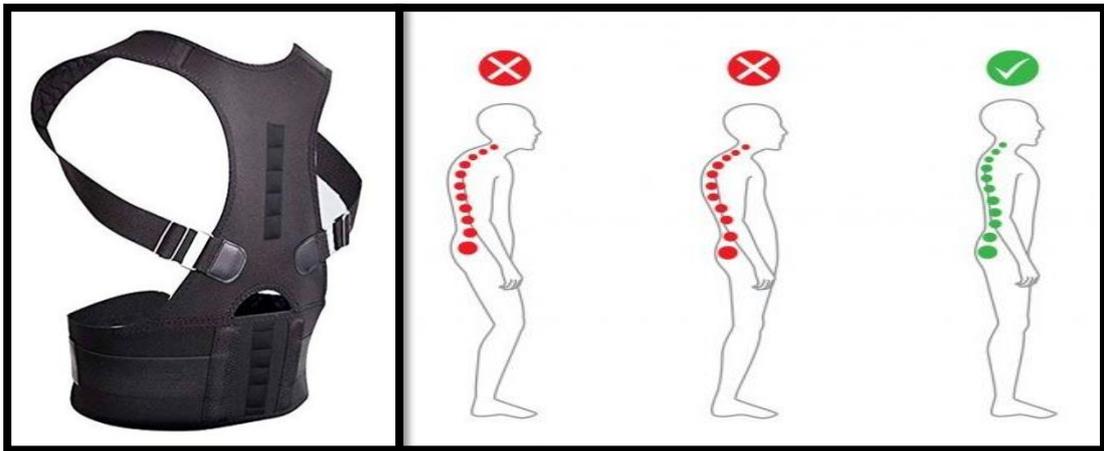


Figura 29. Corrección de Posturas en Operarios

6. Se realiza la charla de 5 minutos a todo el personal tocando temas sobre la ergonomía e importancia del manejo de EPPS, equipos complementarios según las exigencias de sus funciones.



Figura 30. Evidencia de Charla de 5 Minutos

Siendo charlas que se planificaron de la siguiente manera:

Tabla 24. *Planificación de capacitaciones y actividades*

Temas y actividades a tratar							
Sep	Temas	Días	Duración	Oct	Actividades	Días	Duración
Sem 1	Posturas de trabajo	2 días	5 min	Sem 1	Posturas del cuerpo (brazo, antebrazo y muñeca)	3 días	20 min
Sem 2	Maquinaria	2 días	5 min	Sem 2	Posturas del cuerpo (tronco, cuello y pierna)	2 días	20 min
Sem 3	Herramientas o implementos pequeños	1 día	5 min	Sem 3	Carga o fuerza	1 día	15 min
Sem 4	Seguridad en el trabajo	2 días	5 min	Sem 4	Tipo de actividad muscular	1 día	15 min

Fuente: Elaboración Propia



Figura 31. Evidencia de actividades de cronograma

7. Se implementa la rotación de personal, principalmente para el puesto de peones, siendo el puesto más afectado ya que realiza las actividades más fuertes y sobre esforzadas, así evitando el estrés en ellos y las continuas posturas no adecuadas
8. Se recomendó la contratación del personal con ciertas características para los puestos de trabajo, tales que no tengan sobre peso, puesto que, sería muy perjudicial para el trabajador ya que se esforzaría más de lo normal en sus funciones, habría una mayor exigencia en sus piernas y columna; aconsejando a su vez que los colaboradores a seleccionar no sobre pasen la estatura de 1.70 cm ni sean de tamaños inferiores de 1.50 cm ya que se verían muy afectados y tendrían que encorvarse más de lo normal al realizar sus actividades.

Tabla 25. Recomendaciones ergonómicas para puestos de trabajo

Puesto	Estatura min	Estatura max	Peso min kg
Soldadura	1.50 cm	1.70 cm	50-70 kg
Esmeril	1.50 cm	1.70 cm	50-70 kg
Pico	1.50 cm	1.70 cm	50-70 kg
Lampa	1.50 cm	1.70 cm	50-70 kg
Excavación	1.50 cm	1.70 cm	50-70 kg
Explosivos	1.50 cm	1.70 cm	50-70 kg
Peón	1.50 cm	1.70 cm	50-70 kg
Extracción	1.50 cm	1.70 cm	50-70 kg
Perforación	1.50 cm	1.70 cm	50-70 kg
Shop	1.50 cm	1.70 cm	50-70 kg
Dámper	1.50 cm	1.70 cm	50-70 kg
Cargador frontal	1.50 cm	1.70 cm	50-70 kg
Camión	1.50 cm	1.70 cm	50-70 kg
Capataz	1.50 cm	1.70 cm	50-70 kg
Cortadora	1.50 cm	1.70 cm	50-70 kg

Fuente: Elaboracion Propia

Post-test de Sistema Ergonómico

Aspectos Biológicos

Tabla 26. Análisis de aspectos biológicos

Aspectos Biológicos					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Bajo	19	20,4	20,7	20,7
	Medio	51	54,8	55,4	76,1
	Alto	22	23,7	23,9	100,0
	Total	92	98,9	100,0	
Total		93	100,0		

Fuente: SPSS V.26

En base a los resultados de la Tabla 26, con la implementación del sistema ergonómico se obtuvo un nivel medio al 55.4% en el desarrollo de aspectos biológicos, con un nivel alto al 23.9% y un nivel bajo al 20.7%.

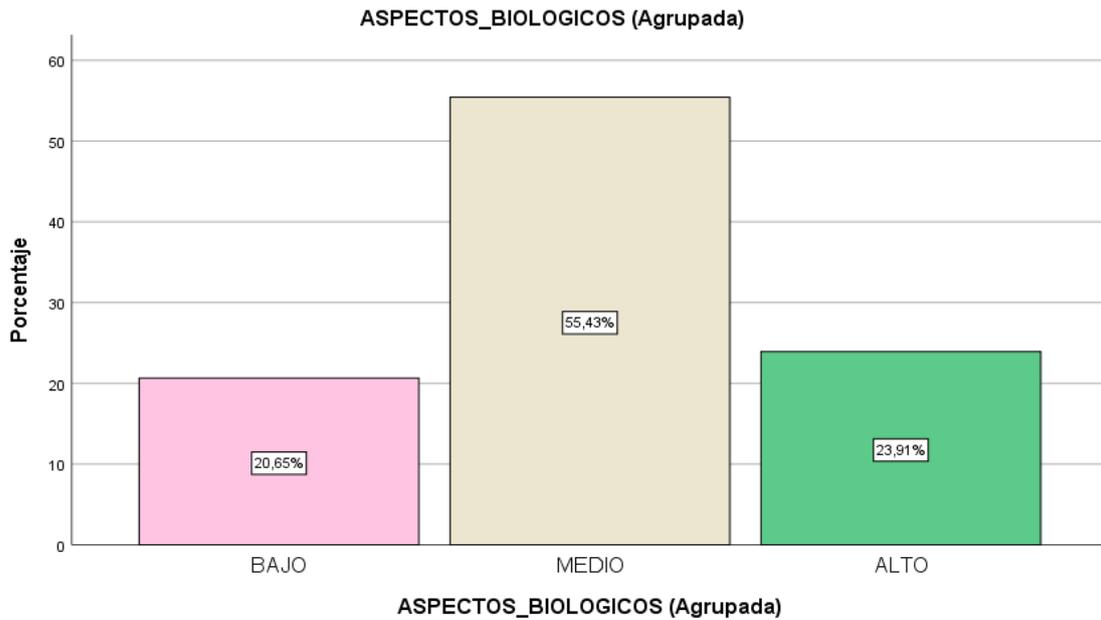


Figura 32. Baremo de aspectos biológicos

Según la Figura 32, se aprecia un nivel medio con tendencia a alto, se debe a la profundización en las falencias de postura en los trabajadores del área operativa, debido a que, prevalecían las posturas forzadas, por lo cual, con la implementación de capacitaciones y prácticas de adecuadas posturas como se observa en la Figura 33, los trabajadores mejoraron sus comportamientos seguros al manipular cargas y ejecutar sus funciones.



Figura 33. Ejecución de prácticas con personal de Minera Cambio

- Actividad física general

Tabla 27. *Análisis de actividad física general*

Actividad Física General					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válido	Bajo	14	15,1	15,2	15,2
	Medio	53	57,0	57,6	72,8
	Alto	25	26,9	27,2	100,0
	Total	92	98,9	100,0	
Total		93	100,0		

Fuente: SPSS V.26

Según los resultados de la Tabla 27, se logró mejorar en un nivel en el control de actividad física general en un nivel alto al 27.2%, un nivel medio al 57.6%, reduciendo el nivel bajo en un 15.2%

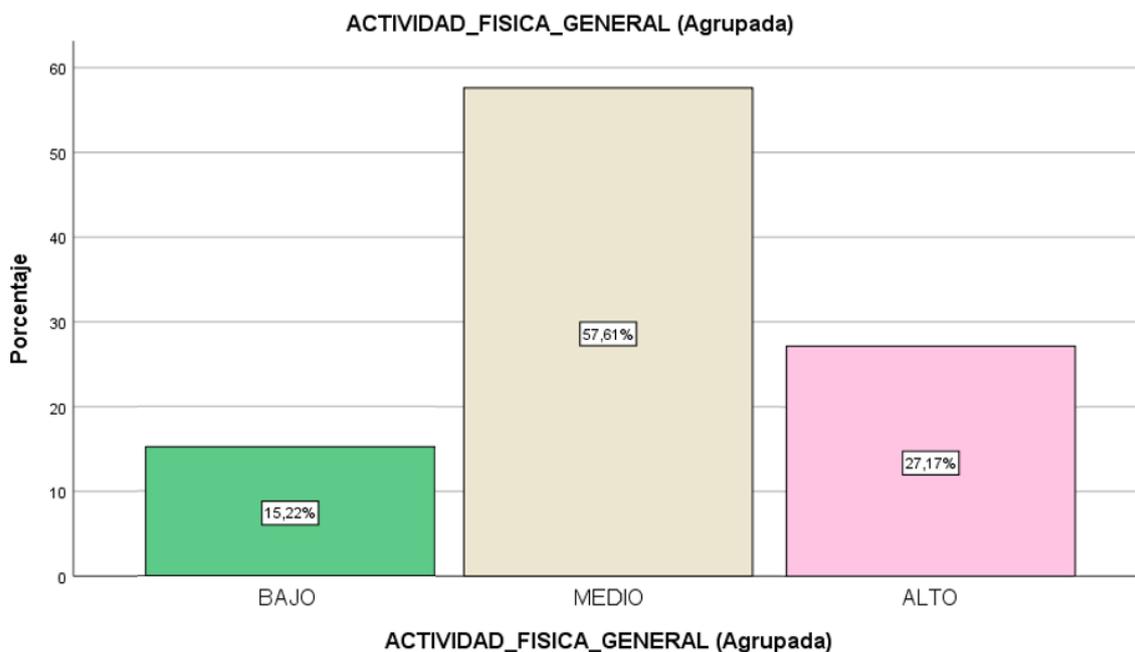


Figura 34. Baremo de actividad física general

En base a la Figura 34, la mejora en un nivel medio con tendencia a alto en el control de la actividad física general, se debe, a la implementación pausas activas de activación física moderada como se aprecia en la Figura 35, debido a que, se detectaron muchas exigencias en la aplicación de movimientos repetitivos, exigencias de resistencia en labores estáticas y aplicación de gran fuerza muscular, lo cual, sumado a las capacitaciones para que controlen mejor su ritmo laboral, permitió lograr resultados favorables en las conductas, al reducir el sedentarismo a favor de su salud.



Figura 35. Aplicación de pausas activas

- Manipulación manual de cargas

Tabla 28. Análisis de manipulación manual de cargas

Manipulacion Manual De Cargas					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válido	Bajo	15	16,1	16,3	16,3
	Medio	59	63,4	64,1	80,4
	Alto	18	19,4	19,6	100,0
	Total	92	98,9	100,0	
Total		93	100,0		

Fuente: SPSS V.26

De acuerdo a los resultados en la Tabla 28, se puede apreciar una reducción en el nivel bajo en la manipulación manual de cargas al 16.3%, prevaleciendo en un nivel medio al 64.1%, existiendo un nivel alto al 19.6%

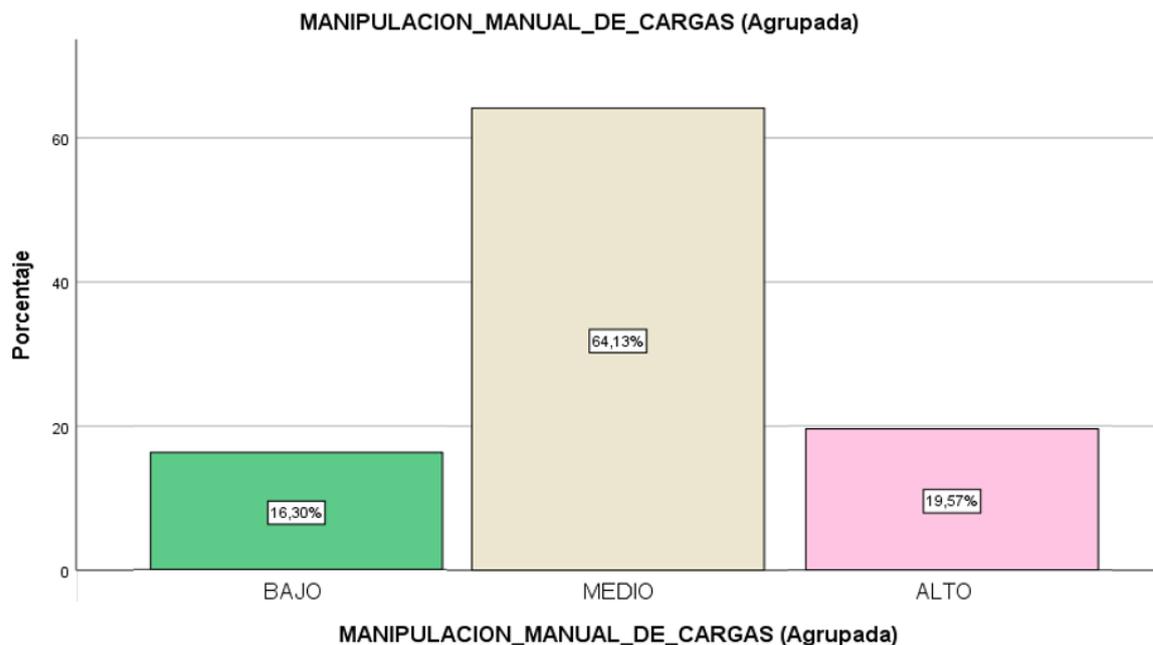


Figura 36. Baremo de manipulación manual de cargas

Según la Figura 36, la manipulación manual de cargas de manera incorrecta, logró reducirse, debido a que, en la aplicación de un mejor sistema ergonómico se capacitó a los trabajadores a realizar el manejo de cargas de forma compartida para evitar sobreesfuerzos innecesarios con los cuales pueden resultar con lesiones, como se puede apreciar en la figura 37.



Figura 37. Práctica de cargas compartidas

- Diseño del lugar

Tabla 29. Análisis de diseño lugar

Diseño De Lugar					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válido	Bajo	19	20,4	20,7	20,7
	Medio	53	57,0	57,6	78,3
	Alto	20	21,5	21,7	100,0
	Total	92	98,9	100,0	
Total		93	100,0		

Fuente: SPSS V.26

Según el análisis de la Tabla 29, se logró un nivel medio en el diseño del lugar al 57.6% con la aplicación del sistema ergonómico, un nivel alto al 21.7% y un nivel bajo al 20.7%.

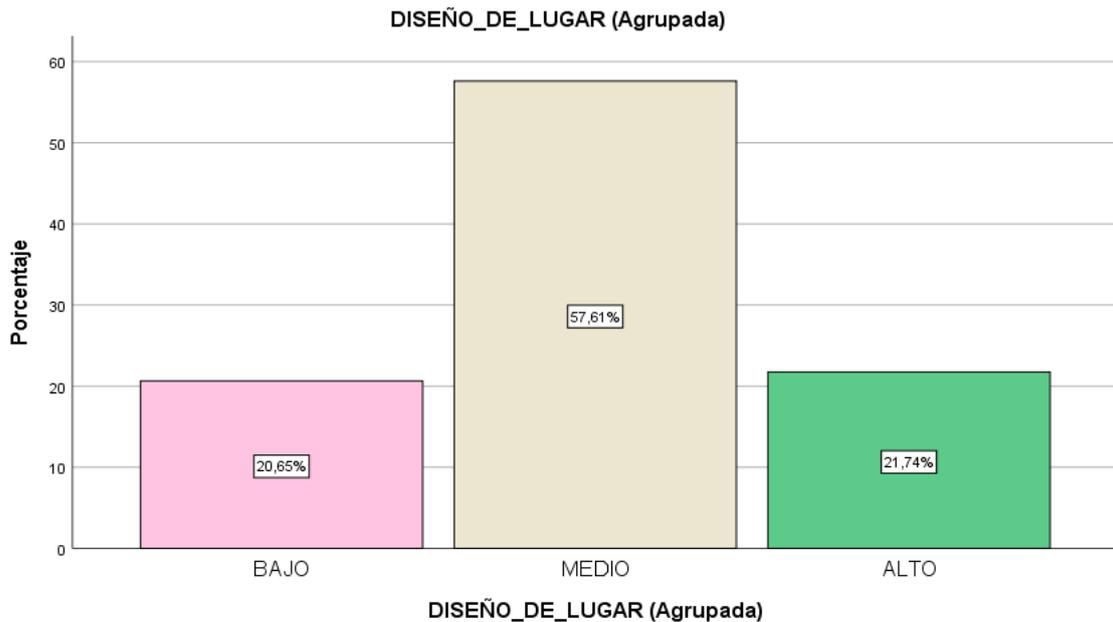


Figura 38. Baremo de diseño del lugar

En base a la figura 38, al mejorar el uso de equipos que mejoran la iluminación en el área operativa y el ingreso de manera responsable solo para el cumplimiento de funciones, se logró optimizar los movimientos considerando la irregularidad del lugar.

- Posturas de trabajo

Tabla 30. Análisis de posturas de trabajo

Posturas De Trabajo					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válido	Bajo	24	25,8	26,1	26,1
	Medio	49	52,7	53,3	79,3
	Alto	19	20,4	20,7	100,0
	Total	92	98,9	100,0	
Total		93	100,0		

Fuente: SPSS V.26

Según el análisis de la Tabla 30, se logró un nivel medio en posturas de trabajo al 53.3% con la aplicación del sistema ergonómico, un nivel alto al 20.7% y un nivel bajo al 26.1%.

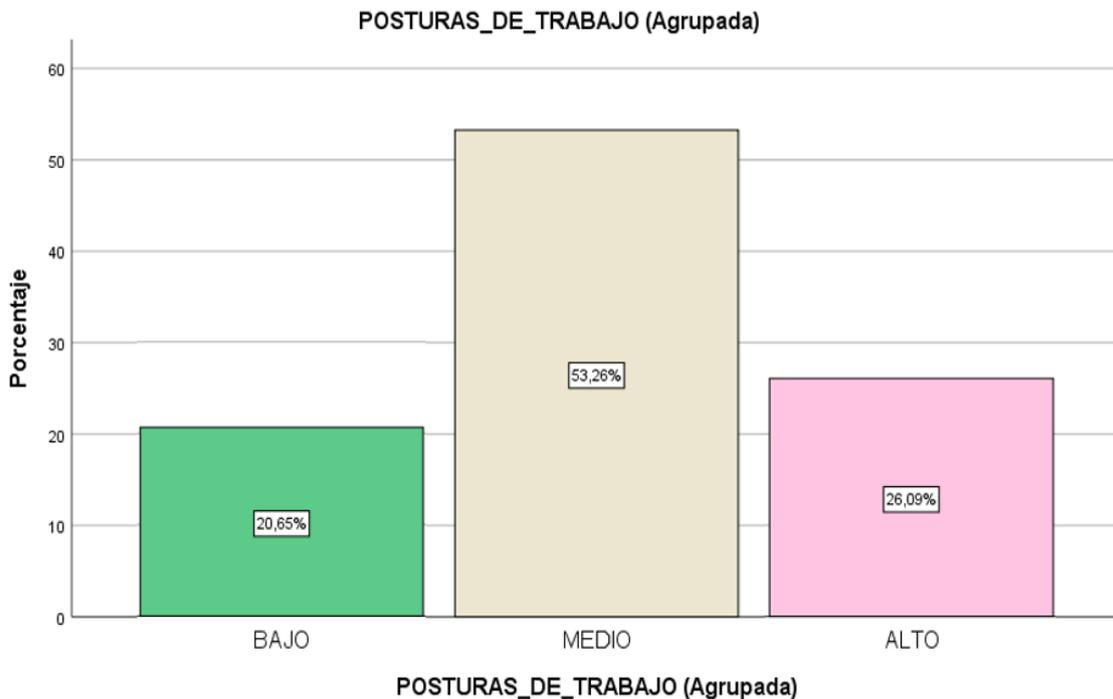


Figura 39. Baremo de posturas de trabajo

Mediante la capacitación al personal, se logró mejorar las posturas de trabajo, evitando que realicen giros innecesarios y movimientos forzados, al enseñarles la importancia de usar las herramientas de trabajo de forma correcta.

- Organización del tiempo de trabajo

Tabla 31. Análisis del tiempo de trabajo

Organización Del Tiempo De Trabajo					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válido	Bajo	19	20,4	20,7	20,7
	Medio	51	54,8	55,4	76,1
	Alto	22	23,7	23,9	100,0
	Total	92	98,9	100,0	
Total		93	100,0		

Fuente: SPSS V.26

Considerando los resultados de la Tabla 31, en la organización del tiempo de trabajo se logró mejorar el nivel medio al 55.4%, un nivel alto al 23.9% y un nivel bajo al 20.7%.

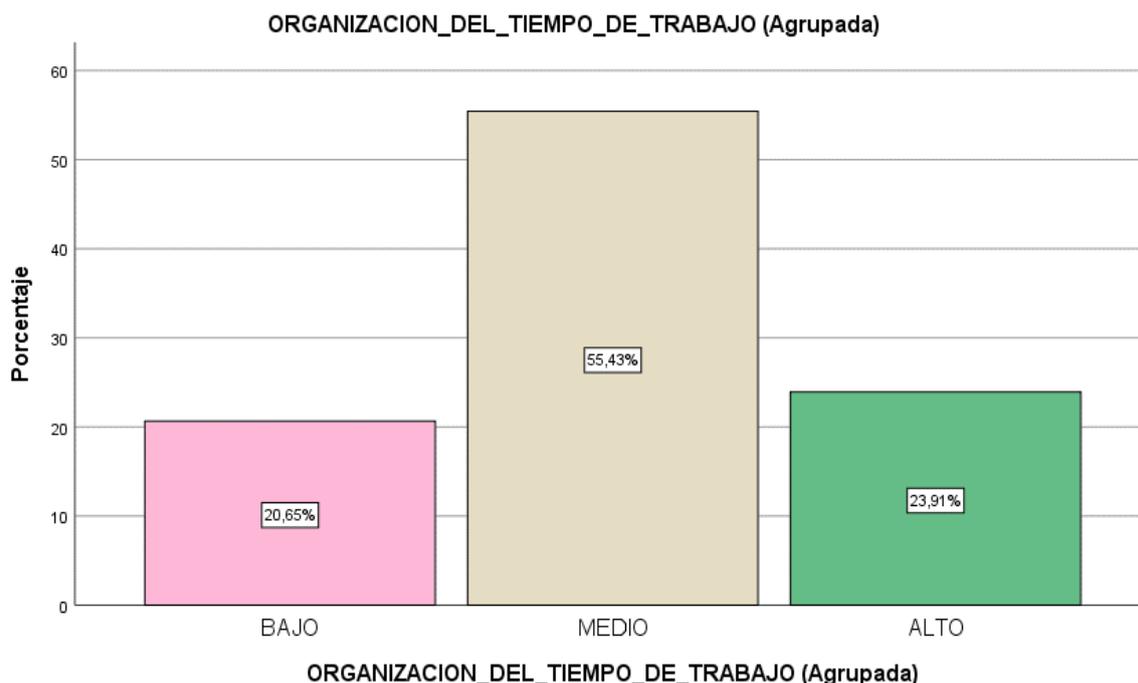


Figura 40. Baremo de organización del tiempo de trabajo

Al implementar medidas de descansos entre jornada para reducir la fatiga, se lograron mejoras que lograron reducir el riesgo de exposición a lesiones a los trabajadores.

Aspecto motor

Tabla 32. Análisis de aspecto motor

		Aspecto Motor			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válido	Bajo	16	17,2	17,4	17,4
	Medio	58	62,4	63,0	80,4
	Alto	18	19,4	19,6	100,0
	Total	92	98,9	100,0	
Total		93	100,0		

Fuente: SPSS V.26

Según los resultados obtenidos en la Tabla 32, el aspecto motor se redujo en el nivel bajo al 17.4%, prevaleciendo en un nivel medio al 63.0% y al nivel alto al 19.6%.

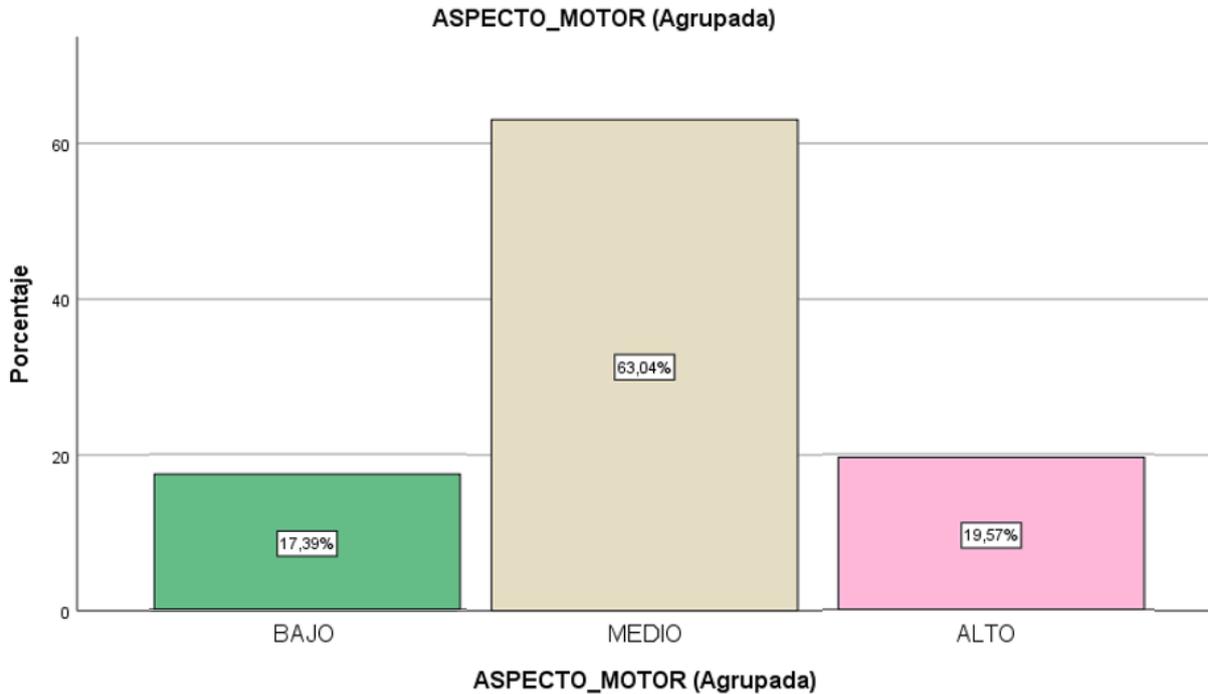


Figura 41. Baremo de aspecto motor

En base a los resultados con el sistema ergonómico se mejoró la concientización del trabajador en el cuidado de la fuerza que aplican para realizar su labor.

- Dispositivos de visualización

Tabla 33. Análisis de dispositivos de visualización

Dispositivos De Visualización					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válido	Bajo	19	20,4	20,7	20,7
	Medio	51	54,8	55,4	76,1
	Alto	22	23,7	23,9	100,0
	Total	92	98,9	100,0	
Total		93	100,0		

Fuente: SPSS V.26

Según los resultados de la Tabla 33, existe un nivel medio al 55.4% en la mejora de dispositivos de visualización, con un nivel alto al 23.9%, reduciendo el nivel bajo por falencias al 20.7%.

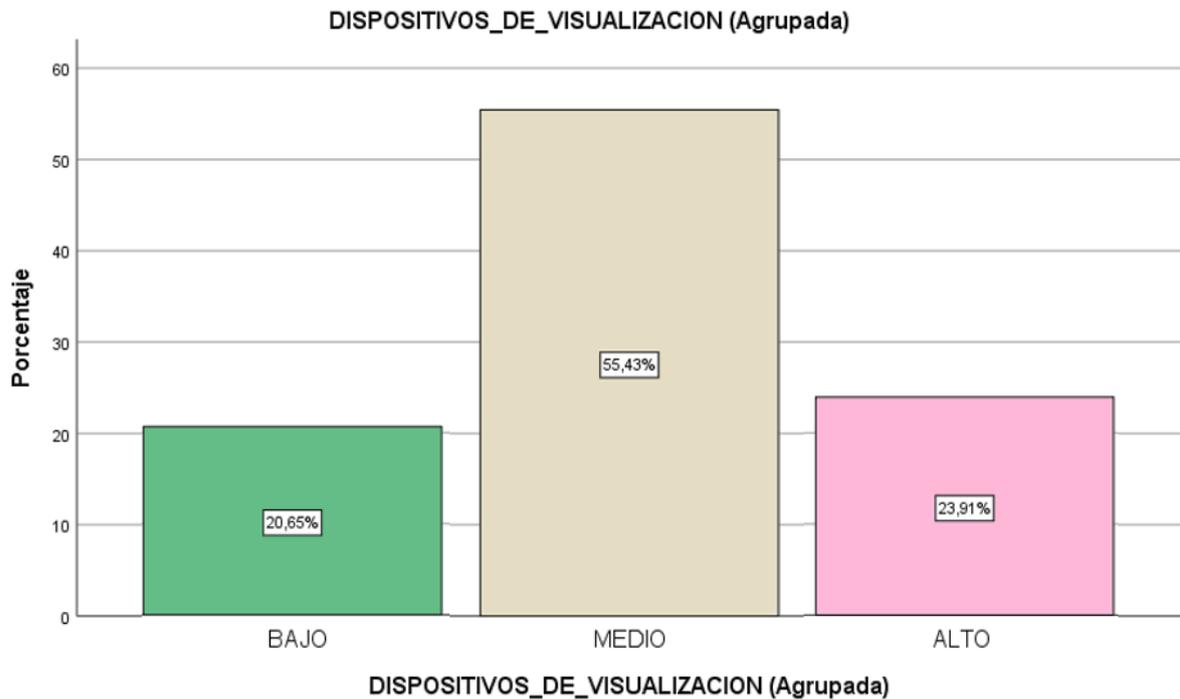


Figura 42. Baremo de dispositivos de visualización

Al reforzar la importancia de iluminación extra en el área de trabajo además de los cascos, los trabajadores realizaron un menor esfuerzo en su visión y se agotaron menos a comparación del pre-test.

- Controles

Tabla 34. Análisis de controles

Controles					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válido	Bajo	18	19,4	19,6	19,6
	Medio	55	59,1	59,8	79,4
	Alto	19	20,4	20,7	100,0
	Total	92	98,9	100,0	
Total		93	100,0		

Fuente: SPSS V.26

Según los resultados de la Tabla 34, se logró un nivel medio en el manejo de controles al 59.8%, un nivel alto al 20.7% y un nivel bajo al 9.6%.

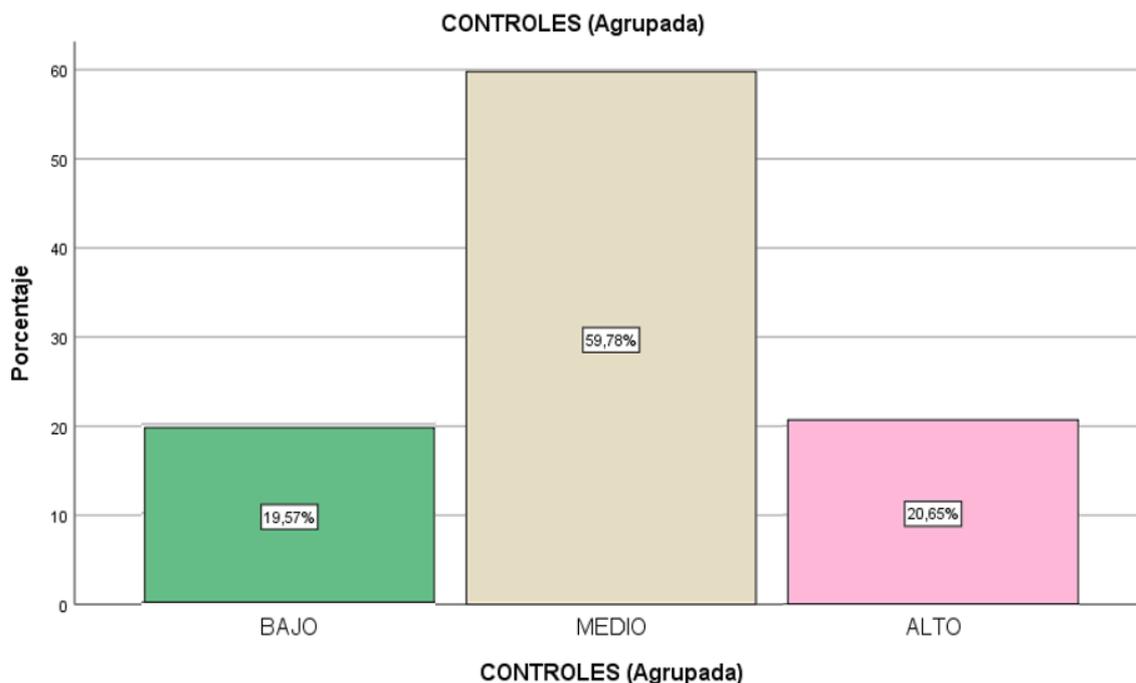


Figura 43. Baremo de controles

Al enseñarles las posiciones correctas para laborar en cada una de las respectivas funciones de los trabajadores, se logró mejorar su actitud al realizar su labor, por ello, se logró las mejoras.

Aspectos técnicos

Tabla 35. Análisis de aspectos técnicos

Aspectos Técnicos					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válido	Bajo	17	18,3	18,5	18,5
	Medio	51	54,8	55,4	73,9
	Alto	24	25,8	26,1	100,0
	Total	92	98,9	100,0	
Total		93	100,0		

Fuente: SPSS V.26

En base a los resultados de la Tabla 35, en cuanto a los aspectos técnicos tuvieron un nivel medio al 55.4%, un nivel alto al 26.1%, reduciendo el nivel bajo a 18.5%.

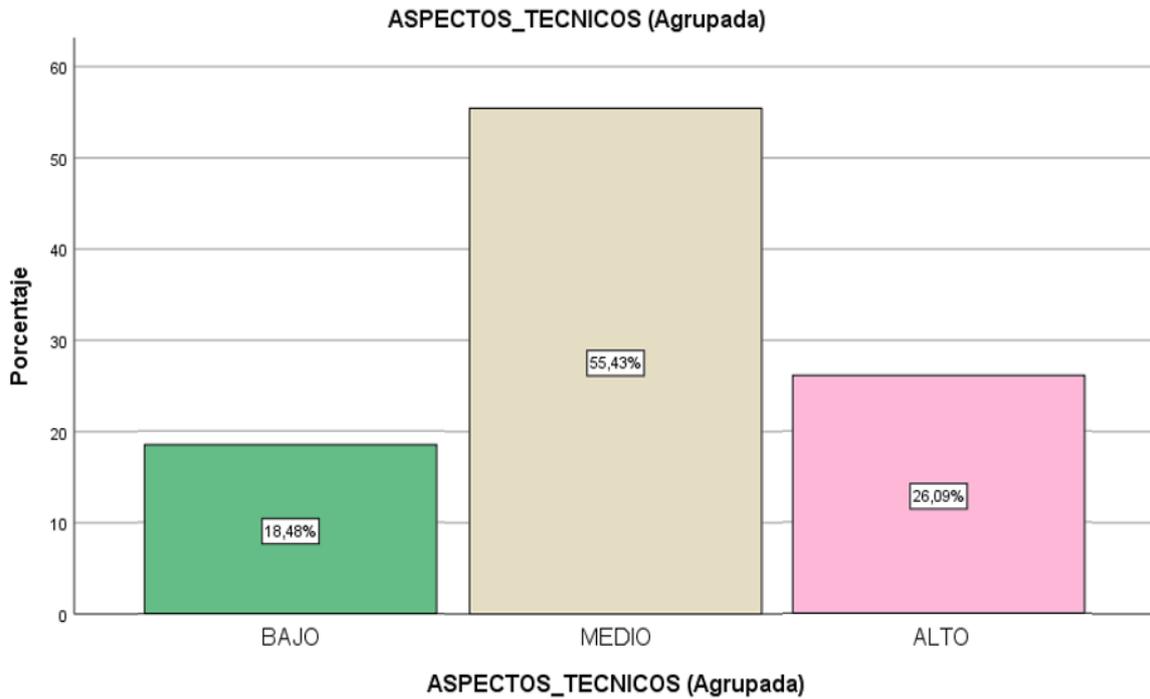


Figura 44. Baremo de aspectos técnicos

Con las capacitaciones en mantenimiento preventivo y manipulación de equipos y maquinaria, se logró optimizar el empleo de fuerza excesiva que eleva los niveles de fatiga en el trabajador.

- Maquinaria

Tabla 36. Análisis de maquinaria

MAQUINARIA (Agrupada)					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	BAJO	21	22,6	22,8	22,8
	MEDIO	55	59,1	59,8	82,6
	ALTO	16	17,2	17,4	100,0
	Total	92	98,9	100,0	
Total		93	100,0		

Fuente: SPSS V.26

En la Tabla 36 se muestra que en el manejo de maquinaria se logró un nivel bajo al 22.8%, un nivel medio al 59.8% y un nivel alto al 17.4%.

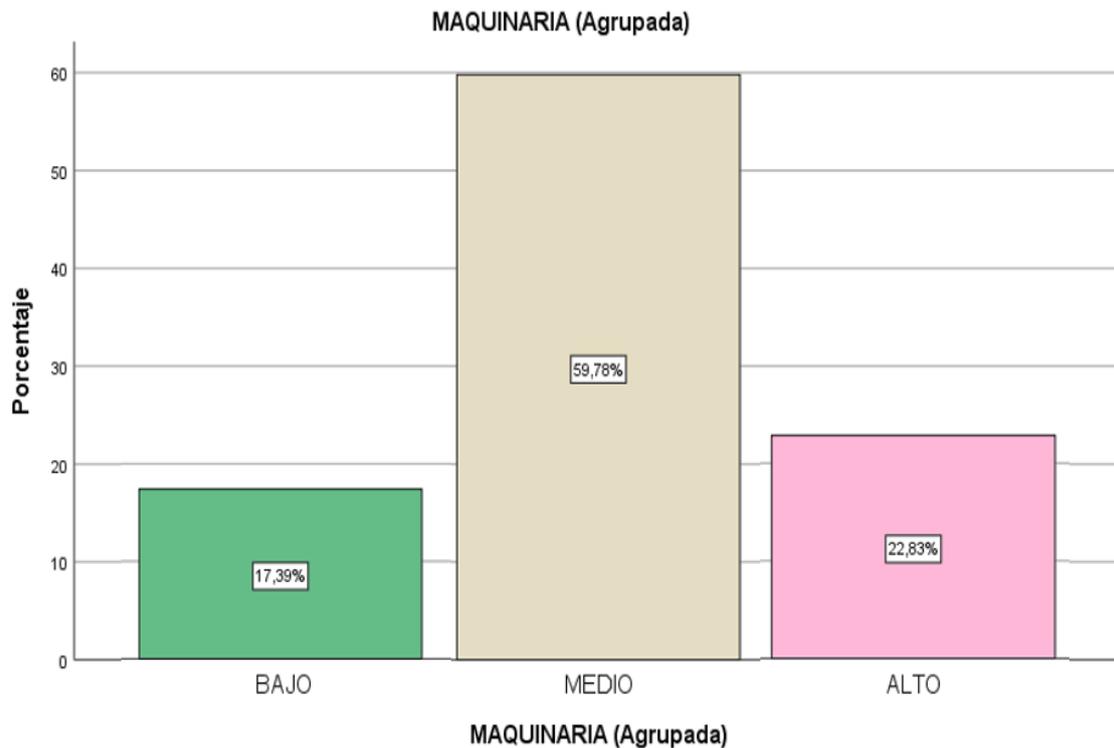


Figura 45. Baremo de maquinaria

Como se observa en la Figura 45, con el reforzamiento de mantenimiento preventivo, se redujo las exigencias de sobreesfuerzos innecesarios en el operador, por lo que mejoró la exposición de los mismos.

- Herramientas o implementos pequeños

Tabla 37. Análisis de herramientas o implementos pequeños

Herramientas O Implementos Pequeños					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válido	Bajo	19	20,4	20,7	20,7
	Medio	52	55,9	56,5	77,2
	Alto	21	22,6	22,8	100,0
	Total	92	98,9	100,0	
Total		93	100,0		

Fuente: SPSS V.26

Según los resultados de la Tabla 37, se logró una mejora en el manejo de herramientas e implementos pequeños en un nivel alto al 22.8%, un nivel medio al 56.52%, disminuyendo el nivel bajo a 20.4%.

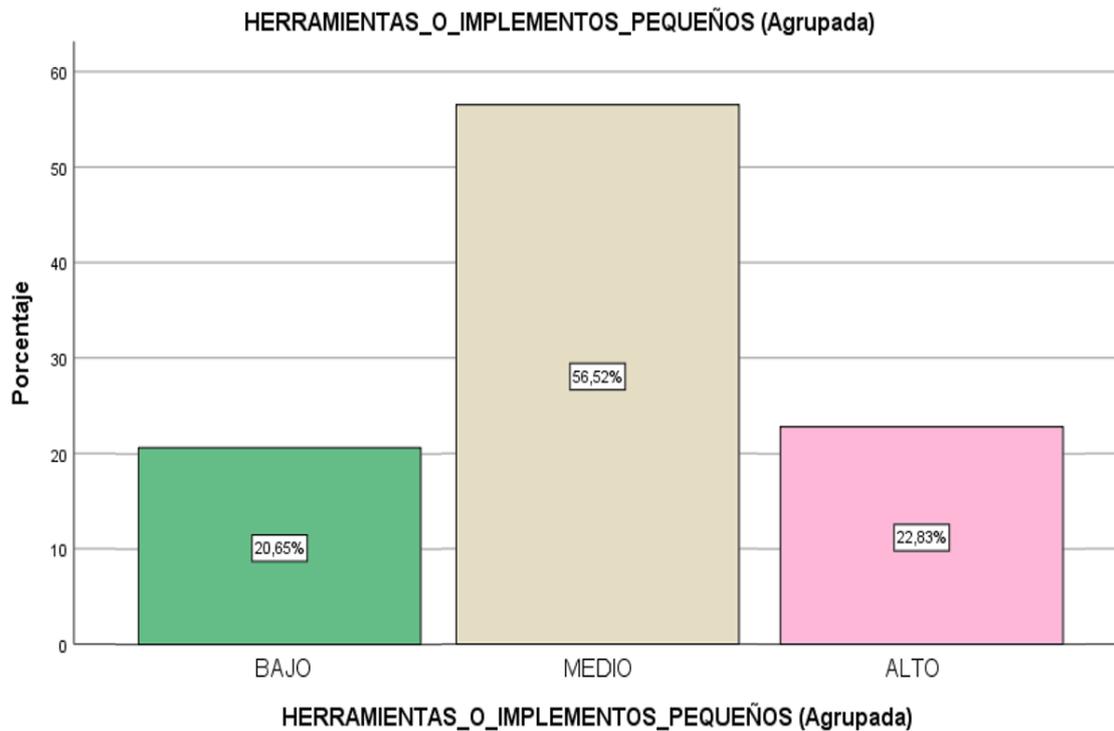


Figura 46. Baremo de herramientas o implementos pequeños

Acorde a la Figura 46, se muestra el logro de una mejora en el manejo de herramientas e implementos pequeños, debido a que, con la implementación de un sistema ergonómico, los trabajadores mejoraron en la manipulación de herramientas de una manera más segura, evadiendo distractores que los conlleven a comportamientos inseguros o a la manipulación independiente de implementos complejos de transportar.

- Seguridad en el trabajo

Tabla 38. Análisis de seguridad en el trabajo

Seguridad En El Trabajo					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válido	Bajo	37	39,8	40,2	40,2
	Medio	55	59,1	59,8	100,0
	Total	92	98,9	100,0	
Total		93	100,0		

Fuente: SPSS V.26

Según los resultados de la Tabla 38, mediante la implementación del sistema ergonómico, se logró una mejora en la disminución de un bajo nivel de seguridad laboral al 40.2%, mejorando levemente las condiciones de protección de la salud del trabajador en un nivel medio al 59.8%.

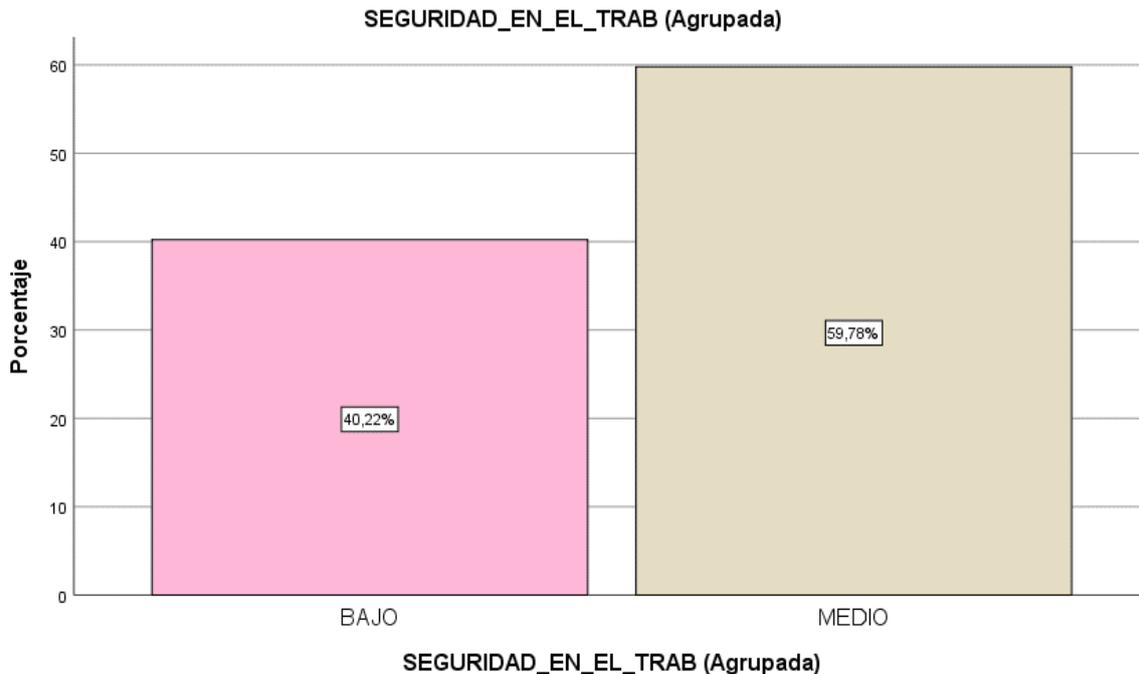


Figura 47. Baremo de seguridad en el trabajo

Acorde a la Figura 47, la mejora en el nivel de seguridad ejercido en el área operativa de la empresa, se debe a la ejecución de capacitaciones, que fortalecieron la concientización en el personal, con respecto, a la correcta manipulación de equipos y reorganización referente a una distribución equitativa de funciones, para la prevención fatiga en el personal, ya que, ello suele ser una de las causas que conlleva un sobreesfuerzo riesgoso para la salud ocupacional.

Análisis REBA – Posttest

Posturas Forzadas Grupo A

Tabla 39. Análisis en Posturas Forzadas Grupo A

		Frecuencia	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Inapreciable	25	27,2	27,2
	Bajo	42	45,7	72,8
	Medio	25	27,2	100,0
	Total	92	100,0	

Fuente: SPSS V.26

De acuerdo a la tabla 39, se puede visualizar que hay un nivel inapreciable al 27.2%, en las posturas forzadas del grupo A, un nivel bajo al 45.7%, y un nivel de riesgo medio al 27.2%.

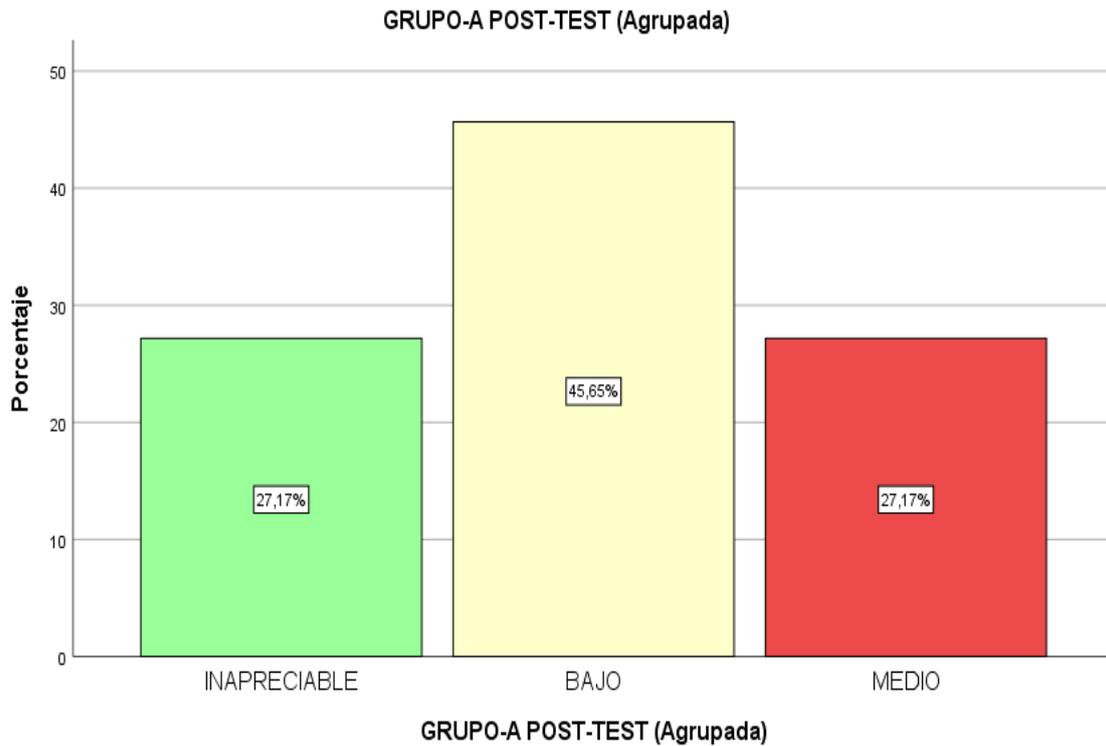


Figura 48. Análisis del Grupo A Post-test

Según los resultados observados en la figura 48, se muestra que existe un nivel de riesgo bajo en las posturas del grupo A, debido a que existe una gran reducción de malestares especialmente en la parte del tronco, cuello y piernas, ya que se aplicó las acciones necesarias del sistema ergonómico para poder reducir significativamente estos malestares que acongojan a los trabajadores.

Ello se debe a los resultados que se muestran a continuación:

Tabla 40. Análisis detallado en Posturas Forzadas Grupo A

Puestos De Trabajo	Inclinar El Cuello/ Cabeza Hacia Adelante	Inclinar El Cuello / Cabeza Hacia Atrás	Inclinar El Cuello / Cabeza Hacia Un Lado O Ambos	Girar El Cuello/ Cabeza	Inclinar La Espalda / Tronco Hacia Adelante	Inclinar La Espalda / Tronco Hacia Atrás	Inclinar La Espalda/ Tronco Hacia Un Lado O Ambos	Girar La Espalda/ Tronco	Sobre Esfuerzo De Piernas	Inclinar Piernas
Soldadura	Repetitivo				Repetitivo			Repetitivo		Moderado
Esmeril	Repetitivo			Repetitivo	Repetitivo					
Pico	Repetitivo	Moderado		Repetitivo	Repetitivo	Moderado		Repetitivo	Moderado	Moderado
Lampa	Moderado	Repetitivo		Repetitivo	Moderado	Moderado		Repetitivo	Moderado	Moderado
Excavación	Repetitivo	Repetitivo	Repetitivo	Repetitivo	Repetitivo	Repetitivo		Repetitivo		
Explosivos			Repetitivo				Repetitivo			
Peón	Repetitivo	Moderado	Moderado	Moderado	Repetitivo	Repetitivo	Moderado	Moderado	Moderado	Moderado
Extracción	Repetitivo		Repetitivo			Repetitivo				
Perforación	Repetitivo				Repetitivo					Moderado
Scoop	Repetitivo		Repetitivo	Repetitivo	Repetitivo			Repetitivo	Repetitivo	Repetitivo
Damper	Repetitivo		Repetitivo	Repetitivo	Repetitivo			Repetitivo	Repetitivo	Repetitivo
Cargador Frontal	Repetitivo		Repetitivo	Repetitivo	Repetitivo			Repetitivo	Repetitivo	Repetitivo
Camión	Repetitivo		Repetitivo	Repetitivo	Repetitivo			Repetitivo	Repetitivo	Repetitivo
Capataz	Repetitivo	Repetitivo	Repetitivo	Repetitivo	Repetitivo	Repetitivo	Repetitivo	Repetitivo	Repetitivo	Repetitivo
Cortadora	Repetitivo		Repetitivo		Repetitivo				Repetitivo	Repetitivo

Fuente: Elaboración Propia

Posturas Forzadas Grupo B

Tabla 41. Análisis de Posturas Forzadas Grupo B

		Frecuencia	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Inapreciable	16	17,4	17,4
	Bajo	50	54,3	71,7
	Medio	26	28,3	100,0
	Total	92	100,0	

Fuente: SPSS V.26

Según la tabla 41, se puede visualizar que hay un nivel inapreciable al 17.4%, en las posturas forzadas del grupo B, un nivel bajo al 54.3%, y un nivel de riesgo medio al 28.3%

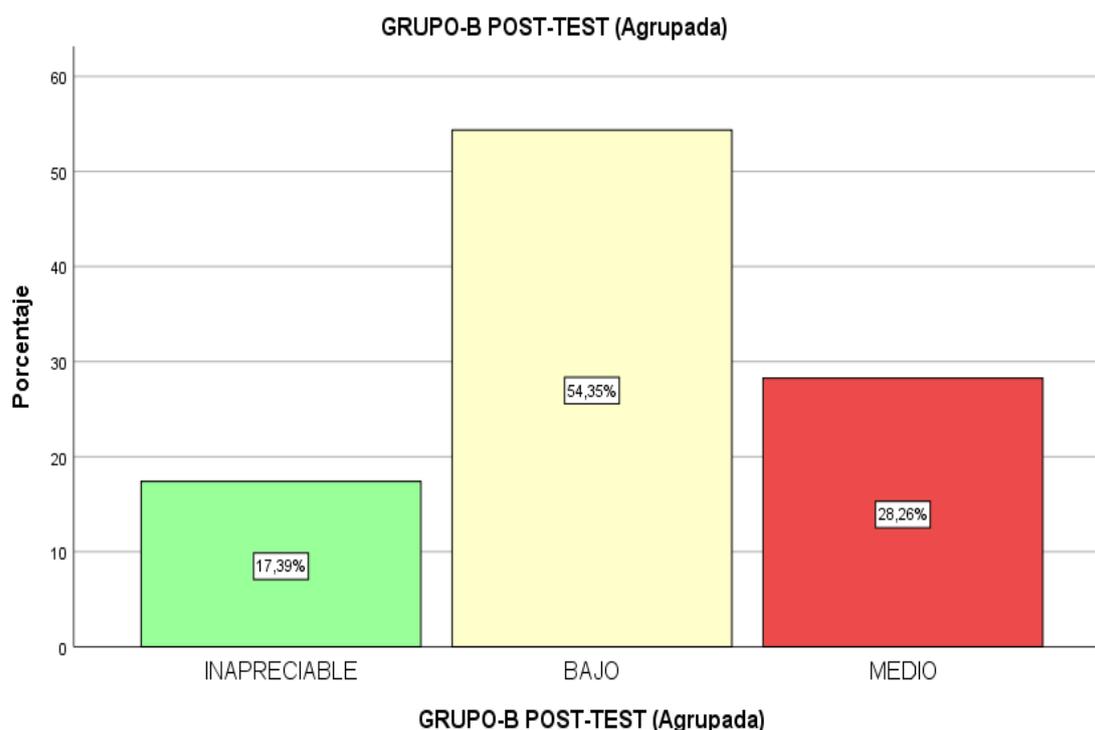


Figura 49. Análisis del Grupo B Post-test

Según los resultados observados en la figura 49, se muestra que existe un nivel de riesgo bajo en las posturas del grupo B, debido a que existe una gran reducción de malestares especialmente en los brazos, antebrazos y muñecas, ya que se aplicó las acciones necesarias del sistema ergonómico para poder reducir significativamente estos malestares que acongojan a los trabajadores.

Tabla 42. Análisis detallado de Posturas Forzadas Grupo B

Puestos De Trabajo	Los Brazos Por Encima De La Cabeza	Una O Las Dos Muñecas Dobladas Hacia Arriba O Hacia Abajo, Hacia Los Lados O Giradas	Giro De Antebrazo Hacia Los Lados, Hacia Arriba, Hacia Abajo
Soldadura		Repetitivo	Repetitivo
Esmeril	Repetitivo	Repetitivo	Moderado
Pico	Moderado		
Lampa	Moderado	Repetitivo	Repetitivo
Excavación		Repetitivo	
Explosivos	Repetitivo		
Peón	Moderado	Repetitivo	Repetitivo
Extracción		Repetitivo	
Perforación		Repetitivo	Repetitivo
Scoop		Repetitivo	Repetitivo
Damper		Repetitivo	Repetitivo
Cargador Frontal		Repetitivo	Repetitivo
Camión		Repetitivo	Repetitivo
Capataz			
Cortadora	Repetitivo	Repetitivo	Repetitivo

Fuente: Elaboración Propia

3.5.3 Análisis económico financiero

Con respecto a los costos de implementación del proyecto de investigación, se muestra la tabla resumen a continuación en la tabla 43.

Tabla 43. Costos de implementación del proyecto

Gastos	Detalles	Cantidad	Costo Unitario (S/.)	Costo Total (S/.)
1.1	Materiales y equipos			
1.1.1	Equipos y accesorios			
	Memoria externa	01 Unidad	360.00	360.00
	Software SPSS V.26	01 Unidad	250.00	250.00
	Libros	02 Unidades	120.00	240.00
	Software REBA	01 Unidad	300.00	300.00
1.1.2	Servicios			
	Internet	08 Meses	35.00	280.00
1.1.3	Encuadernado, empastado y otros			
	Hojas bond A-4	01 Paquete	14.90	14.90
			Total	1444.90

Fuente: Elaboración Propia

Para la implementación de la ergonomía participativa, se tomaron en consideración los siguientes costos de implementación, denotados en la tabla 44.

Tabla 44. Costos de implementación de ergonomía

Costo de implementación de ergonomía			
Descripción	C. Unitario	Cantidad	Monto (S/)
Evaluación ergonómica	4320.00	1	4320.00
Capacitación	725.00	8	5800.00
Lanzamiento del programa	1256.00	1	1253.00
Aplicación de método REBA	3620.00	1	3620.00
Otros aspectos	1500.00	1	1500.00
Total			16 493.00

Fuente: Elaboración Propia

Por lo que, el total de los costos de implementación es de 17 939.90 como se muestra en la tabla 45.

Tabla 45. Costo total de implementación

Costo total de implementación	
Costo de implementación de proyecto	1444.90
Costo de implementación de ergonomía	16 493.00
Total (S/)	17 939.90

Fuente: Elaboración Propia

Siendo los beneficios percibidos económicamente en la reducción de costos por lesiones de trastornos musculoesqueléticos.

Tabla 46. Beneficios de implementación

Beneficio de implementación	
Descripción	Total (S/)
Costes de seguridad (TME) antes	1 156 051.00
Costes de seguridad (TME) después	903 321.23
Utilidad total	252 729.77

Fuente: Elaboración Propia

Obteniendo que por cada sol invertido se logrará recuperar S/. 14.09.

Tabla 47. Costo beneficio

Costo Beneficio		
Descripción	Monto	Costo - Beneficio
Costo de inversión	17 939.90	14.09
Beneficio	252 729.77	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 48. Flujo de caja

Periodos (mes)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ingresos		21,060.81	21,060.81	21,060.81	21,060.81	21,060.81	21,060.81	21,060.81	21,060.81	21,060.81	21,060.81	21,060.81	21,060.81
Costos		7,940.00	7,940.00	7,940.00	7,940.00	7,940.00	7,940.00	7,940.00	7,940.00	7,940.00	7,940.00	7,940.00	7,940.00
Inversión	-17,939.90												
Flujo de caja económico	-17,939.90	13,120.81	13,120.81	13,120.81	13,120.81	13,120.81	13,120.81	13,120.81	13,120.81	13,120.81	13,120.81	13,120.81	13,120.81

Fuente: Elaboración Propia

En torno al análisis económico se obtuvo un valor actual neto de 71,122.93 soles, hallando una tasa interna de retorno de 73%, la cual al ser superior a la tasa de descuento manejada por la empresa de 15%, demuestra que el proyecto es viable.

Tabla 49. Viabilidad económica

VAN	S/ 71,122.93
TIR	73%

Fuente: Elaboración Propia

3.6. Método de análisis de datos

La presente investigación basó el análisis de datos, en el manejo de la estadística descriptiva para el contraste en los resultados de Pre-test y Pos-test, analizando la media, mediana y desviación estándar, aclarando las hipótesis establecidas mediante la estadística inferencial iniciando con la prueba de normalidad de Shapiro - Wilk o Kolmogorov-Smirnov, para la determinación de la distribución de datos, es decir, si son paramétricos o no paramétricos, con lo cual se establecerá el coeficiente emplear para la aclaración de hipótesis, ya sea, T-student en caso la distribución sea normal o Wilcoxon en caso la distribución sea no normal.

3.7. Aspectos éticos

La investigación se realizó en base a la estructura y lineamientos establecidos por la universidad Cesar Vallejo, respetando a su vez el manejo del formato ISO690.

En el estudio se tomó en consideración Código Nacional de la Integridad Científica, garantizando que se mantuvo los valores, buenas prácticas y principios de integridad al contar con la autorización de la compañía Minera (Anexo 4),garantizando el uso de información verídica, aseverando a su vez el manejo de técnicas no invasivas para la unidad de análisis en salvaguarda de su integridad, evitando manipular los resultados obtenidos por intereses personales, garantizado dicho modo que se mantuvo la originalidad del estudio además de que hubo viabilidad en su aplicación (CONCYTEC, 2019).

IV. RESULTADOS

4.1. Análisis estadístico descriptivo

Tabla 50. *Contraste estadístico de trastornos músculo-esqueléticos*

Estadísticos		
	Trastornos musculo-esqueléticos pre-test	Trastornos musculo-esqueléticos post-test
Media	10,21	2,97
Mediana	10,00	3,00
Desv. Desviación	2,544	1,133
Mínimo	3,00	1,00
Máximo	15,00	6,00

Fuente: SPSS V.26

De acuerdo a los resultados, el análisis estadístico descriptivo, se puede apreciar la mejora en la reducción de trastornos musculo-esqueléticos, ya que la media de 10.21 en nivel de riesgo en pre-test, se redujo en post-test a una media de 2.97, siendo la desviación estándar en pretest de 2.544 y en post test 1.133, obteniendo un mínimo de riesgo 3 y máximo de riesgo 15 en pretest, mejorando en post-test a un valor mínimo de riesgo de 1 y un valor máximo de riesgo de 6.

Tabla 51. *Contraste estadístico de Grupo A*

Estadísticos		
	Grupo A pre-test	Grupo A post-test
Media	9,42	2,68
Mediana	9,50	2,50
Desv. Desviación	3,804	1,460
Mínimo	1	1
Máximo	15	6

Fuente: SPSS V.26

Acorde a los resultados obtenidos, en el análisis estadístico descriptivo, se puede denotar la mejora en la reducción de posturas forzadas del Grupo A, puesto que; de una media de 9.42 en pretest, se logró reducir el riesgo promedio a 2.68, siendo la desviación estándar en pretest en 3.804 y en posttest de 1.460, denotándose la diferencia a través del valor mínimo de 1, hacia un valor máximo de riesgo de 15 en pretest, disminuyendo en posttest a un valor máximo de riesgo de 6.

Tabla 52. Contraste estadístico de Grupo B

Estadísticos		
	Grupo B pre-test	Grupo B post-test
Media	10,52	2,84
Mediana	10,00	2,50
Desv. Desviación	2,974	1,455
Mínimo	1	1
Máximo	15	6

Fuente: SPSS V.26

De acuerdo a los resultados obtenidos, en el análisis descriptivo, se puede mostrar la reducción de posturas forzadas del Grupo B, puesto que; una media de 10.52, se alcanzó reducir el riesgo promedio a 2.84, existiendo una desviación estándar en pre-test en 2.974 y en post-test 1.455, indicando la diferencia a través del valor mínimo de 1, hacia un valor máximo de riesgo de 15 en pretest, reduciendo en post-test a un valor máximo de riesgo de 6.

4.2. Análisis estadístico inferencial

Prueba de normalidad de trastornos músculo esqueléticos

H₀. La distribución de datos es normal

H₁. La distribución de datos no es normal

Tabla 53. Prueba de normalidad de trastornos músculo esqueléticos

	Kolmogorov-Smirnov ^a		
	Estadístico	gl	Sig.
Trastornos Musculo Esqueléticos Pre-Test	,111	92	,007
Trastornos Musculo Esqueléticos Post-Test	,205	92	,000

Fuente: SPSS V.26

De acuerdo a los resultados obtenidos, en la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov, la significancia del Grupo A Pre-test, de 0.007 y la significancia del Grupo B post-test de 0.000, resultan siendo menores que el p-valor de 0.005 por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, afirmando que la distribución de datos no es normal, por lo tanto, se empleará la prueba de Wilcoxon para la contrastación de hipótesis.

Prueba de normalidad de Grupo A

H₀. La distribución de datos es normal

H₁. La distribución de datos no es normal

Tabla 54. Prueba de normalidad de grupo A

	Kolmogorov-Smirnov ^a		
	Estadístico	gl	Sig.
Grupo A pre-test	,115	92	,004
Grupo A post-test	,181	92	,000

Fuente: SPSS V.26

De acuerdo a los resultados obtenidos en la prueba de normalidad denominada Kolmogorov-Smirnov, la significancia del Grupo A Pretest de 0.004 y la significancia del Grupo A Post-test de 0.000, resulta siendo menores que el p-valor de 0.05 por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, afirmando que la distribución de datos no es normal, por lo tanto, se empleará la prueba de Wilcoxon para la contrastación de hipótesis.

Prueba de normalidad de Grupo B

H₀. La distribución de datos es normal

H₁. La distribución de datos no es normal

Tabla 55. Prueba de normalidad de grupo B

	Kolmogorov-Smirnov ^a		
	Estadístico	gl	Sig.
Grupo B pre-test	,102	92	,019
Grupo B post-test	,217	92	,000

Fuente: SPSS V.26

Acorde a los resultados obtenidos en la prueba de normalidad denominada Kolmogorov-Smirnov, la significancia del Grupo B Pretest de 0.019 y la significancia del Grupo B Post-test de 0.000, resultan siendo menores que el p-valor de 0.05 por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, afirmando que la distribución de datos no es normal, por lo tanto, se empleará la prueba de Wilcoxon para la contrastación de hipótesis.

Prueba de hipótesis de trastornos músculo esqueléticos

H₀. La aplicación del sistema ergonómico no reduce los trastornos musculoesqueléticos de una empresa minera, Arequipa 2021

H₁. La aplicación del sistema ergonómico reduce los trastornos musculoesqueléticos de una empresa minera, Arequipa 2021

Tabla 56. Prueba de hipótesis de trastornos músculo esqueléticos

Estadísticos De Prueba^a	
	Trastornos Musculo-Esqueléticos Post-Test - Trastornos Musculo-Esqueléticos Pre-Test
Z	-8,344 ^b
Sig. Asintótica (Bilateral)	,000

Fuente: SPSS V.26

Según a los resultados obtenidos, en la prueba de Wilcoxon, se halló una significancia de 0.000, que es menor que el p-valor de 0.05, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de la investigación. Por lo que se confirma que la propuesta del sistema ergonómico reduce las posturas forzadas de una empresa minera, Arequipa 2021.

Prueba de hipótesis de Grupo A

H₀. La aplicación del sistema ergonómico no reduce las posturas forzadas del grupo A de una empresa minera, Arequipa 2021.

H₁. La aplicación del sistema ergonómico reduce las posturas forzadas del grupo A de una empresa minera, Arequipa 2021.

Tabla 57. Prueba de hipótesis de grupo A

Estadísticos de prueba^a	
	Grupo-A Post-Test - Grupo-A Pre-Test
Z	-7,903 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,000

Fuente: SPSS V.26

De acuerdo a los resultados obtenidos, en la prueba de Wilcoxon, se obtuvo una significancia de 0.000, que resulta siendo menor que el p-valor de 0.05, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de la investigación. Por lo que, se afirma que propuesta del sistema ergonómico reduce las posturas forzadas del Grupo A de una empresa minera, Arequipa 2021.

Prueba de hipótesis de Grupo B

H₀. La aplicación de sistema ergonómico no reduce las posturas forzadas del grupo B de una empresa minera, Arequipa 2021.

H₁. La aplicación de sistema ergonómico reduce las posturas forzadas del grupo B de una empresa minera, Arequipa 2021.

Tabla 58. Prueba de hipótesis de grupo B

Estadísticos de prueba^a	
	Grupo-B Post-Test - Grupo B Pre-Test
Z	-8,295 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,000

Fuente: SPSS V.26

Según los resultados encontrados, en la prueba de Wilcoxon, se halló una significancia de 0.000, que es inferior al p-valor de 0.05, en tal sentido se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de la investigación. Por ello, se comprueba que la propuesta del sistema ergonómico reduce las posturas forzadas del Grupo B de una empresa minera, Arequipa 2021.

V. DISCUSIÓN

La presente investigación, se desarrolló en una empresa minera ubicada en Arequipa, en la cual se denotaron problemáticas asociadas con el ritmo de trabajo ya que las funciones originaban elevados niveles de fatiga, además de, implicar posturas forzadas que ponían en riesgo a los trabajadores, sobre todo por el hecho de exponerlos a padecer de trastornos musculoesqueléticos, a raíz de ello, teniendo en cuenta que el sobre esfuerzo físico generado por las actividades de trabajo pone en riesgo la integridad del personal, se considera oportuno aplicar un sistema de ergonomía para disminuir este problema que acongoja a los colaboradores.

Para ello, el estudio se basó en una investigación de metodología de tipo aplicada, en base a un método hipotético deductivo, de enfoque cuantitativo, de diseño experimental, el cual asemeja a los métodos abordados por Ramírez Ortiz (2018), Gonzales Común (2017) y La Madrid Guanilo y Arroyo Flores (2019), en sus respectivas investigaciones. Destacando a su vez que se realizará un enfoque de ergonomía participativa, tomando en cuenta la limitación temporal del estudio.

Por lo tanto, tomando en consideración que el objetivo general del estudio fue determinar la manera en que la aplicación del sistema ergonómico reduce los trastornos musculoesqueléticos en una empresa minera, Arequipa 2021. Mediante la ejecución del diagnóstico, se detectó que el nivel de riesgo promedio del surgimiento de trastornos musculoesqueléticos fue de 10.21, ello se debió a la prevalencia de actividades que demandaban la aplicación de posturas forzadas, además de constantes movimientos repetitivos entre los cuales no existían descansos, por lo que, el nivel de fatiga era elevado en tal sentido agravando la exposición a lesiones en los trabajadores; tal situación, con la aplicación de la propuesta del sistema ergonómico permitió que el nivel de riesgo de surgimiento de trastornos musculoesqueléticos, redujera a 2.97, debido a que, mediante la aplicación de capacitaciones y la implementación de un programa de pausas activas se logró reducir los niveles de fatiga y la ejecución de posturas forzadas innecesarias favoreciendo así la protección de la salud de los trabajadores.

Los resultados obtenidos, se asemejaron a los del estudio de Ramírez Ortiz (2018), puesto que, destacó que gran parte de los trastornos musculoesqueléticos, era la causa del incremento de los niveles de ausentismo al 26% generando que 78% de los trabajadores padecieran de dolores osteomusculares, por lo que corroboró que si bien las mineras sean en áreas muy reducidas, requieren de un plan de prevención ergonómico ya que de esta manera se podrán combatir las exigencias de horas prolongadas de labor con sobre esfuerzo en las piernas y en la ejecución de actividades repetitivas.

Del mismo modo, los resultados permiten afirmar lo obtenido por Gonzales Común (2017) que halló en su estudio que al 32.74% existía un nivel de riesgo alto en los trabajadores del área de Geología, 46.90% afrontaban un nivel medio de riesgo, existiendo un nivel bajo al 20.35%, donde al denotar tal situación preocupante, aplicó un plan de prevención ergonómico para poder reducir estos problemas que acongojaban a los trabajadores, destacando que la aplicación de los sistemas ergonómicos participativos son una alternativa viable.

Asimismo, los resultados hallados se asemejaron a los del estudio de Ramírez Pozo (2021) quien encontró un desorden musculoesquelético con un 52.9% de dolores de lumbalgia, hallando un 25.1% de dolores de hernia discal, los cuales conllevaron al trabajador a tener estrés y no poder realizar sus funciones con normalidad, por lo que, con respecto a estos desórdenes músculo esqueléticos tomó la medida de aplicación de un plan de ergonomía, con el que, logró reducir significativamente estos trastornos. Validando así la hipótesis establecida como en el presente estudio, referente a que los sistemas ergonómicos si reducen los trastornos músculo esqueléticos.

Con respecto al primer objetivo específico, enfocado en determinar de qué manera la aplicación del sistema ergonómico reduce las posturas forzadas del grupo A de una empresa minera, Arequipa 2021, mediante los análisis descriptivos del grupo A, se pudo denotar que se tuvo un nivel muy alto en los trastornos musculoesqueléticos con un 9.42, la cual carecen de una adecuada iluminación e indumentaria, por lo que aplican mayor fuerza en inclinación de cuello , cabeza y columna para mejorar su visión al realizar sus respectivas tareas, situación que mejoró con la aplicación del sistema ergonómico ya que se

redujo el nivel de riesgo es post-test a 2.68, debido a que, se fortaleció mediante capacitaciones en materia de seguridad y salud laboral, la importancia del uso de EPP's, además de enseñarle al personal, a través, de capacitaciones prácticas la priorización del uso de herramientas complementarias de iluminación para ingresar al área operativa subterráneo.

De acuerdo a los resultados obtenidos se logró reforzar lo hallado por Ramírez Ortiz (2018) en su estudio, ya que, obtuvo como resultado la existencia de problemas severos con los trabajadores al diagnosticar que existían muchas zonas del cuerpo afectadas por la rutina y las malas posturas, especialmente en el área del tronco con un 72% de daño, puesto que, todo el esfuerzo se centraba en el área del tronco y al no tener la capacitación o algún sistema ergonómico aplicado, resultaba muy complicado poder corregir esta mala postura, siendo así la segunda zona más afectada, el cuello, con un 36% de dificultades, puesto que, el cuello es el área que con mayor facilidad puede ser afectado, por lo que, destacó que es importante el enfoque ergonómico de carácter participativo en este tipo de problemáticas asociadas a las partes del cuerpo del grupo A, al ser las zonas más delicadas que podrían perjudicar a largo plazo a los trabajadores.

Del mismo modo, el estudio se asemejó a los resultados obtenidos por Quishpe Paucar (2019) quien gracias a la aplicación del método RULA y REBA, pudo dar a conocer la problemática que acongojaba a los trabajadores, siendo en primera instancia el surgimiento de fuertes dolores corporales, donde la zona más afectada resultó siendo el cuello al 50%, tuvo en cuenta la prevalencia de posturas forzadas por falencias en la iluminación, para optar por la aplicación de un sistema ergonómico para aminorar el problema encontrando, destacando que, este resulta siendo un método eficiente y eficaz para reducir o eliminar malas posturas que en un plazo muy corto serían muy perjudiciales para los mismos trabajadores. Por ello, se llega a enunciar que se valida la hipótesis específica 1 del estudio, por lo que, se afirmó que la propuesta de sistema ergonómico si reduce las posturas forzadas del grupo A de una empresa minera.

En cuanto al segundo objetivo específico determinar de qué manera la aplicación del sistema ergonómico reduce las posturas forzadas del grupo B de una empresa minera, Arequipa 2021. De acuerdo a los resultados obtenidos del

Grupo B, se pudo mostrar que hubo un nivel de riesgo muy alto en los trastornos musculoesqueléticos de 10.52, la cual existe una fuerza constante en la extremidades forzando los brazos y antebrazos del colaborador realizando trabajos muy prolongados ,que son perjudicial para la persona, por lo que se considera que requiere de una intervención o aplicación ergonómica inmediata, para poder limitar estas dolencias, que afectan constantemente a las personas que no son capacitadas ante alguna actividad por ende ocurre dichas lesiones.

Con respecto a los resultados alcanzados Rodríguez-Ruíz, Pérez-Mergarejo y Barrantes-Pastor (2020) obtuvieron resultados semejantes, destacando que cuando las zonas más afectadas del cuerpo humano, son los brazos por el inadecuado posicionamiento que la persona ejerce en ellos, por la falta de algún plan que evite seguir con estas malas posiciones, es imprescindible la aplicación de una intervención inmediata, siendo un método idóneo de análisis REBA, puesto que, este se caracteriza por permitir la reducción de trastornos en la zona B del cuerpo, con el fin de lograr que un trabajador cumpla de manera correcta con su función.

Del mismo modo, los resultados permitieron afirmar lo obtenido por Ramírez Ortiz (2018) que gracias a su aplicación de programa de prevención de trastornos musculoesqueléticos se llegó a aseverar que cuando el área más afectada resulta siendo la muñeca con un 62% por el incorrecto uso de herramientas y maquinarias, el trabajador puede llegar a manipular los equipos y maquinarias incorrectamente ocasionando una lesión grave, tales como, una dislocación de muñeca o luxación dependiendo de la fuerza con la que este se genere, por lo que, una intervención en la zona B del cuerpo es prioritario ya que sin ello, pueden surgir efectos negativos en los niveles de producción de una empresa. Por ello, se llega a enunciar que se valida la hipótesis específica 2 del estudio, por lo que, se afirmó que la propuesta de sistema ergonómico si reduce las posturas forzadas del grupo B de una empresa minera.

En tal sentido, la presente investigación posee relevancia debido a la contribución que origina al sector minero, puesto que, uno de sus principales problemáticas se encuentra asociada a la prevalencia de lesiones por trastornos musculoesqueléticos, debido a que, los trabajadores de dicho rubro suelen

realizar posturas incorrectas, que ponen en riesgo su salud, dando a denotar el desenfoco de la minería con respecto al manejo de la ergonomía por lo que, con el estudio realizado se pretende demostrar la importancia de la aplicación de un sistema ergonómico, como lo es el participativo, para mejorar la calidad de vida del personal y salvaguardar la integridad de los trabajadores, convirtiendo así esta investigación en un precedente a considerar en empresas afines y estudios futuros que afronten una problemática semejante.

VI. CONCLUSIONES

PRIMERA. Con respecto al objetivo general, se concluyó que mediante la aplicación de la propuesta de sistema ergonómico se redujo la prevalencia de trastornos musculoesqueléticos, debido a que, se estableció un programa de carácter participativo con el cual se logró reducir el nivel de riesgo de contraer lesiones en los trabajadores del área operativa de la empresa minera de 10.21 a 2.97, mediante la implementación de capacitaciones y programas como el de pausas activas.

SEGUNDA. En cuanto al primer específico, se llegó a determinar que la propuesta de sistema ergonómico si llegó a reducir las posturas forzadas del grupo A en la empresa minera, puesto que, se logró disminuir el nivel de riesgo de lesiones de 9.42 a 2.68, debido al fortalecimiento mediante las capacitaciones referentes al manejo de EPP´s continuamente en el área operativa, además del manejo de herramientas de iluminación complementaria para prevenir sobreesfuerzos que conlleven a realizar movimientos peligrosos en el cuello, tronco y piernas.

TERCERA. En cuanto al segundo objetivo específico, se logró reducir las posturas forzadas del grupo B mediante la aplicación de la propuesta del sistema ergonómico en la empresa minera, reduciendo el riesgo de contraer lesiones de 10.52 a 2.84, debido a la implementación de medidas de control de cargas y reorganización de reparto de funciones acorde a las exigencias que poseen por el manejo de fuerza en el brazo, antebrazo y muñecas.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda al jefe de seguridad de la empresa minera, que continúe con la ejecución de capacitaciones afines a la aplicación de un sistema de ergonomía participativa, para implicar a todos los trabajadores del área de operaciones en un trabajo colaborativo donde se fomente la protección de la aplicación de posturas y fuerzas controladas, con las cuales, se pueda prevenir el surgimiento de lesiones que perjudiquen la salud del personal.

Se recomienda al capataz encargado del área operativa subterránea de la empresa minera, que mantenga el nivel de exigencia empleado durante la aplicación del sistema ergonómico propuesto, para que, sea un contribuyente en el control de manejo de Epp's e implementos complementarios, para evitar el surgimiento de incidentes por carencias en los niveles de iluminación e inadecuado manejo de equipos que conllevan a sobreesfuerzos en las piernas, tronco, cuello y visión.

Se recomienda al encargado de recursos humanos de la empresa minera, que tome en consideración la propuesta de control ergonómico de puestos en el área operativa, acorde a las exigencias y áreas de trabajo para evitar que los trabajadores se vean forzados a realizar un excesivo esfuerzo muscular que pueda originar lesiones graves en los trabajadores por el manejo incorrecto de cargas.

REFERENCIAS

- CARMONA CARVAJAL, J., 2019. Estudio ergonómico de operador de pala de extracción minera. *Ergonomía, Investigación y Desarrollo* [en línea], vol. 1, no. 3, pp. 158-173. Disponible en: http://revistasacademicas.udec.cl/index.php/Ergonomia_Investigacion/articloe/view/1384.
- CHANG, J., 2018. The Risk Assessment of Work-related Musculoskeletal Disorders based on OpenSim. *HAL open science* [en línea], Disponible en: <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01969371v2/document/>.
- CONCYTEC, 2019. *Código Nacional de la Integridad Científica* [en línea]. 2019. S.l.: s.n. Disponible en: <https://portal.concytec.gob.pe/images/publicaciones/Codigo-integridad-cientifica.pdf>.
- CÓRDOVA TORRES, A. y DELGADO NAVARRETE, N., 2018. Diseño ergonómico de los puestos ocupacionales para el laboratorio de informática de la carrera de diseño. *Conrado* [en línea], vol. 14, no. 61. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442018000100031.
- DOMÍNGUEZ REYES, T., QUIROZ VARGAS, I., SALGADO BERNABÉ, A., SALGADO GOYTIA, L., MUÑOZ VALLE, J. y PARRA ROJAS, I., 2017. Las medidas antropométricas como indicadores predictivos de riesgo metabólico en una población mexicana. *Nutrición Hospitalaria*, vol. 34, no. 1. DOI <https://dx.doi.org/10.20960/nh.983>.
- ESCALANTE, M., NUÑEZ BOTTINI, M. y IZQUIERDO OJEDA, H., 2018. Evaluación ergonómica en la producción. Caso de estudio: Sector Aluminio, Estado Bolívar. Venezuela. *Actualidad y Nuevas Tendencias* [en línea], vol. VI, no. 21, pp. 73-90. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/2150/215058535006/html/>.
- EXPÓSITO GALLARDO, F. y PÉREZ RODRÍGUEZ, R., 2017. Herramienta de diseño ergonómico para el puesto de trabajo del operador de máquinas agrícolas. *Salud de los trabajadores* [en línea], vol. 25, no. 1, pp. 76-81.

Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/3758/375853771007.pdf>.

FEDERACIÓN ONUBENSE DE EMPRESARIOS, 2017. Factores de levantamiento de cargas. [en línea]. Disponible en: <https://www.foe.es/portal/PRL/Ergonomia/ayuda.asp>.

FERNÁNDEZ GONZÁLEZ, M., FERNÁNDEZ VALENCIA, M., MANSO HUERTA, M.Á., GÓMEZ RODRÍGUEZ, M. P., JIMÉNEZ RECIO, M. C. y COZ DÍAZ, F. del, 2014. Trastornos musculoesqueléticos en personal auxiliar de enfermería del Centro Polivalente de Recursos para Personas Mayores «Mixta» de Gijón - C.P.R.P.M. Mixta. *Gerokomos* [en línea], vol. 25, no. 1, pp. 17-22. ISSN 1134-928X. DOI 10.4321/S1134-928X2014000100005. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1134-928X2014000100005&lng=en&nrm=iso&tlng=en.

GONZALES COMÚN, V., 2017. *Factores de riesgo y aparición de trastornos musculoesqueléticos en trabajadores del área de Geología, Compañía Minera San Ignacio de Morococha, Junín, 2017* [en línea]. S.l.: Universidad Inca Garcilaso de la Vega. Disponible en: http://repositorio.uigv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.11818/2271/TESIS_VIVIANA RUBÍ GONZALES COMÚN.pdf?sequence=2.

GROOTEN, W.J.A. y JOHANSSON, E., 2018. Observational Methods for Assessing Ergonomic Risks for work-related musculoskeletal disorders. A Scoping Review. *Revista Ciencias de la Salud* [en línea], vol. 16, pp. 8. ISSN 2145-4507. DOI 10.12804/revistas.urosario.edu.co/revsalud/a.6840. Disponible en: <https://revistas.urosario.edu.co/index.php/revsalud/article/view/6840>.

GUTIERREZ LLANOS, S., 2019. *Identificación de factores de riesgo ergonómico para la disminución de los trastornos músculo-esqueléticos en el taller de metal mecánica de la empresa Sermeind Fabricaciones Industriales S.A.C, Trujillo 2019* [en línea]. S.l.: Universidad Privada del Norte. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/25285/Tesis-Santos Gutierrez Llanos-Total.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

- HANCCO RAMOS, C., 2019. *Factores de riesgo ergonómico y síntomas de trastornos músculo esqueléticos en trabajadores de Cooperativas Mineras de Ananea - Puno* [en línea]. S.l.: Universidad Nacional del Altiplano. Disponible en: http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/14356/Carlos_Paul_Hancco_Ramos.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- HELLIG, T., MERTENS, A. y BRANDL, C., 2018. The interaction effect of working postures on muscle activity and subjective discomfort during static working postures and its correlation with OWAS. *International Journal of Industrial Ergonomics* [en línea], vol. 68, pp. 25-33. ISSN 01698141. DOI 10.1016/j.ergon.2018.06.006. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0169814117304961>.
- HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, P., 2014. *Metodología de la investigación* [en línea]. 6ta. S.l.: s.n. Disponible en: <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>.
- HERNÁNDEZ, R. y MENDOZA, C., 2018. *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. México: s.n. ISBN 978-1-4562-6096-5.
- HIDALGO, L., 2005. Confiabilidad y Validez en el Contexto de la Investigación y Evaluación Cualitativas. [en línea], Disponible en: <http://www.ucv.ve/uploads/media/Hidalgo2005.pdf>.
- INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO, 2000. *LISTA DE COMPROBACIÓN ERGONÓMICA* [en línea]. 1ra. S.l.: s.n. Disponible en: https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/instructionalmaterial/wcms_345646.pdf.
- INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO, 2001. NTP 601: Evaluación de las condiciones de trabajo: carga postural. Método REBA (Rapid Entire Body Assessment). [en línea]. S.l.: Disponible en: https://www.insst.es/documents/94886/326775/ntp_601.pdf/2989c14f-2280-4eef-9cb7-f195366352ba#:~:text=En esta Nota Técnica se,corporales

relacionados con el trabajo.

INSTITUTO NACIONAL DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL, 2021. Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de equipos con pantallas de visualización. [en línea]. S.I.: Disponible en: <https://www.insst.es/documents/94886/789467/Guía+técnica+para+la+evaluación+y+prevención+de+los+riesgos+relativos+a+la+utilización+de+equipos+con+pantallas+de+visualización.pdf>.

JHONSTON, E., OSPINA-SALINAS, E., MENDOZA-CARRIÓN, A., RONCALRAMÍREZ, A., BRAVOCARRIÓN, V. y ARAUJO-CASTILLO, R., 2018. Enfermedades registradas por contingencia laboral en descansos médicos emitidos en la Seguridad Social de Salud peruana 2015-2016. *Acta Med Peru*, vol. 35, no. 2, pp. 116-120.

LA MADRID GUANILO, M. y ARROYO FLORES, J., 2019. *Implementación de un programa ergonómico para disminuir los riesgos asociados a trastornos musculoesqueléticos en la empresa constructora sga s.r.l., 2018*. [en línea]. S.I.: Universidad Nacional de Trujillo. Disponible en: <https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/11224>.

LITARDO VELÁSQUEZ, C., DÍAS CABALLERO, J. y PERERO ESPINOZA, G., 2019. La ergonomía en la prevención de problemas de salud en los trabajadores y su impacto social. *Revista Cubana de Ingeniería*, vol. X, no. 2, pp. 3-15.

MAHMOOD, S., HARDAN, M.N., SAMAT, M.K., JIRAN, N.S. y SHAARI, M.F., 2019. ERGONOMIC POSTURE ASSESSMENT OF BUTCHERS: A SMALL ENTERPRISE STUDY IN MALAYSIA FOOD INDUSTRY. *Jurnal Teknologi* [en línea], vol. 81, no. 6. ISSN 2180-3722. DOI 10.11113/jt.v81.13615. Disponible en: <https://journals.utm.my/index.php/jurnalteknologi/article/view/13615>.

MEJIAS HERRERA, S., 2018. Las herramientas de intervención ergonómica: consideraciones conceptuales y experiencias prácticas en Cuba y Brazil. *Ingeniería industrial* [en línea], vol. 39, no. 1. Disponible en:

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59362018000100002.

MTPE, 2021. Boletín estadístico: Notificaciones de accidentes de trabajo, incidentes peligrosos y enfermedades ocupacionales. [en línea]. S.I.: Disponible en: <https://www2.trabajo.gob.pe/estadisticas/estadisticas-accidentes-de-trabajo/>.

ÑAUPAS, H., VALDIVIA, M., PALACIOS, J. y ROMERO, H., 2018. *Metodología de la investigación Cuantitativa - Cualitativa y Redacción de la Tesis*. 5. S.I.: s.n.

OKELLO, A., WAFULA, S.T., SEKIMPI, D.K. y MUGAMBE, R.K., 2020. Prevalence and predictors of work-related musculoskeletal disorders among workers of a gold mine in south Kivu, Democratic Republic of Congo. *BMC Musculoskeletal Disorders* [en línea], vol. 21, no. 1, pp. 797. ISSN 1471-2474. DOI 10.1186/s12891-020-03828-8. Disponible en: <https://bmcmusculoskeletdisord.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12891-020-03828-8>.

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, 2021. Trastornos musculoesqueléticos. [en línea]. S.I.: Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/musculoskeletal-conditions>.

QUISHPE PAUCAR, C., 2019. *Trastornos musculo esqueléticos relacionados con actividades de minería subterránea* [en línea]. S.I.: Universidad Internacional SEK. Disponible en: [https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/3699/1/TRASTORNOS MUSCULOESQUELETICOS RELACIONADOS A MINERIA SUBTERRANEA.pdf](https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/3699/1/TRASTORNOS%20MUSCULOESQUELETICOS%20RELACIONADOS%20A%20MINERIA%20SUBTERRANEA.pdf).

RAMIREZ-POZO, E. y MONTALVO LUNA, M., 2019. Frecuencia de trastornos musculoesqueléticos en los trabajadores de una refinería de Lima, 2017. *Anales de la Facultad de Medicina*, vol. 80, no. 3, pp. 337-341. DOI <http://dx.doi.org/10.15381/anales.803.16857>.

RAMÍREZ ORTIZ, N., 2018. *Programa de prevención de desordenes*

musculoesqueléticos en actividades que involucran el uso de herramientas manuales en los trabajadores de la mina Buenos Aires ubicada en el municipio Bochalema [en línea]. S.l.: Universidad Libre Seccional Cúcuta. Disponible en: https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/18749/2-PAPER_NELSON_ALFONSO_RAMIREZ_ORTIZ.pdf?sequence=4&isAllowed=y.

RAMÍREZ POZO, E., 2021. *Factores de riesgo ergonómico que influyen en los trastornos musculoesqueléticos en trabajadores de una refinera en Lima - Perú 2017* [en línea]. S.l.: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Disponible en: https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/16813/Ramirez_pe.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

RODRÍGUEZ-RUIZ, Y., PÉREZ-MERGAREJO, E. y BARRANTES-PASTOR, W.A., 2020. Procedure for the prevention of musculoskeletal disorders: application in underground mining works. *Duazary* [en línea], vol. 17, no. 3, pp. 54-69. ISSN 2389-783X. DOI 10.21676/2389783X.3322. Disponible en: <http://revistas.unimagdalena.edu.co/index.php/duazary/article/view/3322>.

RODRÍGUEZ RUIZ, Y., PÉREZ MERGAREJO, E. y BARRANTES PASTOR, W., 2019. Evaluación de la exposición a factores de riesgo de desórdenes musculoesqueléticos de tareas de minería subterránea. *Scientia et Technica*, vol. 24, no. 2, pp. 256-263. DOI <https://doi.org/10.22517/23447214.20061>.

SÁNCHEZ ROSERO, C., ROSERO MANTILLA, C., GALLEGUILLOS POZO, R. y PORTERO, E., 2017. Evaluación de los factores de Riesgos Músculo-Esqueléticos en Área de Montaje de Calzado. *Revista Ciencia Unemi* [en línea], vol. 10, no. 22, pp. 69-80. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/5826/582661263007/html/>.

SHEZI, B., STREET, R.A., MATHEE, A., CELE, N., NDABANDABA, S. y NAIDOO, R.N., 2021. Ergonomic Risk Assessment during an Informal Hand-Made Cookware Operation: Extending an Existing Model. *International Journal of Environmental Research and Public Health* [en línea], vol. 18, no. 18, pp. 9459. ISSN 1660-4601. DOI 10.3390/ijerph18189459. Disponible en:

<https://www.mdpi.com/1660-4601/18/18/9459>.

SILVA GARCIA, M., 2017. *Análise Ergonomica do trabalho: Um estudo sobre o posto de trabalho de um almoxarife em uma mineradora no centro-oeste mineiro* [en línea]. S.l.: Centro Universitário de Formiga. Disponible en: https://bibliotecadigital.uniformg.edu.br:21015/jspui/bitstream/123456789/610/1/TCC_MarcosViniciusSilvaGarcia.pdf.

VARA, A., 2012. Desde La Idea hasta la sustentación: Siete pasos para una tesis exitosa. Un método efectivo para las ciencias empresariales. *Universidad San Martín de Porres*,

WIDANA, I., SUMETRI, N.W. y KETUT SUTAPA, I., 2018. Ergonomic Work Station Design to Improve Workload Quality and Productivity of the Craffsmen. *Journal of Physics: Conference Series* [en línea], vol. 953, pp. 012091. ISSN 1742-6588. DOI 10.1088/1742-6596/953/1/012091. Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/953/1/012091>.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de Operacionalización

Variable Independiente	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Fórmula	Escala
Sistema Ergonómico	Se determina como un sistema integral combinado por dos componentes tales como: hombre y el medio ambiente, examinando los componentes que participan en la relación hombre-maquina, afectados por el medio ambiente (Von,2017).	Para la medición del sistema ergonómico, se consideró el estudio de las dimensiones de los aspectos biológicos, el aspecto motor y el aspecto técnico, lo cual, se midió mediante la observación directa y el análisis documental.	Aspectos Biológicos	• Actividad física general	$Puntaje = \frac{\sum Puntaje\ obtenido}{Puntaje\ total} * 100$	Razón
				• Manipulación manual de cargas		
				• Diseño del lugar		
				• Posturas de trabajo		
				• Organización del tiempo de trabajo		
			Aspecto Motor	• Dispositivos de visualización	$Puntaje = \frac{\sum Puntaje\ obtenido}{Puntaje\ total} * 100$	Razón
				• Controles		
			Aspectos Técnicos	• Maquinaria	$Puntaje = \frac{\sum Puntaje\ obtenido}{Puntaje\ total} * 100$	Razón
				• Herramientas o implementos pequeños		

Variable Dependiente	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Fórmula	Escala
TRANSTORNOS MUSCULO-ESQUELETICOS	Los trastornos musculoesqueléticos, asociados con la ocupación laboral, son un trauma de ligamentos, cartílagos, huesos, tendones, articulaciones, nervios, músculos, vasos sanguíneos de cuello, piernas, huesos, brazos y cabeza que se originan por las faenas laborales como jalar, levantar	Los trastornos musculoesqueléticos, se analizarán mediante el método REBA en el estudio de las posturas forzadas ubicadas tanto en el grupo A como en el grupo B, mediante la observación directa y el análisis documental.	Evaluación del grupo A (Tronco, Cuello y Piernas)	• Seguridad en el trabajo		
				• Posturas del cuerpo	$Puntuación = \sum Puntaje\ posturas\ del\ cuerpo$	Razón
				• Carga o fuerza	$Puntuación = \sum Puntaje\ carga\ o\ fuerza$	
• Tipo de actividad muscular	$Puntuación = \sum Puntaje\ tipo\ de\ actividad\ muscular$					

	<p>o empujar cosas, por lo que, la sintomatología logra concentrar, adormecimiento, dolor, cosquilleo, hinchazón y rigidez (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2001).</p>		<p>Evaluación del grupo B (Brazo, Antebrazo y Muñeca)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Posturas del cuerpo 	$Puntuación = \sum Puntaje\ posturas\ del\ cuerpo$	<p>Razón</p>
	<ul style="list-style-type: none"> • Calidad de agarre 	$Puntuación = \sum Puntaje\ calidad\ de\ agarre$				
	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo de actividad muscular 	$Puntuación = \sum Puntaje\ tipo\ de\ actividad\ muscular$				

Anexo 2. Instrumentos

FICHA DE OBSERVACION
OBSERVADORA: López Pilco Rosa Stephanie



	0	1	2	3	4	5	Observaciones
ASPECTOS BIOLOGICOS							
<i>Actividad Física General</i>							
El trabajador mantiene un ritmo preestablecido							
El trabajo implica frecuentes movimientos repetitivos							
Exigencia cardiorrespiratoria del trabajo: Sedentario, Ligero, Moderado, Extremadamente Pesado							
El trabajo exige aplicar una gran fuerza muscular							
El trabajo (Empuñar herramientas, manejo de un volante, de un pedal de freno, entre otros) es predominantemente estático							
El trabajo exige, una posición fija (Sentado o de pie)							
<i>Manipulación Manual de Cargas</i>							
Tipo de trabajo: Empujar, tirar, levantar, bajar, transportar (Especificar sitio de repetición)							
Peso de la carga (kg): 5-10, 10-20, 20-30, 30-40, >40							
Altura a la que el sujeto carga A nivel del: Suelo, Rodilla, Cintura, Pecho, Hombros.							
La tarea puede modificarse la carga que se debe manipular							
Los trabajadores no adoptan métodos seguros para la manipulación de cargas							
Las ayudas mecánicas pueden reducir el sobreesfuerzo							
<i>Diseño del Lugar</i>							
La estancia del trabajo esta a fuera del alcance normal en el plano horizontal o vertical (>60 cm)							
La altura del plano de trabajo es fija o escasamente regulable							
No hay espacio para operaciones secundarias (inspección, mantenimiento)							
El puesto de trabajo tiene obstáculos, salientes o bordes pronunciados							
La superficie de trabajo o el suelo son resbaladizos, irregulares o inestables							
Ausencia de mecanismos amortiguadores de las vibraciones							
No hay espacio para colocar las herramientas							
Los puntos de apoyo de pies y manos exigen posturas forzadas de las extremidades							
Uso de guantes o calzado que limiten para trabajar y manejar los controles de los equipos							
<i>Posturas de Trabajo</i>							
Trabajo con los brazos levantados por encima del hombro y/o separados del cuerpo							
Hiperextensión de la muñeca y demanda de mucha fuerza							
El cuello y los hombros no forman un ángulo de unos 15°							
Espalda inclinada y girada							
Las caderas y las piernas no tienen un buen apoyo cuando se encuentran laborando en altura							
Movimiento asimétrico del cuerpo solo hacia un lado							
<i>Organización del Tiempo de Trabajo</i>							

FICHA DE OBSERVACION
OBSERVADORA: López Pilco Rosa Stephanie



El trabajo se realiza de noche									
El trabajo implica realizar horas extras									
Las tareas pesadas están desigualmente distribuidas durante los turnos									
El personal trabaja a un ritmo o con un límite de tiempo predeterminado									
No se han incorporado medidas contra la fatiga o sistemas de pausas suficientes									
ASPECTO MOTOR									
<i>Dispositivos de Visualización</i>									
Posición forzada de la cabeza/ ojos respecto a la línea de visión									
<i>Controles</i>									
La posición de controles de pies y de manos es incomoda									
Los controles o herramientas no están accesibles									
Las dimensiones de los controles no se ajustan a la parte del cuerpo que los maneja									
Es necesario realizar mucha fuerza para activar los controles									
Los controles requieren gran precisión y velocidad									
Los controles no tienen la forma adecuada para un buen agarre									
Los controles no tienen los colores o símbolos tipificados para su identificación									
Los controles provocan sensación desagradable (Calor, frío, vibración)									
Las operaciones con los dispositivos de control se hacen en secuencia, sin que haya tiempo suficiente para completar la operación (sobrecarga sensorial)									
ASPECTOS TECNICOS									
<i>Maquinaria</i>									
La máquina es inestable durante el funcionamiento									
Los mecanismos operativos entorpecen los movimientos del cuerpo en el puesto de trabajo									
Riesgo de accidentes debido de la falta de protección a la maquina									
<i>Herramientas o Implementos Pequeños</i>									
La herramienta o instrumento no tiene asa o correa para transportarla									
La herramienta no puede utilizarse con ambas manos indistintamente									
<i>Seguridad en el Trabajo</i>									
El contacto directo o indirecto de partes del cuerpo con la maquina pueden ser peligrosos									

FICHA DE OBSERVACION
OBSERVADORA: López Pilco Rosa Stephanie



MÉTODO REBA – GRUPO A

Puesto De Trabajo	Inclinar La Espalda /Tronco Hacia Atrás	Inclinar La Espalda/Tronco Hacia Un Lado O Ambos	Girar La Espalda/Tronco	Sobre Esfuerzo De Piernas	Inclinar Piernas
Soldadura					
Esmeril					
Pico					
Lampa					
Excavación					
Explosivos					
Peón					
Extracción					
Perforación					
Scoop					
Damper					
Cargador Frontal					
Camión					
Capataz					
Cortadora					

FICHA DE OBSERVACION
OBSERVADORA: López Pilco Rosa Stephanie



MÉTODO REBA – GRUPO B

Puestos De Trabajo	Los Brazos Por Encima De La Cabeza	Una O Las Dos Muñecas Dobladas Hacia Arriba O Hacia Abajo, Hacia Los Lados O Giradas	Giro De Antebrazo Hacia Los Lados, Hacia Arriba, Hacia Abajo
Soldadura			
Esmeril			
Pico			
Lampa			
Excavación			
Explosivos			
Peón			
Extracción			
Perforación			
Scoop			
Damper			
Cargador Frontal			
Camión			
Capataz			
Cortadora			

Anexo 3. Juicio de expertos



Certificado de validez de contenido del instrumento que mide el Sistema Ergonómico

Variable Independiente: Sistema Ergonómico

N°	DIMENSIONES	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	
	DIMENSIÓN 1: Aspectos Biológicos							
1	Actividad física general $Puntaje = \frac{\sum Puntaje\ obtenido}{Puntaje\ total} * 100$	X		X		X		
2	Manipulación manual de cargas $Puntaje = \frac{\sum Puntaje\ obtenido}{Puntaje\ total} * 100$	X		X		X		
3	Diseño del lugar $Puntaje = \frac{\sum Puntaje\ obtenido}{Puntaje\ total} * 100$	X		X		X		
4	Posturas de trabajo $Puntaje = \frac{\sum Puntaje\ obtenido}{Puntaje\ total} * 100$	X		X		X		
5	Organización del tiempo de trabajo $Puntaje = \frac{\sum Puntaje\ obtenido}{Puntaje\ total} * 100$	X		X		X		
	DIMENSIÓN 2: Aspecto Motor							
1	Dispositivos de visualización $Puntaje = \frac{\sum Puntaje\ obtenido}{Puntaje\ total} * 100$	X		X		X		
2	Controles $Puntaje = \frac{\sum Puntaje\ obtenido}{Puntaje\ total} * 100$	X		X		X		



	DIMENSIÓN 3: Aspectos Técnicos	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
1	Maquinaria $Puntaje = \frac{\sum Puntaje\ obtenido}{Puntaje\ total} * 100$	X		X		X		
2	Herramientas o implementos pequeños $Puntaje = \frac{\sum Puntaje\ obtenido}{Puntaje\ total} * 100$	X		X		X		
3	Seguridad en el trabajo $Puntaje = \frac{\sum Puntaje\ obtenido}{Puntaje\ total} * 100$	X		X		X		

Observaciones: HAY SUFICIENCIA

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable** [X] **Aplicable después de corregir** [] **No aplicable** []

Apellidos y nombres del juez validador: **Mg. Montoya Cárdenas, Gustavo Adolfo**

DNI: 07500140

Especialidad del validador. **Ingeniero Industrial**

¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

04 de noviembre del 2021



GUSTAVO ADOLFO
MONTAYA CÁRDENAS
INGENIERO INDUSTRIAL
Reg. CIP N° 14485

Firma del Experto Informante.

Especialidad



Certificado de validez de contenido del instrumento que mide Trastornos Musculo-esqueléticos

Variable Independiente: Sistema Ergonómico

N°	DIMENSIONES	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	
	DIMENSIÓN 1: Evaluación del Grupo A	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
1	Posturas del cuerpo $Puntuación = \sum Puntaje\ posturas\ del\ cuerpo$	X		X		X		
2	Carga o fuerza $Puntuación = \sum Puntaje\ carga\ o\ fuerza$	X		X		X		
3	Tipo de actividad muscular $Puntuación = \sum Puntaje\ tipo\ de\ actividad\ muscular$	X		X		X		
	DIMENSIÓN 2: Evaluación del Grupo A	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
1	Posturas del cuerpo $Puntuación = \sum Puntaje\ posturas\ del\ cuerpo$	X		X		X		
2	Calidad de agarre $Puntuación = \sum Puntaje\ calidad\ de\ agarre$	X		X		X		
3	Tipo de actividad muscular $Puntuación = \sum Puntaje\ tipo\ de\ actividad\ muscular$	X		X		X		

Observaciones: HAY SUFICIENCIA

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] Aplicable después de corregir [] No aplicable []



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Apellidos y nombres del juez validador: Mg. Montoya Cárdenas, Gustavo Adolfo

DNI: 07500140

Especialidad del validador. Ingeniero Industrial

¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

04 de noviembre del 2021

GUSTAVO ADOLFO
MONTAYA CÁRDENAS
INGENIERO INDUSTRIAL
RUC. DNI N° 144236

Firma del Experto Informante.

Especialidad



Certificado de validez de contenido del instrumento que mide el Sistema Ergonómico

Variable Independiente: Sistema Ergonómico

N°	DIMENSIONES	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	
DIMENSIÓN 1: Aspectos Biológicos								
1	Actividad física general $Puntaje = \frac{\sum Puntaje\ obtenido}{Puntaje\ total} * 100$	x		x		x		
2	Manipulación manual de cargas $Puntaje = \frac{\sum Puntaje\ obtenido}{Puntaje\ total} * 100$	x		x		x		
3	Diseño del lugar $Puntaje = \frac{\sum Puntaje\ obtenido}{Puntaje\ total} * 100$	x		x		x		
4	Posturas de trabajo $Puntaje = \frac{\sum Puntaje\ obtenido}{Puntaje\ total} * 100$	x		x		x		
5	Organización del tiempo de trabajo $Puntaje = \frac{\sum Puntaje\ obtenido}{Puntaje\ total} * 100$	x		x		x		
DIMENSIÓN 2: Aspecto Motor								
1	Dispositivos de visualización $Puntaje = \frac{\sum Puntaje\ obtenido}{Puntaje\ total} * 100$	x		x		x		
2	Controles $Puntaje = \frac{\sum Puntaje\ obtenido}{Puntaje\ total} * 100$	x		x		x		



DIMENSIÓN 3: Aspectos Técnicos		SI	NO	SI	NO	SI	NO	
1	Maquinaria $Puntaje = \frac{\sum Puntaje\ obtenido}{Puntaje\ total} * 100$	x		x		x		
2	Herramientas o implementos pequeños $Puntaje = \frac{\sum Puntaje\ obtenido}{Puntaje\ total} * 100$	x		x		x		
3	Seguridad en el trabajo $Puntaje = \frac{\sum Puntaje\ obtenido}{Puntaje\ total} * 100$	x		x		x		

Observaciones: _____

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable** [x] **Aplicable después de corregir** [] **No aplicable** []

Apellidos y nombres del juez validador: **PAZ CAMPAÑA AUGUSTO EDWARD**

DNI: **07945812** N° Colegiatura: **198030**

Especialidad del validador.

¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

...05. de Noviembre del 2 022

Firma del Experto Informante.

Especialidad



Certificado de validez de contenido del instrumento que mide Trastornos Musculo-esqueléticos

Variable Independiente: Sistema Ergonómico

N°	DIMENSIONES	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	
	DIMENSIÓN 1: Evaluación del Grupo A	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
1	Posturas del cuerpo $Puntuación = \sum Puntaje\ posturas\ del\ cuerpo$	X		X		X		
2	Carga o fuerza $Puntuación = \sum Puntaje\ carga\ o\ fuerza$	X		X		X		
3	Tipo de actividad muscular $Puntuación = \sum Puntaje\ tipo\ de\ actividad\ muscular$	X		X		X		
	DIMENSIÓN 2: Evaluación del Grupo A	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
1	Posturas del cuerpo $Puntuación = \sum Puntaje\ posturas\ del\ cuerpo$	X		X		X		
2	Calidad de agarre $Puntuación = \sum Puntaje\ calidad\ de\ agarre$	X		X		X		
3	Tipo de actividad muscular $Puntuación = \sum Puntaje\ tipo\ de\ actividad\ muscular$	X		X		X		

Observaciones: HAY SUFICIENCIA

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] Aplicable después de corregir [] No aplicable []



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Apellidos y nombres del juez validador: PAZ CAMPAÑA AUGUSTO EDWARD

DNI: 07945812 **N° Colegiatura:** 198030

Especialidad del validador.

¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

...05. de Noviembre del 2 022

Firma del Experto Informante.

Especialidad



Certificado de validez de contenido del instrumento que mide el Sistema Ergonómico

Variable Independiente: Sistema Ergonómico

N°	DIMENSIONES	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	
DIMENSIÓN 1: Aspectos Biológicos								
1	Actividad física general $Puntaje = \frac{\sum Puntaje\ obtenido}{Puntaje\ total} * 100$	X		X		X		
2	Manipulación manual de cargas $Puntaje = \frac{\sum Puntaje\ obtenido}{Puntaje\ total} * 100$	X		X		X		
3	Diseño del lugar $Puntaje = \frac{\sum Puntaje\ obtenido}{Puntaje\ total} * 100$	X		X		X		
4	Posturas de trabajo $Puntaje = \frac{\sum Puntaje\ obtenido}{Puntaje\ total} * 100$	X		X		X		
5	Organización del tiempo de trabajo $Puntaje = \frac{\sum Puntaje\ obtenido}{Puntaje\ total} * 100$	X		X		X		
DIMENSIÓN 2: Aspecto Motor								
1	Dispositivos de visualización $Puntaje = \frac{\sum Puntaje\ obtenido}{Puntaje\ total} * 100$	X		X		X		
2	Controles $Puntaje = \frac{\sum Puntaje\ obtenido}{Puntaje\ total} * 100$	X		X		X		



DIMENSIÓN 3: Aspectos Técnicos		SI	NO	SI	NO	SI	NO	
1	Maquinaria $Puntaje = \frac{\sum Puntaje\ obtenido}{Puntaje\ total} * 100$	X		X		X		
2	Herramientas o implementos pequeños $Puntaje = \frac{\sum Puntaje\ obtenido}{Puntaje\ total} * 100$	X		X		X		
3	Seguridad en el trabajo $Puntaje = \frac{\sum Puntaje\ obtenido}{Puntaje\ total} * 100$	X		X		X		

Observaciones: HAY SUFICIENCIA

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable** [X] **Aplicable después de corregir** [] **No aplicable** []

Apellidos y nombres del juez validador: **Mg. Sunohara Ramirez, Percy Sixto**

DNI: 40608759

Especialidad del validador. **MSc. Dirección de TI, Ingeniero Industrial**

- ¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
- ²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
- ³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

04 de noviembre del 2021

Firma del Experto Informante.
Especialidad



Certificado de validez de contenido del instrumento que mide Trastornos Musculo-esqueléticos

Variable Independiente: Sistema Ergonómico

N°	DIMENSIONES	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	
	DIMENSIÓN 1: Evaluación del Grupo A	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
1	Posturas del cuerpo $Puntuación = \sum Puntaje\ posturas\ del\ cuerpo$	X		X		X		
2	Carga o fuerza $Puntuación = \sum Puntaje\ carga\ o\ fuerza$	X		X		X		
3	Tipo de actividad muscular $Puntuación = \sum Puntaje\ tipo\ de\ actividad\ muscular$	X		X		X		
	DIMENSIÓN 2: Evaluación del Grupo A	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
1	Posturas del cuerpo $Puntuación = \sum Puntaje\ posturas\ del\ cuerpo$	X		X		X		
2	Calidad de agarre $Puntuación = \sum Puntaje\ calidad\ de\ agarre$	X		X		X		
3	Tipo de actividad muscular $Puntuación = \sum Puntaje\ tipo\ de\ actividad\ muscular$	X		X		X		

Observaciones: HAY SUFICIENCIA

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] Aplicable después de corregir [] No aplicable []



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Apellidos y nombres del juez validador: Mg. Sunohara Ramírez, Percy Sixto

DNI: 40608759

Especialidad del validador. MSc. Dirección de TI, Ingeniero Industrial

¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

04 de noviembre del 2021

**Firma del Experto Informante.
Especialidad**

Anexo 4. Carta de autorización



Arequipa, 11 Octubre del 2021

ASUNTO:

Autorización para ejecución de tesis en nuestras instalaciones

Srta. López Pilco, Rosa Stephanie

Presente.-

Por medio de la presente, yo Melquiades Ala Ccahua, en mi calidad de gerente general de la empresa Minera Cambio S.A. autorizo que la Srta. López Pilco, Rosa Stephanie pueda realizar su proyecto de tesis con el título **“Propuesta de sistema ergonómico para reducir los trastornos musculoesqueléticos de una empresa minera, Arequipa 2021”** en nuestras instalaciones, para tal caso se le brindará la información que se considere pertinente para fines de la investigación respetando los acuerdos de confidencialidad establecidos.

MINERA CAMBIO S.A.

Saludos.

ATENTAMENTE


Melquiades Ala Ccahua
GERENTE GENERAL
Minera Cambio S.A.

Anexo 5. Base de datos de contraste

Grupo-A Pre-Test	Grupo B Pre-Test	Grupo-A Post-Test	Grupo-B Post-Test	Trastornos Musculo-Esqueléticos Pre-Test	Trastornos Musculo-Esqueléticos Post-Test
2	7	2	1	5	2
7	9	1	1	8	1
8	12	1	2	10	2
4	14	5	2	9	4
3	15	5	2	9	4
1	11	2	2	6	2
9	10	3	2	10	3
8	9	3	3	9	3
11	9	2	2	10	2
15	8	2	4	12	3
10	7	1	3	9	2
5	4	3	3	5	3
7	1	4	1	4	3
8	15	5	3	12	4
8	13	1	4	11	3
9	14	1	5	12	3
1	12	5	6	7	6
10	12	3	6	11	5
6	10	3	2	8	3
5	8	4	3	7	4
9	9	4	5	9	5
9	14	6	3	12	5
3	15	5	3	9	4
2	13	2	4	8	3
11	8	3	5	10	4
15	9	3	5	12	4
12	12	2	5	12	4
13	14	4	2	14	3
13	15	1	3	14	2
12	12	4	3	12	4
11	11	5	1	11	3
10	10	1	2	10	2
8	9	4	1	9	3
8	9	4	1	9	3
6	8	4	1	7	3
4	6	5	2	5	4
10	7	1	3	9	2
12	8	1	4	10	3
12	10	3	2	11	3
15	11	1	3	13	2

9	10	2	1	10	2
7	12	4	2	10	3
1	13	4	2	7	3
3	15	3	4	9	4
8	8	3	6	8	5
11	7	5	6	9	6
15	6	5	5	11	5
14	9	2	4	12	3
14	10	2	2	12	2
10	14	1	3	12	2
11	13	2	4	12	3
14	15	3	4	15	4
15	15	1	2	15	2
15	12	3	2	14	3
12	11	3	3	12	3
10	11	1	3	11	2
9	10	2	2	10	2
8	9	4	1	9	3
7	9	3	1	8	2
6	8	3	2	7	3
8	10	2	2	9	2
8	11	6	2	10	4
10	15	6	2	13	4
12	15	2	2	14	2
15	13	2	4	14	3
10	8	1	3	9	2
8	9	1	4	9	3
9	10	3	4	10	4
4	10	3	5	7	4
11	12	3	2	12	3
14	11	2	2	13	2
15	15	2	2	15	2
15	15	5	3	15	4
8	15	5	5	12	5
10	12	3	6	11	5
12	10	2	6	11	4
9	7	1	1	8	1
13	6	1	1	10	1
15	13	3	1	14	2
1	4	3	1	3	2
11	15	1	1	13	1
9	12	1	1	11	1
8	9	1	2	9	2
9	9	1	3	9	2
7	8	2	2	8	2

10	7	2	2	9	2
15	7	2	2	11	2
12	10	1	3	11	2
9	11	2	5	10	4
12	10	1	3	11	2
13	9	1	3	11	2
14	13	1	2	14	2

Anexo 6. Evidencia de capacitaciones

Registro de Capacitación

Tema: Sistema ergonómico

Objetivo: Determinar la manera en que la propiedad del sistema ergonómico reduce los trastornos musculoesqueléticos en una empresa minera, Atrequipa 2021

Fecha: 15.05.2021

Hora inicio: 8:00 AM Hora fin: 8:30 AM Duración: 30 Min

RECURSOS	
<input checked="" type="checkbox"/> VIDEOS	<input type="checkbox"/> PRESENTACIÓN
<input type="checkbox"/> PIZARRA	<input type="checkbox"/> PAPELÓGRAFOS
<input type="checkbox"/> PROYECTOR DATA	<input type="checkbox"/> DÍPTICOS / TRIPTICOS
<input checked="" type="checkbox"/> EXPOSICIÓN	<input checked="" type="checkbox"/> EXÁMENES

PARTICIPANTES				
N°	APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	CARGO	FIRMA
1	Huanco Huanco Yosselin M.	72172674	Ing. Mina	
2	Torres Cepiro Julius	29508240	Asis. Mina	
3	Ayala Ayala Danny Daniel	71433110	Soldaduro	
4	Caceres Carbajal Christopher	46815217	Pico	
5	Zamata Mezakiaw	72933657	Lampa	
6	Peño Pasi Leslie	76129486	Ing. Geologa	
7	Johanny Apaza Perez	76546907	ASIST. Geologa	
8	Juan Carlos Loses, Mónica	437990713	Enfermera	
9	LOURDES VENERO F.	70937855	Lampa	
10	MAMANI ROMERO MARGARITA	29612789	Enfermera	
11	Taco Manrique, Juaniella	73094262	Enfermera	
12	Ulaquiza Londo, Juan M	42816097	Pico	
13	Santoval Sanchez Celeste	72417121	Doctora	
14	Quispe Morante, Mónica	40835127	Jefa RRHH	
15	Huanani Gutierrez Juan	44993141	Pico	
16	Johany W. Sano Flores	42380175	Perforacion	
17	Brigida Torres Roque	45819582	ASIS. RRHH	
18	Namoca Quispe Oscar Anthony	75227321	Perforacion	

19	Mamani Cruz Alfredo	41258126	Extracción	
20	Cayllalwa Huamani Luis A.	70891362	Scoop	
21	Taquna Coti Juan Alfredo	74038225	Scoop	
22	Esthela Espinoza Fausto Danilo	40049268	RRHH	
23	Echigua Luna Jesús	40006196	Dampex	
24	Joreli Lopez Ayta	73641376	Dampex	
25	Quispe Laguna Rosmary	45885532	Asistente Social	
26	Canzaya Diego Abraham	70764932	Contador	
27	Sixto Cardenas Danilo	28232744	Contador	
28	Tapia Medina Daniel	29552591	Camión	
29	Vladimir Guillermo A.	29697894	Camión	
30	Leandro Terán Eduardo	72813041	conductor montec	
31	José Huayacho Lupinto	48348147	Explosion	
32	Aguiar Lopez Erickson	44008800	Explosion	
33	Gerardo Paz Maverick	75066751	Explosion	
34	Mamani Vilalberto	4610556	Esmeril	
35	Rojas Silva Victor	76644048	Esmeril	
36	Castiblanco Pizarro Froy	41980539	Soldador	
37	Silva Juan	29666402	Soldador	
38	Alfaro Corrao Condori	47995315	l.	
39	Hancco Quipe Enzo Anthony	75227331	lampo	
40	Vico Oscar Tacbero	75107522	lampo	
41	Gustavo Caceres Daniel	71589187	scoop	
42	Avila Ayala Danny Daniel	71433110	explosivos	
43	Sandoval Johnny Luis	4208275	Explosivos	
44	Mamani Hermano Koresa	44187372	Soldador	
45	Kevin Sinciser Guller	72174115	peon	

46	Chyan Del Pino Loh	45232096	Peon	
47	Alexander Bautista Martins	75965020	Peon	
48	Arnold Ayra Callate	74300102	Peon	
49	Arxius Maqro Joss	7148629	Peon	
50	Velazquez Leonis Isael	46583897	Peon	
51	Chiquitiqui Adeluis Pulis	42908970	Peon	
52	Chiquitiqui Achobanaca Anibal	76502485	Peon	
53	Miriam Cardenas Kelvin	77078416	Peon	
54	Florencia Hernandez A.	75176254	Peon	
55	Mirquez Sabs Dayra	46590004	Peon	
56	Luzaida Ojeda Luust	47248515	Peon	
57	De la Gala Flores Manuel	42235191	Peon	
58	Merendez Resillo Uébo	42013004	Peon	
59	Chiquitiqui Toledo Juan	42129198	Peon	
60	Angulo Castiello Wilson	00799076	Peon	
61	Edson Mamoni Fernandez	72471345	Peon	
62	Melissa Thais Mendosa M	72967234	Peon	
63	Mamen Fernandez Franklin Norma	41724405	Peon	
64	Brian Cucham Conza	70716477	Peon	
65	Doriana Cucham Conza	47422123	Peon	
66	Rodriguez Coaquira Manuel	75706178	Peon	
67	Rodriguez Bernal Manuel	30841426	capataz	
68	Nina Pari Jheyson F.	73814589	capataz	
69	Nina Cuayla Cristobal	04430129	capataz	
70	Pitico Caspio Esteban	46125791	capataz	
71	Lopez Alexena Zetam Jose	29566191	capataz	
72	Alegandri Rodriguez	30841524	capataz	

73	Maria Rodriguez Longoria	45204177	capitaz	<i>[Signature]</i>
74	Dance Rio Alex	04407569	scoop	<i>[Signature]</i>
75	Buñerrez Ouyte Kaucete	40489390	scoop	<i>[Signature]</i>
76	Bedoya Contreras Oscar	44142203	scoop	<i>[Signature]</i>
77	Villafuerte Bellido Robert	48880036	lampo	<i>[Signature]</i>
78	Flores Miranda Willow A.	44121761	lampo	<i>[Signature]</i>
79	Mascara Anco Manuel J.	45832171	lampo	<i>[Signature]</i>
80	Refarazo Madanaga Eddy E.	40071654	lampo	<i>[Signature]</i>
81	Santos Ouyte Raul	4460990	lampo	<i>[Signature]</i>
82	Ancala Sauma Jabor	47913273	pico	<i>[Signature]</i>
83	Fernandez Flores Alex	45291342	Pico	<i>[Signature]</i>
84	Buzman Mendoza Remigo	43408573	Pico	<i>[Signature]</i>
85	Paolo Garcia Vasquez	45023132	Pico	<i>[Signature]</i>
86	VIZCARRA Queda JAIME	29573879	Soldaduria	<i>[Signature]</i>
87	Cadion Canazza BRIAN	70946954	Soldaduria	<i>[Signature]</i>
88	Miraya Romero Cesar Argota	41273770	Soldaduria	<i>[Signature]</i>
89	Eduar Sobi Vianeta	43348925	Perforista	<i>[Signature]</i>
90	Remigio Guzman Mendoza	49105575	Perforista	<i>[Signature]</i>
91	Salobran Zuniga Gen	73100810	Perforista	<i>[Signature]</i>
92	Lopez Garcia Camila	42105794	Perforista	<i>[Signature]</i>
93				
94				
95				
CAPACITADOR(ES)				
N°	APELLIDOS Y NOMBRES	EMPRESA	DNI/RUC	FIRMA
1				



Melquiades Ala Ceahua
 GERENTE GENERAL
 Minera Cambio S.A.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**Propuesta de sistema ergonómico para reducir los trastornos
musculo-esqueléticos de una empresa minera, Arequipa 2021**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA
INDUSTRIAL

AUTORA:

López Pilco, Rosa Stephanie (ORCID 0000-0003-3193-575X)

ASESOR:

Mg. Paz Campaña, Augusto Edward (ORCID 0000-0001-9751-1365)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Sistemas de gestión de la seguridad y calidad

LIMA — PERÚ
2021

