



UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA

FACULTAD DE INGENIERÍAS, INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN

MAESTRÍA EN SEGURIDAD, SALUD E HIGIENE INDUSTRIAL

TEMA:

REDISEÑO ERGONÓMICO DE LOS PUESTOS DE TRABAJO PARA EL PERSONAL OPERATIVO QUE EJECUTA ACTIVIDADES DE SEÑALIZACIÓN VIAL EN LA CIUDAD DE QUITO

Trabajo de Titulación previo a la obtención del título de Magister en Seguridad, Salud e Higiene Industrial

Autor

Ing. Argotty Silva Edison Iván

Tutor

Ing. Pablo Elicio Ron Valenzuela, MSc.

AMBATO– ECUADOR

2025

**AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA,
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL
TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, Edison Iván Argotty Silva, declaro ser autor del Trabajo Titulación con el nombre “REDISEÑO ERGONÓMICO DE LOS PUESTOS DE TRABAJO PARA EL PERSONAL OPERATIVO QUE EJECUTA ACTIVIDADES DE SEÑALIZACIÓN VIAL EN LA CIUDAD DE QUITO”, como requisito para optar al grado de Magister en Seguridad, Salud e Higiene Industrial y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI). Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Ambato, a los 26 días del mes de marzo de 2025, firmo conforme:

Autor: Ing. Edison Iván Argotty Silva

Firma:

Número de Cédula: 1717187239

Dirección: Pichincha, Quito, Belisario Quevedo, La Primavera de las Casas.

Correo Electrónico: eddyargotty@hotmail.com

Teléfono: 0983155604

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación “REDISEÑO ERGONÓMICO DE LOS PUESTOS DE TRABAJO PARA EL PERSONAL OPERATIVO QUE EJECUTA ACTIVIDADES DE SEÑALIZACIÓN VIAL EN LA CIUDAD DE QUITO” presentado por Ing. Edison Iván Argotty Silva, para optar por el Título de Magister en Seguridad, Salud e Higiene Industrial.

CERTIFICO

Que dicho Trabajo de Titulación ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte los Examinador que se designe.

Ambato, 26 de marzo de 2025

.....

Ing. Pablo Elicio Ron Valenzuela, MSc.

1708520265

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Titulación, como requerimiento previo para la obtención del Título de Magister en Seguridad, Salud e Higiene Industrial, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor

Ambato, 26 de marzo de 2025

.....
Ing. Edison Iván Argotty Silva
1717187239

APROBACIÓN DE LECTORES

El Trabajo Titulación ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: “REDISEÑO ERGONÓMICO DE LOS PUESTOS DE TRABAJO PARA EL PERSONAL OPERATIVO QUE EJECUTA ACTIVIDADES DE SEÑALIZACIÓN VIAL EN LA CIUDAD DE QUITO”, previo a la obtención del Título de Magister en Seguridad, Salud e Higiene Industrial, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del Trabajo Titulación.

Ambato, 26 de marzo de 2025

.....

Ing. José Mauricio Salas Monteros, MSc.

PRESIDENTE DE TRIBUNAL

.....

Psic. Ind. Juan Carlos Cabrera Cepeda, MSc.

EXAMINADOR

.....

Ing. Pablo Elicio Ron Valenzuela, MSc.

DIRECTOR

DEDICATORIA

Con el corazón lleno de regocijo dedico este trabajo de investigación a:

Mi madre, que con el carácter que la personaliza sigue forjando en mí una persona de principios y valores.

A mi compañera de vida, que gracias a su presencia constante y su apoyo inquebrantable ha sido pilar fundamental en el transcurso de mi perfeccionismo profesional.

A mis hijos, Javier y Mathías que son fuente de motivación e inspiración para seguir alcanzando mis objetivos.

A todos ustedes, gracias infinitas por seguir siendo parte de mi vida.

Edison Argotty

AGRADECIMIENTO

Mis agradecimientos infinitos a:

La Universidad Tecnológica Indoamérica que me ha brindado la oportunidad de seguir ampliando mis conocimientos de ingeniería en el campo de la Salud y Seguridad Industrial.

A los docentes sin excepción, que fueron guía y apoyo en el transcurso del camino de aprendizaje, en especial a la valiosa asesoría mi tutor Ing. Pablo Ron, que gracias a sus conocimientos pude superar los desafíos para alcanzar mis objetivos.

A mi familia, por ser mi inspiración y pilar fundamental para cumplir mis propósitos.

Edison Argotty.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	II
APROBACIÓN DEL TUTOR	III
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	IV
APROBACIÓN DE LECTORES	V
DEDICATORIA	VI
AGRADECIMIENTO	VII
ÍNDICE DE CONTENIDOS	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	XII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XV
ÍNDICE DE ECUACIONES	XVII
RESUMEN EJECUTIVO.....	XVIII
ABSTRACT.....	XIX
Capítulo I	1
Introducción.....	1
Antecedentes	4
Justificación.....	7
Objetivos	8
Objetivo General.....	8
Objetivos Específicos	8
Capítulo II.....	10
Ingeniería del Proyecto	10
Diagnóstico de la Situación Actual del Área de Señalización Vial del Municipio de Quito....	10
Organigrama Estructural	11
Perfil Sociodemográfico del Personal Operativo	14
Procesos Operativos del Área de Señalización Vial	15
Descripción de los Puestos de Trabajo en el Área de Señalización Vial	21
Materiales y Métodos.....	23
Identificación de Factores de Riesgos en los Procesos de Señalización de las Vías.....	24
Identificación de los Factores de Riesgo Mediante La Guía Técnica Colombiana GTC-45	24

Resultados de la Evaluación a los Puestos de Trabajo con la Matriz GT-C45	28
Cuestionario Nórdico de Kuorinka.....	28
Cuestionario de Kuorinka aplicado al personal auxiliar de señalización.....	29
Resultados generales del cuestionario Nórdico en el puesto de trabajo del auxiliar de señalización.....	42
Cuestionario de Kuorinka aplicado al personal Operador de Máquina	42
Resultados generales del cuestionario Nórdico del puesto de trabajo del operador de máquina	49
Elección de la metodología de evaluación	49
Desarrollo de la Evaluación Ergonómica de los Puestos de Trabajo	54
Evaluación Ergonómica en el Puesto de Trabajo de los Operadores de Máquina	55
Metodología de Evaluación Ergonómica REBA.....	55
Datos por considerar:.....	56
Cálculo REBA para Operador de Máquina	58
Resultado Ergonómico para Operador de Máquina	67
Cálculo REBA para Auxiliar de Señalización.....	67
Resultado Ergonómico para el Auxiliar de Señalización	76
Análisis de Levantamiento de Carga con Método NIOSH 94.....	77
Jerarquía de Control de Riesgos	83
Área de Estudio	85
Modelo Operativo	86
Aplicación de Medidas Correctivas para Minimizar los Niveles de Riesgo	87
Evaluación Ergonómica con las Medidas Correctivas Aplicadas	87
Análisis de los Resultados Esperados.....	88
Capítulo III.....	89
Propuesta y Resultados Esperados.....	89
Diseño de Medidas Correctivas y Preventivas para el Rediseño de Puestos de Trabajo	89
Alcance	89
Objetivo	89
Justificación.....	89
Presentación Propuesta	90

Análisis Antropométrico del Personal Operativo.....	91
Medidas Básicas Antropométricas del Personal Operador de Máquina.....	92
Diseño de Medidas Correctivas.....	95
Medidas antropométricas tomadas al personal operador de máquina.....	95
Promedio de la Altura de los Nudillos de la Mano de los Operadores de Máquina.....	96
Extensión de Pistola de Pintura como medida de Acción de Control.....	96
Plano de la Medida de Acción de Control a Implementar en el Puesto de Trabajo de Operador de Máquina.....	99
Medidas de Acción de Control en el Puesto de Trabajo de Auxiliar de Señalización.....	101
Medidas Antropométricas Tomadas al Personal Auxiliar de Señalización.....	101
Varilla Mezcladora de Pintura como medida de Acción de Control.....	102
Taladro Inalámbrico para Mezclar Pintura.....	103
Plano de la Medida de Acción de Control a Implementar en el Puesto de Trabajo de Auxiliar de Señalización.....	105
Resultados Esperados.....	107
Cronograma de Actividades.....	107
Análisis de Costos.....	110
Análisis de Costos Variables.....	110
Análisis de Costos Fijos.....	111
Gastos por Capacitación al Personal Operativo.....	112
Costo Total Estimado de la Propuesta.....	112
Curva S.....	113
Capítulo IV.....	115
Ejecución de la Propuesta y Resultados Obtenidos.....	115
Proceso de Ejecución.....	115
Desarrollo de Ejecución de la Propuesta.....	117
Análisis REBA en el operador de máquina con la aplicación de mejora.....	118
Resultado Ergonómico para el Operador de Máquina PROPUESTA.....	128
Análisis REBA en el auxiliar de señalización con la aplicación de mejora.....	128
Análisis comparativo de la situación actual y el método propuesto.....	139
Implementación de una guía para el correcto levantamiento manual de cargas en el área de señalización.....	142

Aplicación del método NIOSH (Propuesta)	146
Comparación de resultados obtenidos.....	152
Evaluación Económica de la implementación de la propuesta	153
ANALISIS CURVA “S”	155
Capítulo V.....	156
Conclusiones y Recomendaciones.....	156
Conclusiones	156
Recomendaciones.....	158
Referencias.....	159
Anexos	162

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Información general del área de señalización.....	11
Tabla 2. Perfil sociodemográfico.....	14
Tabla 3. Denominación de los puestos de trabajo.....	24
Tabla 4. Matriz de riesgo puesto de trabajo operador de máquina.	26
Tabla 5. Matriz de riesgo puesto de trabajo auxiliar de señalización	27
Tabla 6. Cuestionario Nórdico Auxiliar de señalización 1	30
Tabla 7. Cuestionario Nórdico Auxiliar de señalización 2	32
Tabla 8. Cuestionario Nórdico Auxiliar de señalización 3	34
Tabla 9. Cuestionario Nórdico Auxiliar de señalización 4	36
Tabla 10. Cuestionario Nórdico Auxiliar de señalización 5	38
Tabla 11. Cuestionario Nórdico Auxiliar de señalización 6	40
Tabla 12. Molestia, dolor o disconfort en los auxiliares de señalización	42
Tabla 13. Cuestionario Nórdico Operador de máquina 1	43
Tabla 14. Cuestionario Nórdico Operador de máquina 2	45
Tabla 15. Cuestionario Nórdico Operador de máquina 3	47
Tabla 16. Molestia, dolor o disconfort en los operadores de máquina	49
Tabla 17. Elección del método para evaluar posturas forzadas	50
Tabla 18. Selección de metodología analítica de levantamiento de cargas	53
Tabla 19. Puesto de trabajo del operador de máquina.	56
Tabla 20. Valoración para el cuello (operador de máquina).....	59
Tabla 21. Valoración para piernas (operador de máquina).....	59
Tabla 22. Valoración de tronco (operador de máquina)	60
Tabla 23. Valoración del Grupo A (operador de máquina)	61
Tabla 24. Valoración de carga/fuerza (operador de máquina).....	61
Tabla 25. Valoración de antebrazo (operador de máquina).....	62
Tabla 26. Valoración de muñecas (operador de máquina).....	63
Tabla 27. Valoración de brazos (operador de máquina)	63
Tabla 28. Valoración del Grupo B (operador de máquina).....	64
Tabla 29. Valoración de agarre.....	65
Tabla 30. Grupo C (operador de máquina)	65
Tabla 31. Valoración de actividad muscular.....	66
Tabla 32. Actuación y puntuación final (operador de máquina).....	67
Tabla 33. Puesto de trabajo del auxiliar de señalización	68
Tabla 34. Valoración de cuello (auxiliar de señalización).....	69
Tabla 35. Valoración de piernas (auxiliar de señalización).....	69
Tabla 36. Valoración de tronco (auxiliar de señalización)	70
Tabla 37. Valoración del Grupo A (Auxiliar de señalización)	71
Tabla 38. Valoración de carga/fuerza (auxiliar de señalización).....	71
Tabla 39. Valoración de antebrazo (auxiliar de señalización).....	72

Tabla 40. Valoración de muñecas (auxiliar de señalización).....	72
Tabla 41. Valoración de brazos (auxiliar de señalización)	73
Tabla 42. Valoración del Grupo B (auxiliar de señalización).....	74
Tabla 43. Valoración de agarre (auxiliar de señalización).....	74
Tabla 44. Grupo C (auxiliar de señalización)	75
Tabla 45. Valoración de actividad muscular (auxiliar de señalización)	75
Tabla 46. Actuación y puntuación final (auxiliar de señalización).....	76
Tabla 47. Factor de frecuencia.....	81
Tabla 48. Factor de agarre del puesto de auxiliar de señalización.....	82
Tabla 49. Resultados de control de riesgos.....	85
Tabla 50. Delimitación área de estudio.....	86
Tabla 51. Medidas básicas tomadas a los operadores de máquina	95
Tabla 52. Especificaciones técnicas de las extensiones de pistola	98
Tabla 53. Medidas básicas tomadas a los auxiliares de señalización	102
Tabla 54. Características del taladro inalámbrico.....	104
Tabla 55. Cronograma de actividades para implementar la propuesta	107
Tabla 56. Costos estimados para la implementación de la propuesta.....	110
Tabla 57. Costo hora por trabajador.....	111
Tabla 58. Costo de tiempo inactivo por asistencia a capacitación.....	112
Tabla 59. Costo económico estimado de la propuesta	113
Tabla 60. Datos para aplicación de REBA 94 con la propuesta aplicada.....	118
Tabla 61. Valoración de cuello (operador de máquina) propuesta	119
Tabla 62. Valoración piernas (operador de máquina) propuesta	120
Tabla 63. Valoración de tronco (operador de máquina) propuesta.....	121
Tabla 64. Valoración del Grupo A (operador de máquina) propuesta.....	122
Tabla 65. Valoración Carga/fuerza (operador de máquina) propuesta	122
Tabla 66. Valoración de antebrazos (operador de máquina) PROPUESTA.....	123
Tabla 67. Valoración de muñecas (operador de máquina) propuesta	124
Tabla 68. Valoración de brazos (operador de máquina) propuesta.....	125
Tabla 69. Valoración del Grupo B (operador de máquina) propuesta	126
Tabla 70. Valoración del agarre (operador de máquina) propuesta.....	126
Tabla 71. Puntuación C (operador de máquina) propuesta.....	127
Tabla 72. Valoración de la actividad muscular (operador de máquina) propuesta.....	127
Tabla 73. Puntuación y actuación (operador de máquina) PROPUESTA.....	128
Tabla 74. Datos para aplicación de REBA 94 con la propuesta aplicada.....	129
Tabla 75. Valoración del cuello (auxiliar de señalización) PROPUESTA.....	129
Tabla 76. Valoración de piernas (auxiliar de señalización) PROPUESTA	130
Tabla 77. Valoración del tronco (auxiliar de señalización) PROPUESTA	131
Tabla 78. Valoración de Grupo A (auxiliar de señalización) propuesta.....	132
Tabla 79. Valoración carga/fuerza (auxiliar de señalización) PROPUESTA.....	133

Tabla 80. Valoración de antebrazo (auxiliar de señalización) propuesta	134
Tabla 81. Valoración de muñecas (auxiliar de señalización) PROPUESTA.....	135
Tabla 82. Valoración de brazos (auxiliar de señalización) PROPUESTA	135
Tabla 83. Valoración del grupo B (auxiliar de señalización) propuesta.....	136
Tabla 84. Valoración de agarre (auxiliar de señalización) propuesta	137
Tabla 85. Grupo C (auxiliar de señalización) propuesta.....	137
Tabla 86. Valoración de actividad muscular (auxiliar de señalización) propuesta.....	138
Tabla 87. Puntuación final y actuación (auxiliar de señalización) propuesta.....	138
Tabla 88. Resultado antes y después de Operador de máquina	140
Tabla 89. Resultados antes y después de auxiliar de señalización.....	141
Tabla 90. Factor de frecuencia para la propuesta NIOSH 94	149
Tabla 91. Factor de agarre del puesto de auxiliar de señalización.....	150
Tabla 92. Comparación de los resultados obtenidos.....	153
Tabla 93. Costo económico de la ejecución de la propuesta	154

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica del área de señalización vial.....	11
Figura 2. Organigrama de la empresa.....	12
Figura 3. Cruce peatonal señalizado.....	16
Figura 4. Reductor de velocidad señalizado.....	17
Figura 5. Bordillo señalizado.....	18
Figura 6. Procedimiento para la ejecución de los procesos de señalización de las vías.....	18
Figura 7. Ejecución de actividades del operador de la máquina.....	22
Figura 8. Actividades que ejecuta el auxiliar de señalización.....	23
Figura 9. Señalización de bordillos.....	55
Figura 10. Flexión del cuello de operador de máquina.....	59
Figura 11. Flexión de piernas operador de máquina.....	60
Figura 12. Torso erguido.....	60
Figura 13. Ángulo del antebrazo (operador de máquina).....	62
Figura 14. Ángulo de la muñeca (operador de máquina).....	63
Figura 15. Flexión del brazo (operador de máquina).....	64
Figura 16. Flexión del cuello en auxiliar de señalización.....	69
Figura 17. Flexión de pierna en auxiliar de señalización.....	70
Figura 18. Flexión del torso (auxiliar de señalización).....	70
Figura 19. Flexión de antebrazo (auxiliar de señalización).....	72
Figura 20. Flexión de antebrazo (auxiliar de señalización).....	73
Figura 21. Datos de distancia horizontal y vertical de auxiliar de señalización.....	79
Figura 22. Medidas de tipo de agarre.....	82
Figura 23. Jerarquía de riesgos ergonómicos.....	84
Figura 24. Modelo Operativo.....	87
Figura 25. Posición del trabajador para medir la estatura.....	93
Figura 26. Posición del trabajador para medir la altura de la muñeca del trabajador.....	94
Figura 27. Posición del trabajador para medir la altura de los hombros del trabajador.....	94
Figura 28. Posición del trabajador para medir la altura de los codos del trabajador.....	95
Figura 29. Altura promedio de los nudillos de los 3 operadores de máquina.....	96
Figura 30. Distancia apropiada de la pistola hasta la superficie.....	97
Figura 31. Plano de medidas de la extensión de pistola.....	100
Figura 32. Promedio de las medidas básicas tomadas en base a la ISO 7250.....	102
Figura 33. Taladro inalámbrico.....	103
Figura 34. Plano de la varilla mezcladora.....	106
Figura 35. Diagrama de actividades para implementar la propuesta.....	109
Figura 36. Curva "S" del costo económico del proyecto.....	114
Figura 37. Flexión del cuello de operador de máquina propuesta.....	119
Figura 38. Flexión de piernas (operador de máquina) propuesta.....	120
Figura 39. Torso erguido propuesta.....	121

Figura 40. Ángulo del antebrazo (operador de máquina) propuesta.....	123
Figura 41. Ángulo de la muñeca (operador de máquina) propuesta.....	124
Figura 42. Flexión del brazo (operador de máquina) propuesta.....	125
Figura 43. Flexión del cuello en auxiliar de señalización.....	130
Figura 44. Flexión de pierna en auxiliar de señalización	131
Figura 45. Flexión del torso (auxiliar de señalización) PROPUESTA.....	132
Figura 46. Flexión de antebrazo (auxiliar de señalización).....	134
Figura 47. Flexión de antebrazo (auxiliar de señalización).....	135
Figura 48. Flexión de antebrazo (auxiliar de señalización).....	136
Figura 49. Diferencia de análisis REBA antes y después de la propuesta (Operador de máquina)	140
Figura 50. Diferencia de análisis REBA antes y después de la propuesta (Auxiliar de señalización)	142
Figura 51. Datos de distancia horizontal y vertical de auxiliar de señalización mejorado.....	147
Figura 52. Medidas de tipo de agarre propuesta.....	150
Figura 53. Curva "S" del costo económico del proyecto.....	155

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Área interna.....	56
Ecuación 2. Fuerza.....	57
Ecuación 3. Masa.....	58
Ecuación 4. Transformación de litros a kilogramos.	68
Ecuación 6. Altura de levantamiento.....	79
Ecuación 7. Distancia vertical.....	79
Ecuación 8. Factor de desplazamiento vertical.....	80
Ecuación 9. Diferencia del valor vertical de origen con el valor vertical en el destino.....	80
Ecuación 10. Factor de asimetría.....	80
Ecuación 11. Ecuación de NIOSH (94).....	83
Ecuación 12. Longitud de la extensión para pistola de aplicación de pintura.	97
Ecuación 13. Longitud de la varilla mezcladora de pintura.....	104

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍAS, INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN
MAESTRÍA EN SEGURIDAD, SALUD E HIGIENE INDUSTRIAL

TEMA: REDISEÑO ERGONÓMICO DE LOS PUESTOS DE TRABAJO PARA EL PERSONAL OPERATIVO QUE EJECUTA ACTIVIDADES DE SEÑALIZACIÓN VIAL EN LA CIUDAD DE QUITO

AUTOR: Ing. Argotty Silva Edison Iván

TUTOR: MSc. Ron Valenzuela Pablo Elicio

RESUMEN EJECUTIVO

En la Empresa de Obras y Movilidad perteneciente al Municipio de la ciudad de Quito, en la dirección vial, se identificó que los trabajadores del área de señalización horizontal, están expuestos a riesgos ergonómicos. Este proyecto tiene como objetivo analizar estos riesgos y desarrollar medidas preventivas y correctivas mediante un plan de acción. Para el diagnóstico de los puestos de trabajo se utilizó la matriz GTC-45 y el cuestionario nórdico de Kuorinka, mientras que para la evaluación ergonómica se empleó la metodología REBA. Obteniendo como resultado un nivel de riesgo “muy alto” para los operadores de máquina, y un nivel “alto” para los auxiliares de señalización, los resultados que se obtuvieron en la evaluación NIOSH fue de 2,08 puntos en el índice de levantamiento, considerado un nivel de riesgo “Moderado”. A partir de los resultados, se realizaron ajustes antropométricos; para el operador de máquina, se implementó extensión en la pistola pulverizadora para mantener una postura erguida; para el auxiliar de señalización, se ajustó la altura del codo para facilitar la mezcla de pintura con un taladro manual y una varilla mezcladora. Tras implementar estos cambios, se realizó una post-evaluación con REBA, que mostró mejoras significativas: el operador de máquina y el auxiliar obtuvieron un nivel “bajo” de riesgo ergonómico por posturas forzadas. Mientras que en la post-evaluación con la metodología NIOSH se obtuvo una valoración “Aceptable”. Estos ajustes no solo redujeron los riesgos ergonómicos, sino que también mejoraron la productividad laboral, logrando un ambiente de trabajo más saludable y eficiente.

Palabras clave: Ergonomía, Factor de riesgo, NIOSH, REBA.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA

FACULTY OF ENGINEERING

**MASTER'S DEGREE IN SECURITY, HEALTH AND INDUSTRIAL
HYGIENE**

AUTHOR: ARGOTTY SILVA EDISON IVAN

TUTOR: RON VALENZUELA PABLO ELICIO

ABSTRACT

**ERGONOMIC REDESIGN OF WORKSTATIONS FOR OPERATIONAL STAFF
PERFORMING ROAD SIGNAGE ACTIVITIES IN THE CITY OF QUITO**

At the "Obras y Movilidad" company, which is part of the Municipality of Quito under the Road Directorate, it was found that workers in the horizontal signage area face ergonomic risks. This research aims to analyze risks and create preventive measures through an action plan.

For the workstation diagnosis, the GTC-45 matrix and Kuorinka's Nordic questionnaire were utilized, while the ergonomic evaluation was performed using the REBA methodology. The results showed a "very high" risk level for machine operators and a "high" level for signage assistants. The NIOSH evaluation yielded a lifting index score of 2.08, categorized as a "moderate" risk level. Based on these results, anthropometric adjustments were made: for the machine operator, an extension was added to the spray gun to maintain an upright posture; for the signage assistant, the elbow height was adjusted to facilitate paint mixing using a handheld drill and a mixing rod. After implementing these changes, a post-evaluation using REBA showed significant improvements: both the machine operator and the signage assistant achieved a "low" ergonomic risk level for forced postures. Meanwhile, the post-evaluation using the NIOSH methodology resulted in an "acceptable" rating. These adjustments not only reduced ergonomic risks but also enhanced work productivity, creating a healthier and more efficient work environment.

KEYWORDS:

Ergonomics, Risk Factor, NIOSH, REBA



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La Ergonomía hoy en día, se presenta como la disciplina responsable de buscar la correcta adaptación del entorno laboral y los sistemas de trabajo a las capacidades y limitaciones físicas y mentales del trabajador, por lo que, es importante analizar los puestos de trabajo con el objetivo de crear condiciones laborales seguras y confortables con la finalidad de eliminar, prevenir o reducir los riesgos ergonómicos de los trabajadores en su lugar de trabajo (Acedo & Aroca, 2020).

Para la Asociación Internacional de Ergonomía y la Organización Internacional del Trabajo (AIEA/OIT, 2020), es importante velar por el bienestar y la sostenibilidad de los trabajadores, así como también la seguridad y salud en el trabajo. Por lo que, los autores hacen énfasis en que, una Ergonomía adecuada mejora las condiciones y capacidades de los trabajadores haciendo de esta manera que las organizaciones o sociedades mejoren sus sistemas de trabajo.

En la actualidad, existen Reglamentos, Decretos y Normas a nivel internacional que se enfocan en la Seguridad, Salud e Higiene en el Trabajo, las mismas que son elaboradas y establecidas con la finalidad de dar obligaciones a las organizaciones para determinar y evaluar los riesgos ergonómicos en los puestos de trabajo. Es así, que existen varias maneras de evaluar o determinar el nivel de riesgo ergonómico a los que podría estar expuesto un trabajador cuando al momento de llevar a cabo sus actividades requiere de posturas forzadas, levantamiento de cargas o a su vez movimientos repetitivos por lo que es común que los trabajadores lleguen a desarrollar trastornos musculoesqueléticos (TME) con el pasar de los años.

Según los datos tomados de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2021), a nivel mundial alrededor de 1710 millones de seres humanos poseen trastornos musculoesqueléticos de origen laboral, donde el más frecuente es el dolor lumbar con una supremacía de 568 millones de casos,

además indica que los TME en tema de dolor lumbar vienen siendo la principal causa de discapacidad en 160 países del mundo provocando jubilaciones anticipadas. En general indican que los TME limitan la movilidad y destreza, haciendo que se reduzca la capacidad de las personas para ejercer su trabajo.

Así mismo, la Organización Mundial de la Salud y la Organización Internacional del Trabajo (OMS/OIT, 2023), en su publicación, indica que, alrededor de 2,9 millones de personas fallecen cada año dentro de los cuales el 86,33% del total son a causa de enfermedades profesionales y el 13,67% bajo circunstancias de accidentes laborales. Por otro lado, al menos 402 millones de trabajadores se ven afectados por lesiones laborales no mortales.

En Ecuador, la comunidad trabajadora se ha visto expuesta a riesgos laborales y ergonómicos, los mismos que en muchos de los casos han ido deteriorando la salud de las personas, por lo que es responsabilidad del estado, empleadores y de los trabajadores promover la participación de los mismos en la creación de nuevas normativas y reglamentos en temas relacionados a la seguridad y salud en el trabajo, con el propósito de proteger la integridad y promover el bienestar y salud de los trabajadores.

Como lo revela Guevara (2021), el Ecuador está expuesto a factores de riesgo ergonómicos que pueden llegar a provocar daños musculoesqueléticos en los trabajadores a causa de no implementar procedimientos de trabajo seguros en el desarrollo de sus actividades y en las cuales se pueda evidenciar movimientos repetitivos, posturas forzadas y levantamiento manual de cargas. Por lo que es importante mencionar que los trastornos musculoesqueléticos son considerados como un factor causal de los ausentismos de los trabajadores.

En la Encuesta de Condiciones de Trabajo y Salud elaborado por el Ministerio de Salud Pública (2021) hace mención que, el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS) entre los años 2015 y 2017 dio a conocer que la mayor carga de morbilidad laboral en el Ecuador le corresponde a los trastornos musculoesqueléticos con el 87%, mientras que las afecciones auditivas y respiratorias no superan el 1%.

Según la Dirección de Seguro General de Riesgos de Trabajo perteneciente al Ministerio de Salud Pública (2021), en el año 2018 se reportó un total de 537 enfermedades profesionales a nivel de la provincia de Pichincha, de las cuales el 85,63% de enfermedades ocupacionales fueron traumatológicas, el 10,6% fueron diagnósticos no determinados. Por otro lado, también se menciona que los riesgos asociados a las enfermedades ocupacionales más relevantes fueron los ergonómicos con un 79,8%, factores no determinados el 9,5% y los riesgos físicos como las vibraciones, el ruido y otros en un 6,3%

En la ciudad de Quito existen grupos de trabajo que desempeñan funciones de señalización vial, y en el desarrollo de sus actividades se ven expuestos a contraer posibles enfermedades profesionales tales como lumbalgia, síndrome del túnel carpiano, neumoconiosis, intoxicaciones, tendinitis, entre otras, es por eso que el presente estudio busca la manera de determinar los riesgos ergonómicos que puedan provocar trastornos musculoesqueléticos en los trabajadores.

Por lo tanto, para el desarrollo del presente estudio se optará por un tipo de investigación metodológica, por lo que será necesario recopilar información en campo, como son videos, fotografías, encuestas y otras herramientas metodológicas asociadas a la ergonomía que permitan adjuntar información para determinar los riesgos ergonómicos al que está expuesto el personal operativo en las actividades que ejecutan en el transcurso de la jornada laboral.

Antecedentes

Luego de realizar una revisión bibliográfica, se constató que no existen investigaciones referentes al tema de Riesgos Ergonómicos en trabajadores de señalización vial a nivel nacional e internacional, por lo que se optó por revisar investigaciones relacionadas a los riesgos ergonómicos en diferentes situaciones laborales, la revisión bibliográfica estará enfocada en el estudio de trastornos musculoesqueléticos causadas por movimientos repetitivos, cargas forzadas y posturas inadecuadas, las cuales irán asociadas a las actividades que desarrollan los trabajadores de señalización vial.

En la investigación de (Guilcapi, 2021), realizada en la Universidad Tecnológica Indoamérica, se propuso la implementación de un Sistema de Gestión Preventiva de Riesgos Ergonómicos en trabajadores de una microempresa, cuyo objetivo fue implementar estrategias ergonómicas con la finalidad de reducir los riesgos a los cuales están expuestos los trabajadores. Para llevar a cabo el estudio el autor desarrollo un sistema de gestión dirigido a la implementación de cambios en la gestión de la empresa, donde fue necesario la construcción de un coche para la transportación de los productos, el mismo que permitió reducir en un 30% el peso manejado disminuyendo de esta manera los índices de riesgo. Además, el investigador desarrollo un instructivo operativo que permitió mejorar la manera de ejecutar las actividades reduciendo de esta manera los trastornos musculoesqueléticos en los trabajadores.

En el estudio desarrollado por (Ruiz, 2022), se identificó el nivel de riesgo ergonómico por manejo de cargas y movimientos repetitivos en la industria alimentaria, el método de la investigación fue no experimental, transversal descriptivo, donde se analizó a 119 puestos de trabajo de la empresa en general, los autores optaron por la utilización de los métodos MAC y ART los cuales permiten

determinar el nivel de riesgos en el manejo de cargas y movimientos repetitivos. Los resultados arrojaron datos en los cuales 5 puestos de trabajo presentan riesgo muy alto; 34 presentan un riesgo alto; 65 riesgo medio y 15 estaciones de trabajo riesgo bajo, lo que indica que en el estudio los autores determinaron que el riesgo por manejos de carga y movimientos repetitivos está presente en el 87,3% de los puestos de trabajo. La propuesta de mejora establecida por los autores es implementar pausas activas a lo largo de la jornada laboral que permitan a los trabajadores tener descansos cortos, además de alternar tareas entre trabajadores con el mismo nivel de habilidad.

Por otro lado, (García Arias, 2018), en su investigación realizó una evaluación de las condiciones ergonómicas para trabajadores de demarcación vial en la zona centro de la ciudad de Bogotá, la metodología de investigación fue de tipo descriptivo, y la obtención de datos fue mediante la identificación de las condiciones ergonómicas en cada área de trabajo. Para identificar los riesgos ergonómicos, se aplicó la guía técnica colombiana GTC45 para evaluar los niveles de riesgo ergonómico en los trabajadores, la aplicación de esta matriz permitió proponer medidas de intervención con la finalidad de reducir las afectaciones a la salud de los trabajadores. Con la identificación de peligros y la valoración de riesgos en seguridad y salud ocupacional, las medidas de intervención por los cuales optó el investigador fue adquisición de plataformas rodantes para arrodillarse y ejecutar las actividades diarias, además, de la implementación y diseño de programas de actividad física para prevenir trastornos en los músculos y articulaciones.

Así mismo, (Muyulema, 2021), señala que el deterioro de la salud en personas que ocupan puestos de trabajo de recepción y despacho de materiales de papelería obliga al autor a buscar distintas técnicas ergonómicas para rediseñar el entorno laboral en las bodegas en donde se realizó dicha investigación. Las actividades que desempeñaban los trabajadores reflejaban exposición a levantamientos y traslado de cargas por lo que el autor realizó un análisis de significación de

variables utilizando las tablas de Snook y Ciriello. Para el desarrollo del estudio fue importante que el investigador realice observaciones de campo para posteriormente efectuar comparaciones de las variables más significativas que para este caso fueron las posturas y las características del levantamiento de cargas. Con el diseño del puesto de trabajo en la recepción y el despacho de materiales, los resultados que arrojó la investigación indica que para un puesto de trabajo como despachador de bodega que manipula un peso máximo de 17 Kg es necesario disminuir un 3% para llegar al peso aceptable de 16,15 Kg, para esto se consideró el sexo y la edad del trabajador, la antigüedad y el tiempo que ocupa en el puesto por jornada total. Con el rediseño del puesto de trabajo y modificando las distancias de traslado en el área de bodega el investigador logro reducir los riesgos de lesión en un 50% obteniendo de esta manera un nivel de mejora aceptable.

Un estudio realizado por (Raura Velasco, 2023) de la Universidad Técnica de Ambato, en el cual se realiza una investigación acerca de los Riesgos Ergonómicos por Posturas Forzadas en el Personal de una empresa perteneciente a un grupo de la industria metálica de Cotopaxi, en el desarrollo de la investigación el autor constata que la actividad de paletizado en la industria de prefabricados de hormigón puede llegar a deteriorar la salud de los trabajadores causando lesiones y hasta enfermedades profesionales, por lo que el objetivo del investigador en su estudio es identificar y evaluar las condiciones que generen riesgo ergonómico por posturas forzadas para establecer medidas que reduzcan dichos efectos. En el estudio se observa que el autor aplica el método REBA a un total de 12 trabajadores en el área de paletizado, los resultados mostraron que tanto el lado izquierdo como el lado derecho del cuerpo existe un nivel de riesgo alto, por lo cual opto por desarrollar herramientas colaborativas y adecuadas que permitan reducir la exposición a riesgos ergonómicos en el cual incluye un programa de pausas activas y procedimientos de vigilancia de salud y capacitación en los trabajadores.

Es importante mencionar que el estudio que se llevará a cabo con el tema: “Rediseño ergonómico de los puestos de trabajo para el personal operativo que ejecuta actividades de señalización vial en la ciudad de Quito” lo que se busca es determinar el nivel de riesgo al que están expuestos los trabajadores que realizan señalización de vías en las actividades cotidianas, los mismos que podrían causar con el pasar del tiempo TME en los trabajadores del área de señalización vial. Rediseñar los puestos de trabajo para reducir o eliminar los riesgos ergonómicos, utilizando aportes de biomecánica, antropométrica, controles de ingeniería y administrativos ya sea en la fuente, medio de transmisión y en el trabajador que permitan obtener resultados óptimos puede llegar a ser una de las soluciones más asertivas en beneficio de la salud y el bienestar de los trabajadores.

Justificación

Desarrollar el rediseño ergonómico de los puestos de trabajo para el personal operativo que realiza la señalización de las vías en la ciudad de Quito es de mucha importancia ya que permitirá mejorar las condiciones de trabajo del personal. Además, dará a conocer a los trabajadores los factores de riesgo ergonómico a los que están expuestos y como estos podrían afectar a la salud de los mismos.

La elaboración de este trabajo investigativo es factible, ya que el estudio se desarrollará bajo el consentimiento de los trabajadores de la empresa y en el preciso momento que estén realizando sus actividades en las vías, por lo tanto, toda la información que se obtenga será verídica y en tiempo real lo cual permitirá obtener resultados que muestren el nivel de riesgo ergonómico al que están expuestos los trabajadores.

Los resultados que se obtengan en este proyecto investigativo será de gran utilidad para la empresa, ya que podrá implementar acciones de control y prevención en los puestos de trabajo del área de

señalización vial con el fin de minimizar la aparición de trastornos musculoesqueléticos en los trabajadores operativos del área de señalización de las vías, además esta investigación puede servir como aporte de información para futuros investigadores que opten por evaluar los riesgos ergonómicos en empresas similares.

El proyecto investigativo tendrá un impacto positivo en el ámbito de productividad de la empresa, ya que con la implementación de la propuesta se podrá reducir los niveles de absentismo, fatiga y el riesgo de lesiones musculoesqueléticas en el personal operativo del área de señalización vial de la ciudad de Quito.

Los principales beneficiarios de la investigación serán los trabajadores de señalización vial en la ciudad de Quito, ya que tendrán mejoras en su ambiente laboral además de disminuir los riesgos de contraer cualquier tipo de trastorno musculoesqueléticos en las actividades que desempeñan a diario.

Objetivos

Objetivo General

- Rediseñar los puestos de trabajo de señalización de vías de la ciudad de Quito, mediante la instalación de controles de ingeniería en la causa raíz y medidas administrativas en el personal operativo reduciendo los niveles de riesgo ergonómico.

Objetivos Específicos

- Identificar las posibles dolencias o sintomatologías que presentan los trabajadores de señalización vial, mediante la aplicación del cuestionario Nórdico de Kuorinka determinando posibles trastornos musculoesqueléticos en el desarrollo de sus tareas.

- Evaluar los factores de riesgo ergonómico que inciden en el desempeño laboral del personal operativo de señalización vial de la ciudad de Quito, aplicando metodologías ergonómicas analíticas, que permitan la determinación del nivel de riesgo en los trabajadores.
- Elaborar una propuesta para el rediseño de puestos de trabajo, mediante el establecimiento de medidas correctivas y preventivas reduciendo los niveles de riesgo ergonómico en el personal operativo de señalización vial.
- Implementar las medidas correctivas y preventivas en la fuente, en el medio de transmisión y en el trabajador, para el mejoramiento de los puestos de trabajo y el bienestar de los trabajadores.

CAPÍTULO II

INGENIERÍA DEL PROYECTO

Diagnóstico de la Situación Actual del Área de Señalización Vial del Municipio de Quito

Es importante entender que la señalización vial es un factor primordial para la seguridad tanto de peatones como de usuarios que circulan con sus vehículos por las principales vías del Distrito Metropolitano de Quito, es por eso que una adecuada señalización de las vías contribuirá de manera positiva en la reducción o eliminación de accidentes de tránsito, estableciendo de esta manera un ambiente seguro y ordenado.

El personal operativo del área de señalización vial de la Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas es responsable de mantener y colocar señales en intersecciones y pasos peatonales marcadores direccionales flechas marcadoras reductores de velocidad y otros símbolos pictográficos para garantizar la seguridad y protección de los individuos. Adicionalmente se comunica que mensualmente se llevan a cabo trabajos que cubren un área total de 25 000 metros cuadrados destinada a la señalización horizontal (Quito informa, 2024).

En la actualidad el municipio de Quito cuenta con personal operativo de campo en jornada diurna, los cuales ejecutan trabajos de implementación y mantenimiento de señalización horizontal en las vías del Distrito Metropolitano de Quito, el campamento de área de señalización está ubicado en el sector de Miraflores, zona céntrica de la ciudad, por tal motivo es importante mencionar que la ubicación del campamento es estratégica, ya que permite cubrir los requerimientos de la ciudadanía, tanto norte, sur y los valles de la ciudad. En la tabla 1, se presenta la información general del área de señalización:

Tabla 1. Información general del área de señalización

Datos	Descripción
Área	Señalización vial
Dirección	Enrique Rither y Av. Universitaria
Parroquia	San Juan
Cantón	Quito
Provincia	Pichincha

Elaborado por: E. Argotty, (2024)

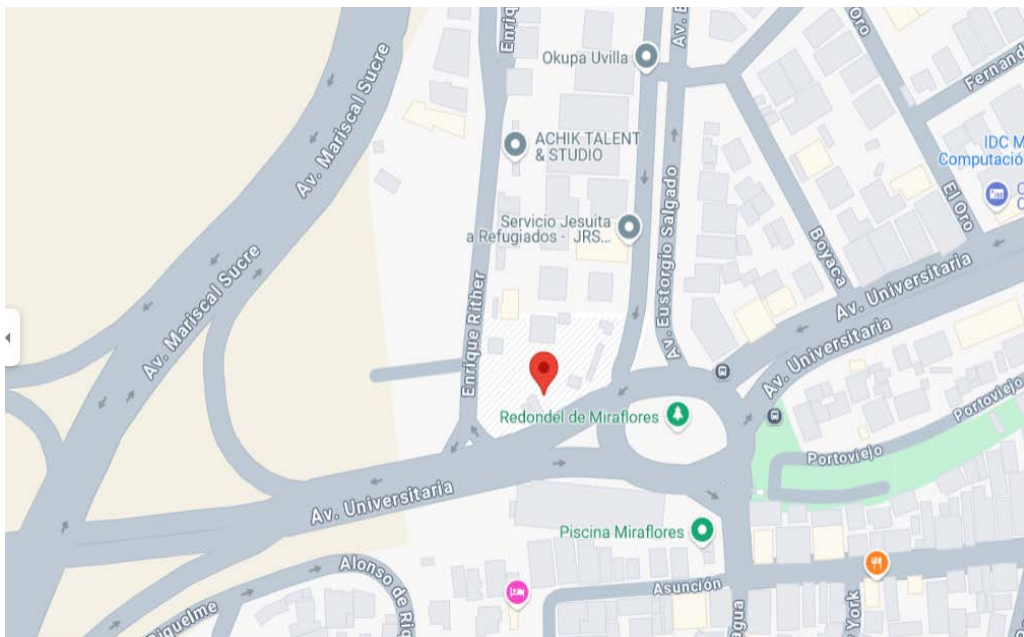


Figura 1. Ubicación geográfica del área de señalización vial.

Fuente: (Google, 2024)

Organigrama Estructural

Dentro de la empresa existe un esquema estructural que presenta la composición interna de los puestos de trabajo tanto del área administrativa como también del área operativa, la misma que será objeto de estudio de este proyecto investigativo. La figura 2 muestra el organigrama funcional

de manera secuencial que permite llevar a cabo la ejecución de los trabajos de señalización de las vías en el Distrito Metropolitano de Quito.

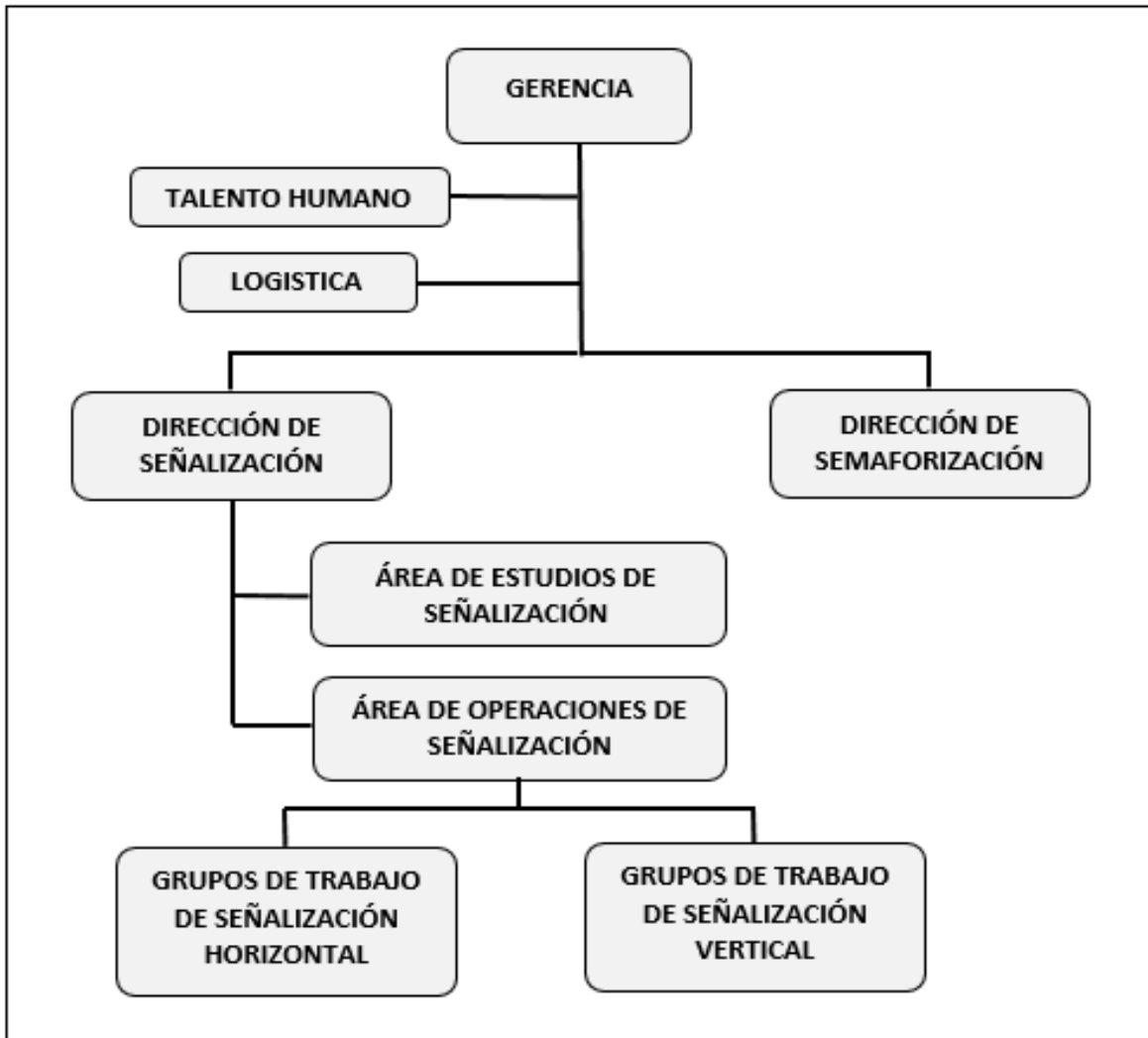


Figura 2. Organigrama de la empresa.

Las áreas de trabajo mostradas en el organigrama estructural cumplen funciones específicas para llevar a cabo los procesos finales de señalización de las vías, los mismos que se describen a continuación:

Gerencia: es la persona de mayor jerarquía dentro de la empresa, ya que es el responsable de organizar, dirigir, planificar y aprobar todos los proyectos que implican el diseño y ejecución de los trabajos en lo que respecta a señalización horizontal y vertical de las vías de la ciudad de Quito.

Talento Humano: área encargada de llevar el control de todo el personal operativo como administrativo, también forma parte de las planificaciones de programas de capacitación dirigidos al personal operativo.

Logística: el personal encargado de esta área planifica la distribución adecuada de los vehículos asignados al área operativa de señalización vial, además realiza las planificaciones de los mantenimientos necesarios de cada vehículo.

Dirección de señalización: la dirección es la encargada de receptor las solicitudes de implementación y mantenimiento de la señalización de las vías de la ciudad de Quito, para posteriormente ser distribuidos al área de estudios para su evaluación.

Área de estudios de señalización: en el área de estudios existen profesionales que se encargan de realizar las inspecciones técnicas en campo, con la finalidad de cubrir todos los requerimientos que la ciudadanía solicita, también son los encargados de diseñar los proyectos destinados al mejoramiento del sistema de movilidad del Distrito Metropolitano de Quito, estos técnicos tienen la responsabilidad de evaluar si es admisible o no realizar la implementación de las diferentes señales en las vías.

Área de Operaciones de señalización: en esta área el encargado es el supervisor de campo, a este puesto de trabajo llegan las órdenes de trabajo tanto de señalización horizontal como de señalización vertical para ser ejecutadas por los diferentes grupos operativos.

Grupos de trabajo de señalización horizontal: el área de señalización vial cuenta con seis grupos operativos distribuidos tanto en horario diurno como en horario nocturno, los mismos que cumplen actividades de mantenimiento y ejecución de trabajos de señalización vial en las calles y avenidas del Distrito Metropolitano de Quito, estos grupos son los encargados de realizar los procesos de señalización de cruces peatonales y flechas de direccionamiento, reductores de velocidad, señalización de bordillos, es importante mencionar que los grupos mencionados serán objeto de estudio debido a las diferentes posturas ergonómicas que emplean en sus actividades diarias.

Grupos de trabajo de señalización vertical: el área cuenta con dos grupos operativos destinados a la instalación de señales verticales, este proceso consiste en la fijación de placas de aluminio en postes o estructuras metálicas instaladas sobre las vías de la ciudad, estas cumplen la función de prevenir, prohibir y restringir el tránsito por las vías. Las instalaciones de estas señales van de acuerdo a la norma técnica de señalización vial (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2011).

Perfil Sociodemográfico del Personal Operativo

Los datos que presentan la tabla 2 arrojan información cualitativa y cuantitativa de las principales características del personal que labora en el área de señalización vial en el horario diurno basándose en los aspectos sociales y demográficos.

Tabla 2. Perfil sociodemográfico

Ítem	Opción	N	Porcentaje
Género	Masculino	9	100%
	Femenino	0	0%
Edad	18-28	3	33%
	29-39	2	22%
	40-50	4	44%

Instrucción académica	Básica	0	0%
	Secundaria	7	78%
	Universitaria	2	22%
Estado civil	Casado	5	56%
	Soltero	4	44%
	Viudo	0	0%
	Unión Libre	0	0%
	Divorciado	0	0%
Funciones	Operador de máquina	3	33%
	Auxiliar de señalización	6	67%
Antigüedad laboral	0 - 5 años	3	33%
	6 - 11 años	2	22%
	12 - 17 años	4	45%

Elaborado por: E. Argotty, (2024)

Entre los puntos más importantes a resaltar tenemos que el 100% del total del personal operativo del área de señalización vial es de género masculino y el nivel de instrucción académica del personal está en el 78% el cual indica estudios de bachillerato terminados, es importante indicar que el 22% del personal son profesionales de tercer nivel. En lo que respecta al ámbito laboral se presenta que el 33% del personal está en un rango de antigüedad de 0 a 5 años, el 22% en un rango de 6 a 11 años y el 45% del personal poseen una experiencia laboral en un rango de 12 a 17 años.

Procesos Operativos del Área de Señalización Vial

Dentro de los procesos más importantes que se realizan diariamente por parte del área de señalización vial se detallan los siguientes:

Proceso de Señalización de Cruces Peatonales.

La señalización de un cruce peatonal delimita una zona de la calzada por el cual los peatones tiene el derecho a circular de manera segura e irrestricta. Este tipo de señalización está constituida por bandas paralelas de color blanco cuya longitud dependerá de la afluencia de peatones que transiten por el lugar donde se va a llevar a cabo la señalización, la misma puede ir desde los 3 metros hasta los ocho metros de largo, un ancho de 0,45 metros y la distancia de separación entre bandas de 0,75 metros. Para la ejecución de este tipo de señalización se emplea pintura de trafico de color blanco. La Figura 3 presenta la señalización de un cruce peatonal terminado.



Figura 3. Cruce peatonal señalizado.

Fuente: (Quito informa, 2024)

Proceso de Señalización de Reductores de Velocidad

Según lo indica el Reglamento Técnico Ecuatoriano de señalización horizontal (RTE INEN 004-2, 2011), un reductor de velocidad es una reforma geométrica instalada sobre la calzada, su función es hacer que los conductores de los vehículos disminuyan la velocidad. La instalación de estos reductores de velocidad se los hace en lugares donde existe gran afluencia de transeúntes, zonas escolares y lugares residenciales. La figura 4 muestra un reductor de velocidad con la señalización ejecutada.



Figura 4. Reductor de velocidad señalado.
Fuente: (Quito informa, 2024)

En lo que respecta a la señalización de los reductores de velocidad, se aplica pintura de tráfico de color amarillo sobre toda la reforma geométrica, además se señala dos triángulos continuos de color blanco los cuales indican el sentido de dirección de la vía (RTE INEN 004-2, 2011).

Proceso de Señalización de Bordillos

Los bordillos corresponden a la unión entre la acera por donde transitan los peatones y la calzada por la cual circulan los vehículos, la señalización de los bordillos se la realiza con pintura de tráfico de color amarillo. El objetivo de este tipo de señalización es indicar a los conductores la prohibición de estacionar los vehículos a lo largo del tramo de la vía. por lo general esta señalización debe ser ejecutada junto con señales verticales de no estacionar. La figura 5 presenta la demarcación de los bordillos en las vías de la ciudad de Quito.



Figura 5. Bordillo señalizado.
Fuente: (Quito informa, 2024)

Procedimiento para la Ejecución de Trabajos de Señalización Vial Horizontal

Mediante diagrama de bloques, la figura 6 se presenta el paso a paso para llevar a cabo la implementación y ejecución de los diferentes procesos de señalización de las vías en el Distrito Metropolitano de Quito.

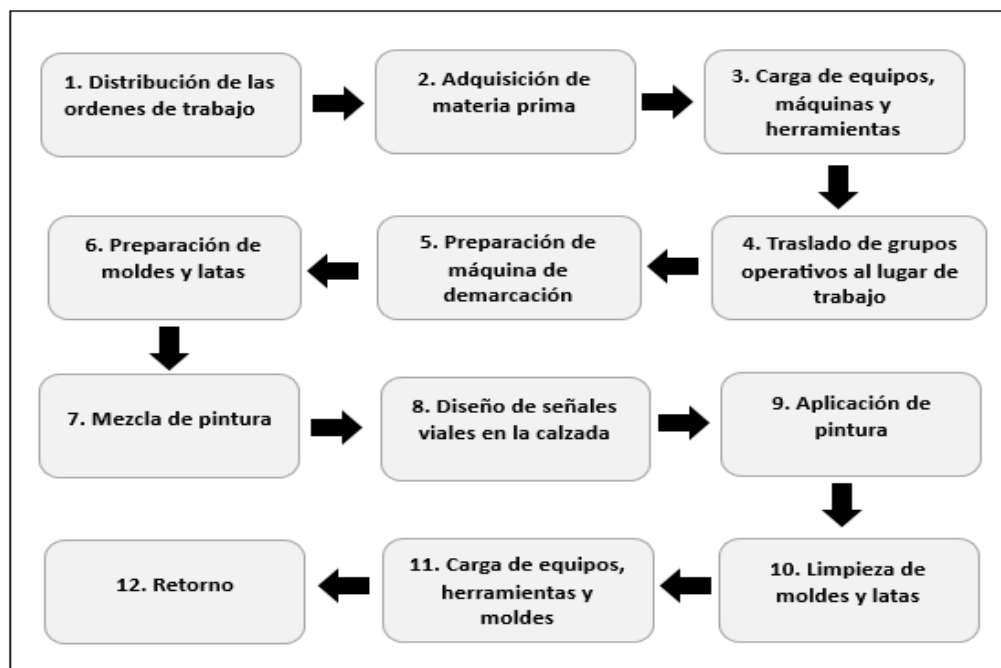


Figura 6. Procedimiento para la ejecución de los procesos de señalización de las vías

- 1. Distribución de las ordenes de trabajo:** diariamente el supervisor del área es el encargado de entregar a cada grupo operativo la orden de trabajo, dicha orden contiene el lugar exacto donde se va a efectuar el trabajo, el material necesario a emplearse y el tipo de trabajo que se va a ejecutar.
- 2. Adquisición de materia prima:** de acuerdo a las actividades a desempeñar en la orden de trabajo se solicita la cantidad necesaria de pintura acrílica de tráfico y el total de Kg de granulado reflectivo (micro-esfera).
- 3. Carga de equipos, máquinas y herramientas:** el grupo operativo es el encargado de cargar las herramientas, equipos y moldes en el vehículo asignado para la ejecución de los trabajos, para cargar la máquina de demarcación vial (Line Láser) en la caja o balde de la camioneta se lo hace mediante una rampa con la finalidad de evitar el sobre esfuerzo, ya que dicha máquina tiene un peso aproximado de 108 kg.
- 4. Traslado de grupos operativos al lugar de trabajo:** Cada grupo operativo tiene designado un vehículo con su respectivo conductor, este será el encargado de transportar tanto al personal operativo como a la máquina y demás materiales a cada puesto de trabajo. De la misma manera se encarga del retorno del personal al campamento del área de señalización.
- 5. Preparación de máquina de demarcación:** esta máquina en la mayoría de los procesos permanece sobre la camioneta por lo que no existe la necesidad de hacer un sobre esfuerzo en tema de carga para su movilización, el encargado del grupo u operador de máquina es la persona encargada de verificar que la máquina esté en orden para el inicio de las actividades, dentro de esto se debe verificar que la máquina tenga lo siguiente:
 - Gasolina suficiente para su operación

- El tanque de pintura este con la cantidad necesaria
- El nivel de aceite adecuado para su funcionamiento
- Las mangueras de aplicación no tengan fugas
- Verificar la boquilla con la que se va a aplicar la pintura

- 6. Preparación de moldes y latas:** se designa una persona del grupo para se encargue de aplicar aceite quemado (aceite de reciclaje) sobre los moldes, esto permite que la limpieza de estos sea más rápida. La aplicación del aceite se lo realiza con la ayuda de una escoba, la cual permite realizar la actividad sin ningún tipo de riesgo para el auxiliar de señalización.
- 7. Mezcla de pintura:** Esta actividad la realiza un auxiliar de señalización, la mezcla de la pintura es manual y para esto se requiere del levantamiento de la caneca de pintura. El procedimiento que realiza el auxiliar de señalización es realizar el mezclado de la pintura de un envase a otro lo que implica posturas forzada y levantamiento manual de cargas. Se debe considerar que el contenido de la caneca es de 5 galones (18,92 litros), con una densidad para este tipo de pintura de entre 1.40 Kg/l – 1.43 Kg/l. (Ver Anexo 1)
- 8. Diseño de señales viales en la calzada:** una vez en lugar de trabajo, se asignan dos auxiliares de señalización para el diseño de las señales sobre la calzada, este diseño se lo hace bajo Norma Técnica Ecuatoriana (RTE INEN 004-2, 2011), la marcación de las distintas señales viales se lo hace con piola de algodón y tiza, la importancia de este procedimiento es que sobre las líneas marcadas en la calzada se colocaran los moldes para la aplicación de la pintura. Para este tipo de actividad no se identifica ningún tipo de riesgo que afecte la salud y bienestar del trabajador
- 9. Aplicación de pintura:** la persona encargada de aplicar la pintura es el operador de máquina o encargado de grupo, una vez colocados los moldes sobre la calzada procede a aplicar la

pintura mediante el accionamiento de la pistola, la misma que arroja la pintura con una presión de 3300 PSI.

10. Limpieza de moldes: una vez concluidos los trabajos, dos personas son las encargadas de realizar la limpieza de los moldes, es importante indicar que los desechos y residuos de pintura son colocados en los recipientes vacíos de pintura para posteriormente ser trasladados al campamento de señalización, donde el área de seguridad industrial y ambiente se encarga del manejo de estos residuos.

11. Carga de equipos, herramientas y moldes: finalizado el proceso de señalización los trabajadores proceden a cargar todos los equipos, herramientas y moldes en el vehículo.

12. Retorno: una vez ejecutada la orden de trabajo diaria, el grupo operativo retorna al campamento de señalización vial

Descripción de los Puestos de Trabajo en el Área de Señalización Vial

El área de señalización vial ejecuta trabajos muy importantes con el fin de garantizar la seguridad y fluidez del tránsito vehicular en las vías de la ciudad de Quito. Todos los trabajadores que laboran dentro del área desempeñan roles fundamentales en el diseño, mantenimiento y ejecución de la señalización de las vías, con la finalidad de contribuir en la prevención de accidentes y en la seguridad de los peatones. Dentro del área de señalización los cuales realizan trabajos en las vías públicas de la ciudad de Quito, existen los siguientes puestos de trabajo, los mismos que se pasan a detallar a continuación:

Operador de máquina de señalización: este trabajador a más de operar la máquina de señalización es la persona que está al frente del grupo operativo y las funciones principales que realiza son:

- Receptar las ordenes de trabajo diarios.
- Preparar la máquina previa al inicio de las actividades.
- Operar la máquina para aplicar la pintura sobre el diseño plasmado en la calzada.
- Realizar mantenimiento preventivo básico de la máquina.
- Dar informes al supervisor del área de los trabajos ejecutados.

La Figura 7 muestra la postura que adopta el trabajador gran parte del tiempo al momento de ejecutar sus actividades.



Figura 7. Ejecución de actividades del operador de la máquina

Entre todas las funciones que realiza el trabajador, existe una actividad que implica que el trabajador mantenga posturas inadecuadas al momento de aplicar la pintura sobre la calzada, lo que puede generar dolores o molestias musculoesqueléticas a nivel de región lumbar.

Auxiliar de señalización: para la conformación del grupo operativo es necesario la participación de tres auxiliares de señalización, estos trabajadores serán los encargados de asistir al operador de la máquina para la ejecución, diseño y mantenimiento en los procesos de señalización horizontal de las vías en los procesos, además son los destinados a realizar las siguientes funciones:

- Cargar equipos, máquinas y herramientas
- Preparación de moldes para diseño de la señalización vial.
- Preparación y mezcla de pintura acrílica de tráfico.

- Preparar y limpiar el área de trabajo para la ejecución de los trabajos
- Diseño y marcación de la señalética a implementar sobre la calzada.
- Limpieza de moldes y equipos.



Figura 8. Actividades que ejecuta el auxiliar de señalización

Dentro de las funciones que desempeña a diario el auxiliar de señalización se puede destacar que la actividad de mezclado de pintura implica el empleo de posturas forzadas y levantamiento manual de cargas, ya que debe levantar una carga manual para mezclar la pintura de un envase a otro, el levantamiento de esta carga corresponde al peso de la caneca de pintura acrílica de tráfico.

Materiales y Métodos

En lo que respecta a señalización vial horizontal, el área está conformada por 9 trabajadores operativos en jornada laboral diurna, distribuidos en 3 grupos designados para actividades de señalización vial dentro de la ciudad de Quito, por lo tanto, se determina que la población es pequeña y no es necesario realizar el cálculo de muestreo.

La población por evaluar está constituida por trabajadores que oscilan en un rango de edad entre 20 a 44 años, los cuales cumplen actividades relacionadas a su denominación dentro del área de señalización vial. La tabla 3 muestra los puestos de trabajo que existen actualmente en el área de

señalización, en la misma se puede constatar que los auxiliares de señalización ocupan el 67% del total de trabajadores seguidos de los operadores de máquina con el 33%.

Tabla 3. Denominación de los puestos de trabajo

CARGOS POR PUESTOS DE TRABAJO		
Denominación	N	Porcentaje
AUXILIAR DE SEÑALIZACIÓN	6	67%
OPERADOR DE MÁQUINA	3	33%
TOTAL	9	100%

Elaborado por: E. Argotty, (2024)

Identificación de Factores de Riesgos en los Procesos de Señalización de las Vías

Para realizar una evaluación ergonómica de los puestos de trabajo en el área de señalización es necesario iniciar con la identificación de los factores de riesgo a los cuales están expuestos los trabajadores que intervienen en los procesos de señalización de las vías de la ciudad de Quito. Por lo tanto, para la identificación de los factores de riesgo se utilizará la Guía Técnica Colombiana 45 (GTC-45), por otra parte, para determinar las molestias o dolores en los órganos de locomoción de los trabajadores será necesario de la aplicación del cuestionario Nórdico de Kuorinka. Es muy importante indicar que las actividades que se desarrollan a diario en los procesos de señalización de las vías presentan diversos riesgos debido al tipo de actividades y el entorno en el cual se desarrollan las actividades laborales.

Identificación de los Factores de Riesgo Mediante La Guía Técnica Colombiana GTC-45

Según el Instituto Colombiano de Normas Técnicas ICONTEC (2012), el objetivo de esta guía es proporcionar directrices que permitan identificar los peligros y valorar los riesgos en seguridad y salud ocupacional de los trabajadores, esta metodología permite mejorar las condiciones de trabajo

y ayuda a prevenir lesiones y enfermedades relacionadas con los factores de riesgos a los que los trabajadores se exponen al momento de cumplir su jornada laboral.

Una vez identificados los factores de riesgos ergonómicos en los puestos de trabajo del área de señalización, se establecerá criterios y procedimientos para evaluar el nivel y la severidad de los riesgos identificados en las tareas que realizan los trabajadores, con el fin de establecer estrategias y medidas para minimizar y controlar los riesgos ergonómicos y de esta manera mejorar la salud y la calidad de vida de los trabajadores operativos.

La importancia del uso de esta metodología para el desarrollo de la investigación es que una vez identificados los riesgos y gestionados de manera adecuada, se obtendrán resultados que permitan lo siguiente:

- Mejorar la salud y seguridad de los trabajadores de área de señalización vial.
- Minimizar la incidencia de lesiones y enfermedades profesionales propias de las actividades que se ejecutan en los procesos de señalización de las vías.
- Crear condiciones de trabajo seguras que permitan a los trabajadores tener mejor desempeño en sus funciones y de esta manera elevar la productividad.

Tabla 4. Matriz de riesgo puesto de trabajo operador de máquina.

MATRIZ DE RIESGO GTC-45																					
ELABORADO POR		EDISON ARGOTTY																			
FECHA DE		03 DE JULIO 2024																			
PUESTO DE		OPERADOR DE MÁQUINA																			
PROCESO		SEÑALIZACIÓN VIAL HORIZONTAL																			
ITEM	TAREAS	RUTINARIA: SI O NO	PELIGRO		EFECTOS POSIBLES EN LA SALUD	CONTROLES EXISTENTES			EVALUACIÓN DEL RIESGO					VALORACIÓN DEL RIESGO		MEDIDAS DE INTERVENCIÓN					
			DESCRIPCIÓN	CLASIFICACIÓN		FUENTE	MEDIO	INDIVIDUO	NIVEL DE DEFICIENCIA	NIVEL DE EXPOSICIÓN	NIVEL DE PROBABILIDAD (NP= ND x NE)	INTERPRETACIÓN DEL NIVEL DE PROBABILIDAD	NIVEL DE CONSECUENCIA	NIVEL DE RIESGO (NR) e INTERVENCIÓN	INTERPRETACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO (NR)	ACEPTABILIDAD DEL RIESGO	ELIMINACIÓN	SUSTITUCIÓN	CONTROLES DE INGENIERÍA	CONTROLES ADMINISTRATIVOS, SEÑALIZACIÓN, ADVERTENCIA	EQUIPOS / ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL
1	Operación de la máquina fridora para aplicación de pintura sobre la carzada, mantenimiento de máquina de señalización	SI	Exposición a ruido	Riesgo Físico	Pérdida de audición, estrés y fatiga laboral			Uso de protectores auditivos	2	1	2	Bajo	25	50	■ Mejorar si es posible. Sería conveniente justificar la intervención y su rentabilidad.	Acceptable				Capacitar al personal del uso adecuado de los EPP y los riesgos de exposición a los niveles de ruido dB	Uso de orejeras o protector auditivo
2		SI	Posturas prolongadas, forzadas, mantenidas	Riesgo Ergonómico	Dolores y lesiones musculoesqueléticas, trauma en la región lumbar			Capacitación en prevención de Riesgos Ergonómicos	6	3	18	Alto	60	1000	I Situación crítica. Suspender actividades hasta que el riesgo esté bajo control. Intervención urgente.	No Acceptable			Rediseño ergonómico del puesto de trabajo	Implementar capacitaciones de prevención de riesgos ergonómicos	Uso de cinturón o faja de seguridad industrial
3		SI	Levantamiento de cargas	Riesgo Ergonómico	Dolor, Lumbalgia y lesiones musculoesqueléticas			Capacitación en prevención de Riesgos Ergonómicos (levantamiento de cargas)	2	2	4	Bajo	25	100	■ Mejorar si es posible. Sería conveniente justificar la intervención y su rentabilidad.	Acceptable				Implementar capacitaciones de prevención de riesgos ergonómicos en levantamiento de cargas	Uso de cinturón o faja de seguridad industrial

Elaborado por: E. Argotty, (2024)

Tabla 5. Matriz de riesgo puesto de trabajo auxiliar de señalización

MATRIZ DE RIESGO GTC-45																				
ELABORADO POR		EDISON ARGOTTY																		
FECHA DE		03 DE JULIO 2024																		
PUESTO DE		AUXILIAR DE SEÑALIZACIÓN																		
PROCESO		SEÑALIZACIÓN VIAL HORIZONTAL																		
ITEM	TAREAS	RUTINARIA: SI O NO	PELIGRO			CONTROLES EXISTENTES			EVALUACIÓN DEL RIESGO					VALORACIÓN DEL RIESGO		MEDIDAS DE INTERVENCIÓN				
			DESCRIPCIÓN	CLASIFICACIÓN	EFFECTOS POSIBLES EN LA SALUD	FUENTE	MEDIO	INDIVIDUO	NIVEL DE DEFICIENCIA	NIVEL DE EXPOSICIÓN	NIVEL DE PROBABILIDAD (NPS IND x INE)	INTERPRETACIÓN DEL NIVEL DE PROBABILIDAD	NIVEL DE CONSECUENCIA	NIVEL DE RIESGO (NR) * INTERVENCIÓN	INTERPRETACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO (NR)	ACEPTABILIDAD DEL RIESGO	ELIMINACIÓN	SITUACIÓN	CONTROLES DE INGENIERÍA	CONTROLES ADMINISTRATIVOS, SEÑALIZACIÓN, ADVERTENCIA
1	Señalización de cruces peatonales, reductores de velocidades y barriles. Movimiento y limpieza de moldes, mezcla y preparación de pintura, diseño de señalización sobre la calzada, carga de equipos y herramientas.	SI	Exposición a ruido	Riesgo Físico	Pérdida de audición, estrés y fatiga laboral			Protectores auditivos.	2	1	2	Bajo	10	20	IV	Acceptable			Capacitar al personal del uso adecuado de los EPP y los riesgos de exposición a los niveles de ruido dB	Uso de protección auditiva.
2		SI	Levantamiento manual de cargas	Riesgo Ergonómico	Dolor, Lumbaga y lesiones musculoesqueléticas			Condominio en Cargas y Posturas Adecuadas, Pausas activas Exámenes médicos anuales	10	3	30	Muy Alto	25	750	I	No Aceptable		Rediseño ergonómico del puesto de trabajo	Capacitar en manejo seguro de levantamientos de cargas, controlar la aplicación de las normas de seguridad.	Uso de cinturón o baja de seguridad Industrial
3		SI	Posturas forzadas o mantenidas	Riesgo Ergonómico	Dolores y lesiones musculoesqueléticas, trauma en la región lumbar			Capacitación en prevención de Riesgos Ergonómicos Mecánicos. Exámenes médicos anuales	2	3	6	Medio	25	150	II	No Aceptable		Rediseño ergonómico del puesto de trabajo	Implementar capacitaciones de prevención de riesgos ergonómicos.	Uso de cinturón o baja de seguridad Industrial

Elaborado por: E. Argotty, (2024)

Resultados de la Evaluación a los Puestos de Trabajo con la Matriz GT-C45

Los resultados obtenidos en el puesto de trabajo de operador de máquina indican que en las actividades de señalización de las vías existe un nivel de riesgo de 1080 dando como resultado en la valoración de riesgo ergonómico de “No aceptable”, ya que debido a las posturas forzadas o mantenidas el trabajador puede contraer dolores y lesiones musculo esqueléticas que pueden provocar trauma en la región lumbar. Además, indica que existe un nivel de riesgo de 100 con una valoración de riesgo ergonómico “Aceptable”, esto debido a actividades que implican el levantamiento manual de cargas lo que puede provocar la aparición de dolores lumbares y lesiones musculo esqueléticas.

Por otro lado, los resultados obtenidos en la matriz de riesgo evaluado al puesto de trabajo del auxiliar de señalización indican un nivel de riesgo ergonómico de 750 en donde el resultado de la valoración de riesgo da un resultado de “No aceptable”, esto debido a las actividades que realiza el trabajador en donde se evidencia levantamiento manual de cargas, el cual puede provocar dolores en la región lumbar también conocido como lumbalgia, la misma que según la OMS (2023), se presenta con dolor en la región lumbar cerca de los bordes de las costillas y los glúteos dificultando el movimiento y afectando la calidad de vida de quien la padezca. Además, existe un nivel de riesgo de 150 que en la valoración de riesgo se califica como no aceptable debido a las posturas forzadas o mantenidas que ejerce el trabajador lo que también implica la aparición de dolores musculo esqueléticas a nivel de la región lumbar.

Cuestionario Nórdico de Kuorinka

Para Ibacache (2020), el cuestionario nórdico de Kuorinka fue diseñado como una herramienta de diagnóstico para detectar trastornos musculoesqueléticos a los que están expuestos los

trabajadores. La localización de los síntomas va relacionados al área corporal de cada persona en la ejecución de sus actividades, el diseño del puesto de trabajo o el adecuado uso de herramientas. La estructura del cuestionario está formada por preguntas de selección múltiple y puede ser respondida por la misma persona encuestada, sin presencia del encuestador o a su vez puede ser aplicada por el encuestador como parte de la entrevista.

Para el desarrollo de la investigación se tomó en cuenta el cuestionario general, el mismo que en su estructura se solicita información acerca del género de la persona, año de nacimiento, el peso, la estatura, los años que lleva realizando la actividad y las horas laborables en la semana. (Ver anexo 2).

El cuestionario Nórdico de percepción de síntomas músculo esqueléticos fue desarrollado como encuesta a los nueve trabajadores del área de señalización, la misma fue aplicada bajo el consentimiento de cada trabajador y guiada por el investigador. Los datos obtenidos están clasificados de acuerdo a la denominación que posee cada trabajador.

Cuestionario de Kuorinka aplicado al personal auxiliar de señalización

Para complementar los resultados obtenidos en la matriz de riesgo GTC-45 respecto a los riesgos ergonómicos que existe en el puesto de trabajo del auxiliar de señalización, se aplicará el cuestionario Nórdico de Kuorinka de manera individual a los seis trabajadores con el fin de determinar síntomas o dolencias que puedan generar algún trastorno musculoesquelético.

Cuestionario Nórdico aplicado al Auxiliar de señalización 1

El análisis realizado al auxiliar de señalización 1 presenta sintomatología musculoesqueléticas con afecciones en áreas del aparato locomotor como el codo y la espalda (región lumbar). Ante los resultados obtenidos es importante realizar un análisis más detallado, como una evaluación ergonómica del puesto de trabajo con el fin de determinar las causas posibles para emplear medidas preventivas y correctivas.

Tabla 6. Cuestionario Nórdico Auxiliar de señalización 1

CUESTIONARIO ACERCA DE PROBLEMAS EN LOS ORGANOS DE LA LOCOMOCIÓN					
Fecha consulta: 22/025/2024	Sexo: F	M <input checked="" type="checkbox"/>	Año nacimiento: 1992	Peso: 79 Kg	Talla: 176 cm
¿Cuánto tiempo lleva realizando el mismo tipo de trabajo?		Años:	8	Meses:	3
En promedio, ¿Cuántas horas a la semana trabaja?			Horas:	40	
PROBLEMAS EN EL APARATO LOCOMOTOR					
Para ser respondido por todos					
¿En algún momento durante los últimos 12 meses, ha tenido problemas (dolor, molestias, disconfort) en:					
Cuello	No <input checked="" type="checkbox"/>	Si			
Hombro	No <input checked="" type="checkbox"/>	Si	lzq.	Der.	
Codo	No	Si <input checked="" type="checkbox"/>	lzq.	Der. <input checked="" type="checkbox"/>	
Muñeca	No <input checked="" type="checkbox"/>	Si	lzq.	Der.	
Espalda alta (región dorsal)	No <input checked="" type="checkbox"/>	Si			
Espalda baja (región lumbar)	No	Si <input checked="" type="checkbox"/>			
Una o ambas caderas / piernas	No <input checked="" type="checkbox"/>	Si			
Una o ambas rodillas	No <input checked="" type="checkbox"/>	Si			
Uno o ambos tobillos / pies	No <input checked="" type="checkbox"/>	Si			

PROBLEMAS EN EL APARATO LOCOMOTOR			
Para ser respondido solo por aquellos que han presentado problemas durante los últimos 12 meses			
¿En algún momento durante los últimos 12 meses ha tenido impedimento para hacer su trabajo normal (en casa o fuera de casa) debido a sus molestias?		¿Ha tenido problemas en cualquier momento de estos últimos 7 días?	
SI	NO	SI	NO
SI	NO	SI	NO
SI	NO X	SI	NO X
SI	NO	SI	NO
SI	NO	SI	NO
SI	NO X	SI	NO X
SI	NO	SI	NO
SI	NO	SI	NO
SI	NO	SI	NO

COLUMNA LUMBAR (Espalda baja)		
1. ¿Alguna vez ha tenido problemas en la parte baja de la espalda (molestias, dolor o discomfort)?	NO	SI X
Si respondió "NO" a la pregunta 1, entonces NO responda las preguntas 2 a la 8		
2. ¿Ha sido hospitalizado por problemas en la parte baja de la espalda?	NO X	SI
3. ¿Alguna vez ha tenido que cambiar de trabajo o deberes debido a problemas en la espalda baja?	NO X	SI
4. ¿Cuál es el tiempo total que ha tenido problemas en la espalda baja durante los últimos 12 meses?	0 días 1 - 7 días 8 - 30 días Más de 30 días Todos los días	X
Si usted respondió "0 días" en la pregunta 4, entonces NO responda las preguntas 5 a la 8		
5. ¿Los problemas de la parte baja de la espalda le han hecho reducir su actividad durante los últimos 12 meses?		
a) ¿Actividad laboral (en casa o fuera de casa)?	NO X	SI
b) ¿Actividad de ocio?	NO X	SI
6. ¿Cuál es el tiempo total que los problemas de espalda baja le han impedido hacer su trabajo normal (en casa o fuera de casa) durante los últimos 12 meses?	0 días 1 - 7 días 8 - 30 días Más de 30 días Todos los días	X
7. ¿Ha sido atendido por un médico, fisioterapeuta, u otra persona por problemas en la parte baja de la espalda durante los últimos 12 meses?	NO X	SI
8. ¿Ha tenido problemas de espalda baja en algún momento durante los últimos 7 días?	NO X	SI

Cuestionario Nórdico aplicado al Auxiliar de señalización 2

El análisis indica que existe presencia sintomatología musculoesqueléticos importante en el auxiliar de señalización 2 (Tabla 7), los resultados reflejan afecciones en gran parte del aparato locomotor como el cuello, hombro, espalda alta y región lumbar. Por lo que, es muy recomendable implementar un programa de evaluación ergonomico para determinar si las molestias van relacionadas por posturas forzadas o manipulación de cargas. Por lo tanto, es muy importante realizar un seguimiento a las actividades que realiza el trabajador para determinar los motivos de las dolencias musculoesqueléticos para proponer medidas de prevención y corrección.

Tabla 7. Cuestionario Nórdico Auxiliar de señalización 2

CUESTIONARIO ACERCA DE PROBLEMAS EN LOS ORGANOS DE LA LOCOMOCIÓN					
Fecha consulta: 22/025/2024	Sexo: F	M <input checked="" type="checkbox"/>	Año nacimiento: 1986	Peso: 78 Kg	Talla: 173 cm
¿Cuánto tiempo lleva realizando el mismo tipo de trabajo?		Años:	10	Meses:	5
En promedio, ¿Cuántas horas a la semana trabaja?			Horas:	40	
PROBLEMAS EN EL APARATO LOCOMOTOR					
Para ser respondido por todos					
¿En algún momento durante los últimos 12 meses, ha tenido problemas (dolor, molestias, disconfort) en:					
Cuello	No	Si <input checked="" type="checkbox"/>			
Hombro	No	Si <input checked="" type="checkbox"/>	lqz.	Der.	<input checked="" type="checkbox"/>
Codo	No <input checked="" type="checkbox"/>	Si	lqz.	Der.	
Muñeca	No <input checked="" type="checkbox"/>	Si	lqz.	Der.	
Espalda alta (región dorsal)	No	Si <input checked="" type="checkbox"/>			
Espalda baja (región lumbar)	No	Si <input checked="" type="checkbox"/>			
Una o ambas caderas / piernas	No <input checked="" type="checkbox"/>	Si			
Una o ambas rodillas	No <input checked="" type="checkbox"/>	Si			
Uno o ambos tobillos / pies	No <input checked="" type="checkbox"/>	Si			

PROBLEMAS EN EL APARATO LOCOMOTOR			
Para ser respondido solo por aquellos que han presentado problemas durante los últimos 12 meses			
¿En algún momento durante los últimos 12 meses ha tenido impedimento para hacer su trabajo normal (en casa o fuera de casa) debido a sus molestias?		¿Ha tenido problemas en cualquier momento de estos últimos 7 días?	
SI X	NO	SI	NO X
SI	NO X	SI	NO X
SI	NO	SI	NO
SI	NO	SI	NO
SI	NO X	SI X	NO
SI X	NO	SI X	NO
SI	NO	SI	NO
SI	NO	SI	NO
SI	NO	SI	NO

COLUMNA LUMBAR (Espalda baja)		
1. ¿Alguna vez ha tenido problemas en la parte baja de la espalda (molestias, dolor o discomfort)?	NO	SI X
Si respondió "NO" a la pregunta 1, entonces NO responda las preguntas 2 a la 8		
2. ¿Ha sido hospitalizado por problemas en la parte baja de la espalda?	NO X	SI
3. ¿Alguna vez ha tenido que cambiar de trabajo o deberes debido a problemas en la espalda baja?	NO X	SI
4. ¿Cuál es el tiempo total que ha tenido problemas en la espalda baja durante los últimos 12 meses?	0 días 1 - 7 días 8 - 30 días Más de 30 días Todos los días	X
Si usted respondió "0 días" en la pregunta 4, entonces NO responda las preguntas 5 a la 8		
5. ¿Los problemas de la parte baja de la espalda le han hecho reducir su actividad durante los últimos 12 meses?		
a) ¿Actividad laboral (en casa o fuera de casa)?	NO	SI X
b) ¿Actividad de ocio?	NO X	SI
6. ¿Cuál es el tiempo total que los problemas de espalda baja le han impedido hacer su trabajo normal (en casa o fuera de casa) durante los últimos 12 meses?	0 días 1 - 7 días 8 - 30 días Más de 30 días Todos los días	X
7. ¿Ha sido atendido por un médico, fisioterapeuta, u otra persona por problemas en la parte baja de la espalda durante los últimos 12 meses?	NO	SI X
8. ¿Ha tenido problemas de espalda baja en algún momento durante los últimos 7 días?	NO X	SI

Cuestionario Nórdico aplicado al Auxiliar de señalización 3

Para el auxiliar de señalización 3 (Tabla 8), el análisis indica presencia sintomatológica musculoesquelética importante en zonas del cuello, espalda alta y espalda baja. Por lo tanto, es necesario realizar evaluaciones ergonómicas exhaustivas del puesto del trabajo del auxiliar de señalización, para determinar cuáles son las causas de las dolencias musculoesqueléticas con la finalidad de aplicar medidas preventivas para precautelar la salud del trabajador.

Tabla 8. Cuestionario Nórdico Auxiliar de señalización 3

CUESTIONARIO ACERCA DE PROBLEMAS EN LOS ORGANOS DE LA LOCOMOCIÓN					
Fecha consulta: 22/025/2024	Sexo: F	M <input checked="" type="checkbox"/>	Año nacimiento: 1997	Peso: 81 Kg	Talla: 177 cm
¿Cuánto tiempo lleva realizando el mismo tipo de trabajo?		Años:	2	Meses:	8
En promedio, ¿Cuántas horas a la semana trabaja?			Horas:	40	
PROBLEMAS EN EL APARATO LOCOMOTOR					
Para ser respondido por todos					
¿En algún momento durante los últimos 12 meses, ha tenido problemas (dolor, molestias, discomfort) en:					
Cuello	No	Si <input checked="" type="checkbox"/>			
Hombro	No <input checked="" type="checkbox"/>	Si	Izq.	Der.	
Codo	No <input checked="" type="checkbox"/>	Si	Izq.	Der.	
Muñeca	No <input checked="" type="checkbox"/>	Si	Izq.	Der.	
Espalda alta (región dorsal)	No	Si <input checked="" type="checkbox"/>			
Espalda baja (región lumbar)	No	Si <input checked="" type="checkbox"/>			
Una o ambas caderas / piernas	No <input checked="" type="checkbox"/>	Si			
Una o ambas rodillas	No <input checked="" type="checkbox"/>	Si			
Uno o ambos tobillos / pies	No <input checked="" type="checkbox"/>	Si			

PROBLEMAS EN EL APARATO LOCOMOTOR			
Para ser respondido solo por aquellos que han presentado problemas durante los últimos 12 meses			
¿En algún momento durante los últimos 12 meses ha tenido impedimento para hacer su trabajo normal (en casa o fuera de casa) debido a sus molestias?		¿Ha tenido problemas en cualquier momento de estos últimos 7 días?	
SI	NO X	SI	NO X
SI	NO	SI	NO
SI	NO	SI	NO
SI	NO	SI	NO
SI	NO X	SI	NO X
SI X	NO	SI	NO X
SI	NO	SI	NO
SI	NO	SI	NO
SI	NO	SI	NO

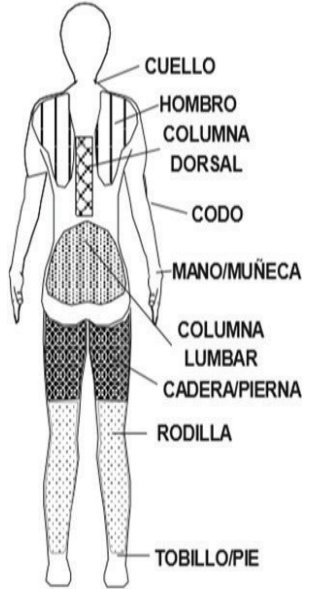
COLUMNA LUMBAR (Espalda baja)		
1. ¿Alguna vez ha tenido problemas en la parte baja de la espalda (molestias, dolor o discomfort)?	NO	SI X
Si respondió "NO" a la pregunta 1, entonces NO responda las preguntas 2 a la 8		
2. ¿Ha sido hospitalizado por problemas en la parte baja de la espalda?	NO X	SI
3. ¿Alguna vez ha tenido que cambiar de trabajo o deberes debido a problemas en la espalda baja?	NO X	SI
4. ¿Cuál es el tiempo total que ha tenido problemas en la espalda baja durante los últimos 12 meses?	0 días 1 - 7 días 8 - 30 días Más de 30 días Todos los días	X
Si usted respondió "0 días" en la pregunta 4, entonces NO responda las preguntas 5 a la 8		
5. ¿Los problemas de la parte baja de la espalda le han hecho reducir su actividad durante los últimos 12 meses?		
a) ¿Actividad laboral (en casa o fuera de casa)?	NO X	SI
b) ¿Actividad de ocio?	NO X	SI
6. ¿Cuál es el tiempo total que los problemas de espalda baja le han impedido hacer su trabajo normal (en casa o fuera de casa) durante los últimos 12 meses?	0 días 1 - 7 días 8 - 30 días Más de 30 días Todos los días	X
7. ¿Ha sido atendido por un médico, fisioterapeuta, u otra persona por problemas en la parte baja de la espalda durante los últimos 12 meses?	NO X	SI
8. ¿Ha tenido problemas de espalda baja en algún momento durante los últimos 7 días?	NO X	SI

Cuestionario Nórdico aplicado al Auxiliar de señalización 4

El análisis realizado al auxiliar de señalización 4 (Tabla 9), indica que, el trabajador lleva en el puesto de trabajo 2 años con 8 meses, tiempo en el cual ha presentado dolores musculares en los últimos 12 meses en el aparato locomotor en zonas como el hombro derecho, espalda alta y espalda baja. Se hace notar que el dolor no es recurrente ya que no ha tenido impedimento para realizar sus actividades en los últimos 12 meses. Aun así, es importante realizar evaluaciones ergonómicas del puesto de trabajo del auxiliar de señalización, para determinar cuáles son las causas de las dolencias musculoesqueléticas.

Tabla 9. Cuestionario Nórdico Auxiliar de señalización 4

CUESTIONARIO ACERCA DE PROBLEMAS EN LOS ORGANOS DE LA LOCOMOCIÓN					
Fecha consulta: 22/025/2024	Sexo: F	M <input checked="" type="checkbox"/>	Año nacimiento: 2001	Peso: 75 Kg	Talla: 169 cm
¿Cuánto tiempo lleva realizando el mismo tipo de trabajo?		Años:	2	Meses:	8
En promedio, ¿Cuántas horas a la semana trabaja?			Horas:	40	
PROBLEMAS EN EL APARATO LOCOMOTOR					
Para ser respondido por todos					
¿En algún momento durante los últimos 12 meses, ha tenido problemas (dolor, molestias, disconfort) en:					
Cuello	No <input checked="" type="checkbox"/>	Si			
Hombro	No	Si <input checked="" type="checkbox"/>	lzc.	Der. <input checked="" type="checkbox"/>	
Codo	No <input checked="" type="checkbox"/>	Si	lzc.	Der.	
Muñeca	No <input checked="" type="checkbox"/>	Si	lzc.	Der.	
Espalda alta (región dorsal)	No	Si <input checked="" type="checkbox"/>			
Espalda baja (región lumbar)	No	Si <input checked="" type="checkbox"/>			
Una o ambas caderas / piernas	No <input checked="" type="checkbox"/>	Si			
Una o ambas rodillas	No <input checked="" type="checkbox"/>	Si			
Uno o ambos tobillos / pies	No <input checked="" type="checkbox"/>	Si			



PROBLEMAS EN EL APARATO LOCOMOTOR			
Para ser respondido solo por aquellos que han presentado problemas durante los últimos 12 meses			
¿En algún momento durante los últimos 12 meses ha tenido impedimento para hacer su trabajo normal (en casa o fuera de casa) debido a sus molestias?		¿Ha tenido problemas en cualquier momento de estos últimos 7 días?	
SI	NO	SI	NO
SI	NO X	SI	NO X
SI	NO	SI	NO
SI	NO	SI	NO
SI	NO X	SI	NO X
SI	NO X	SI	NO X
SI	NO	SI	NO
SI	NO	SI	NO
SI	NO	SI	NO

COLUMNA LUMBAR (Espalda baja)		
1. ¿Alguna vez ha tenido problemas en la parte baja de la espalda (molestias, dolor o discomfort)?	NO	SI X
Si respondió "NO" a la pregunta 1, entonces NO responda las preguntas 2 a la 8		
2. ¿Ha sido hospitalizado por problemas en la parte baja de la espalda?	NO X	SI
3. ¿Alguna vez ha tenido que cambiar de trabajo o deberes debido a problemas en la espalda baja?	NO X	SI
4. ¿Cuál es el tiempo total que ha tenido problemas en la espalda baja durante los últimos 12 meses?	0 días 1 - 7 días 8 - 30 días Más de 30 días Todos los días	X
Si usted respondió "0 días" en la pregunta 4, entonces NO responda las preguntas 5 a la 8		
5. ¿Los problemas de la parte baja de la espalda le han hecho reducir su actividad durante los últimos 12 meses?		
a) ¿Actividad laboral (en casa o fuera de casa)?	NO	SI
b) ¿Actividad de ocio?	NO	SI
6. ¿Cuál es el tiempo total que los problemas de espalda baja le han impedido hacer su trabajo normal (en casa o fuera de casa) durante los últimos 12 meses?	0 días 1 - 7 días 8 - 30 días Más de 30 días Todos los días	
7. ¿Ha sido atendido por un médico, fisioterapeuta, u otra persona por problemas en la parte baja de la espalda durante los últimos 12 meses?	NO	SI
8. ¿Ha tenido problemas de espalda baja en algún momento durante los últimos 7 días?	NO	SI

Cuestionario Nórdico aplicado al Auxiliar de señalización 5

El análisis indica que existe presencia sintomatología musculoesqueléticos importante en el auxiliar de señalización 5 (Tabla 10), los resultados reflejan afecciones en gran parte del aparato locomotor como el cuello, muñeca, espalda alta y región lumbar. Por lo que, es muy recomendable implementar un programa de evaluación ergonómico para determinar si las molestias van relacionadas por posturas forzadas o manipulación de cargas. Por lo tanto, es muy importante realizar un seguimiento a las actividades que realiza el trabajador para determinar los motivos de las dolencias musculoesqueléticos para proponer medidas de prevención y corrección.

Tabla 10. Cuestionario Nórdico Auxiliar de señalización 5

CUESTIONARIO ACERCA DE PROBLEMAS EN LOS ORGANOS DE LA LOCOMOCIÓN					
Fecha consulta: 22/025/2024	Sexo: F	M <input checked="" type="checkbox"/>	Año nacimiento: 1998		Peso: 70 Kg Talla: 166 cm
¿Cuánto tiempo lleva realizando el mismo tipo de trabajo?		Años:		2	Meses: 8
En promedio, ¿Cuántas horas a la semana trabaja?			Horas:		40
PROBLEMAS EN EL APARATO LOCOMOTOR					
Para ser respondido por todos					
¿En algún momento durante los últimos 12 meses, ha tenido problemas (dolor, molestias, disconfort) en:					
Cuello	No	Si <input checked="" type="checkbox"/>			
Hombro	No	Si	lzq.	Der.	
Codo	No	Si	lzq.	Der.	
Muñeca	No	Si <input checked="" type="checkbox"/>	lzq.	Der. <input checked="" type="checkbox"/>	
Espalda alta (región dorsal)	No	Si <input checked="" type="checkbox"/>			
Espalda baja (región lumbar)	No	Si <input checked="" type="checkbox"/>			
Una o ambas caderas / piernas	No <input checked="" type="checkbox"/>	Si			
Una o ambas rodillas	No <input checked="" type="checkbox"/>	Si			
Uno o ambos tobillos / pies	No <input checked="" type="checkbox"/>	Si			
PROBLEMAS EN EL APARATO LOCOMOTOR					

Para ser respondido solo por aquellos que han presentado problemas durante los últimos 12 meses			
¿En algún momento durante los últimos 12 meses ha tenido impedimento para hacer su trabajo normal (en casa o fuera de casa) debido a sus molestias?		¿Ha tenido problemas en cualquier momento de estos últimos 7 días?	
SI	NO X	SI	NO X
SI	NO	SI	NO
SI	NO	SI	NO
SI X	NO	SI	NO X
SI	NO X	SI	NO X
SI X	NO	SI X	NO
SI	NO	SI	NO
SI	NO	SI	NO
SI	NO	SI	NO

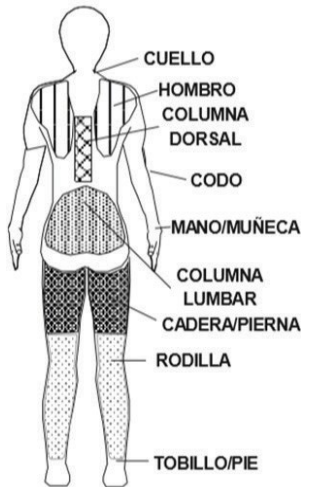
COLUMNA LUMBAR (Espalda baja)		
1. ¿Alguna vez ha tenido problemas en la parte baja de la espalda (molestias, dolor o discomfort)?	NO	SI X
Si respondió "NO" a la pregunta 1, entonces NO responda las preguntas 2 a la 8		
2. ¿Ha sido hospitalizado por problemas en la parte baja de la espalda?	NO X	SI
3. ¿Alguna vez ha tenido que cambiar de trabajo o deberes debido a problemas en la espalda baja?	NO X	SI
4. ¿Cuál es el tiempo total que ha tenido problemas en la espalda baja durante los últimos 12 meses?	0 días 1 - 7 días 8 - 30 días Más de 30 días Todos los días	X
Si usted respondió "0 días" en la pregunta 4, entonces NO responda las preguntas 5 a la 8		
5. ¿Los problemas de la parte baja de la espalda le han hecho reducir su actividad durante los últimos 12 meses?		
a) ¿Actividad laboral (en casa o fuera de casa)?	NO X	SI
b) ¿Actividad de ocio?	NO X	SI
6. ¿Cuál es el tiempo total que los problemas de espalda baja le han impedido hacer su trabajo normal (en casa o fuera de casa) durante los últimos 12 meses?	0 días 1 - 7 días 8 - 30 días Más de 30 días Todos los días	X
7. ¿Ha sido atendido por un médico, fisioterapeuta, u otra persona por problemas en la parte baja de la espalda durante los últimos 12 meses?	NO X	SI
8. ¿Ha tenido problemas de espalda baja en algún momento durante los últimos 7 días?	NO X	SI

Cuestionario Nórdico aplicado al Auxiliar de señalización 6

El análisis presenta varias sintomatologías musculoesqueléticas en varias áreas del aparato locomotor como son la espalda alta, región lumbar, caderas, rodillas y pies. Se puede tener presente que uno de los factores que causan estas dolencias es el tiempo que lleva el trabajador en el puesto de trabajo el cual es 13 años y 3 meses. Además, indica que ha tenido molestias a nivel dorso lumbar en los últimos 7 días, razón por la cual es necesario establecer evaluaciones ergonómicas que permitan determinar la causa de las dolencias del trabajador, las mismas que pueden estar afectando el desarrollo de las actividades diarias del trabajador

Tabla 11. Cuestionario Nórdico Auxiliar de señalización 6

CUESTIONARIO ACERCA DE PROBLEMAS EN LOS ORGANOS DE LA LOCOMOCIÓN						
Fecha consulta: 22/025/2024	Sexo: F	M <input checked="" type="checkbox"/>	Año nacimiento: 1982		Peso: 71 Kg	Talla: 165 cm
¿Cuánto tiempo lleva realizando el mismo tipo de trabajo?		Años:		13	Meses:	3
En promedio, ¿Cuántas horas a la semana trabaja?			Horas:		40	
PROBLEMAS EN EL APARATO LOCOMOTOR						
Para ser respondido por todos						
¿En algún momento durante los últimos 12 meses, ha tenido problemas (dolor, molestias, disconfort) en:						
Cuello	No <input checked="" type="checkbox"/>	Si				
Hombro	No <input checked="" type="checkbox"/>	Si	Izq.	Der.		
Codo	No <input checked="" type="checkbox"/>	Si	Izq.	Der.		
Muñeca	No	Si <input checked="" type="checkbox"/>	Izq.	Der.	<input checked="" type="checkbox"/>	
Espalda alta (región dorsal)	No	Si <input checked="" type="checkbox"/>				
Espalda baja (región lumbar)	No	Si <input checked="" type="checkbox"/>				
Una o ambas caderas / piernas	No	Si <input checked="" type="checkbox"/>				
Una o ambas rodillas	No	Si <input checked="" type="checkbox"/>				
Uno o ambos tobillos / pies	No <input checked="" type="checkbox"/>	Si				



PROBLEMAS EN EL APARATO LOCOMOTOR			
Para ser respondido solo por aquellos que han presentado problemas durante los últimos 12 meses			
¿En algún momento durante los últimos 12 meses ha tenido impedimento para hacer su trabajo normal (en casa o fuera de casa) debido a sus molestias?		¿Ha tenido problemas en cualquier momento de estos últimos 7 días?	
SI	NO	SI	NO
SI	NO	SI	NO
SI	NO	SI	NO
SI	NO X	SI	NO X
SI X	NO	SI X	NO
SI X	NO	SI X	NO
SI	NO X	SI	NO X
SI X	NO	SI	NO X
SI	NO	SI	NO

COLUMNA LUMBAR (Espalda baja)		
1. ¿Alguna vez ha tenido problemas en la parte baja de la espalda (molestias, dolor o discomfort)?	NO	SI X
Si respondió "NO" a la pregunta 1, entonces NO responda las preguntas 2 a la 8		
2. ¿Ha sido hospitalizado por problemas en la parte baja de la espalda?	NO X	SI
3. ¿Alguna vez ha tenido que cambiar de trabajo o deberes debido a problemas en la espalda baja?	NO X	SI
4. ¿Cuál es el tiempo total que ha tenido problemas en la espalda baja durante los últimos 12 meses?	0 días 1 - 7 días 8 - 30 días Más de 30 días Todos los días	X
Si usted respondió "0 días" en la pregunta 4, entonces NO responda las preguntas 5 a la 8		
5. ¿Los problemas de la parte baja de la espalda le han hecho reducir su actividad durante los últimos 12 meses?		
a) ¿Actividad laboral (en casa o fuera de casa)?	NO	SI X
b) ¿Actividad de ocio?	NO	SI X
6. ¿Cuál es el tiempo total que los problemas de espalda baja le han impedido hacer su trabajo normal (en casa o fuera de casa) durante los últimos 12 meses?	0 días 1 - 7 días 8 - 30 días Más de 30 días Todos los días	X
7. ¿Ha sido atendido por un médico, fisioterapeuta, u otra persona por problemas en la parte baja de la espalda durante los últimos 12 meses?	NO X	SI
8. ¿Ha tenido problemas de espalda baja en algún momento durante los últimos 7 días?	NO X	SI

Resultados generales del cuestionario Nórdico en el puesto de trabajo del auxiliar de señalización

La tabla 12 indica las afecciones musculoesqueléticas con mayor porcentaje en el puesto de trabajo de auxiliar de señalización, los cuales son: la espalda alta (región dorsal) con el 83% y en la espalda baja (región lumbar) con el 100% de los trabajadores, también se debe considerar que existen molestias a nivel de hombro y cuello. Es importante mencionar que este análisis se realizó a los 6 auxiliares de señalización vial.

Tabla 12. Molestia, dolor o disconfort en los auxiliares de señalización

Área corporal (6 trabajadores)	Auxiliar de señalización	Porcentaje
Cuello	3	50%
Hombro	2	33%
Codo	1	17%
Muñeca	2	33%
Espalda alta (región dorsal)	5	83%
Espalda baja (región lumbar)	6	100%
Una o ambas caderas/piernas	1	17%
Una o ambas rodillas	1	17%
Uno o ambos tobillos/pies	0	0%

Elaborado por: E. Argotty, (2024)

Cuestionario de Kuorinka aplicado al personal Operador de Máquina

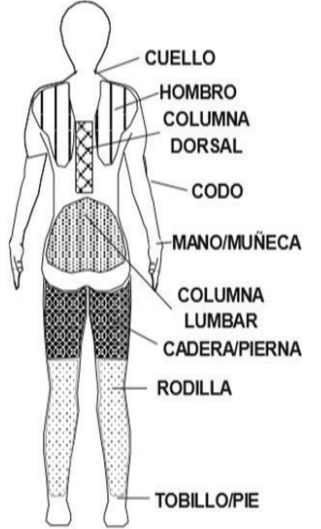
Para complementar los resultados obtenidos en la matriz de riesgo GTC-45 respecto a los riesgos ergonómicos que existe en el puesto de trabajo del operador de máquina, se aplicará el cuestionario Nórdico de Kuorinka de manera individual a los tres trabajadores con el fin de determinar síntomas o dolencias que puedan generar algún trastorno musculo esquelético.

Cuestionario Nórdico aplicado al Operador de máquina 1

El trabajador evaluado lleva en la empresa un tiempo de 15 años con 9 meses, por lo que según los resultados obtenidos presenta sintomatologías musculoesqueléticas en varias áreas del aparato locomotor como el cuello, hombro la espalda alta y región lumbar. Además, indica que ha presentado molestias para realizar sus actividades cotidianas en los últimos 12 meses y en los últimos 7 días. Por lo tanto, es necesario establecer evaluaciones ergonómicas que permitan determinar la causa de las dolencias del trabajador, las mismas que pueden estar afectando el desarrollo de las actividades diarias en el ámbito laboral y personal.

Tabla 13. Cuestionario Nórdico Operador de máquina 1

CUESTIONARIO ACERCA DE PROBLEMAS EN LOS ORGANOS DE LA LOCOMOCIÓN						
Fecha consulta: 22/025/2024	Sexo: F	M <input checked="" type="checkbox"/>	Año nacimiento: 1978		Peso: 74 Kg	Talla: 170 cm
¿Cuánto tiempo lleva realizando el mismo tipo de trabajo?		Años:	15	Meses:	9	
En promedio, ¿Cuántas horas a la semana trabaja?			Horas:	40		
PROBLEMAS EN EL APARATO LOCOMOTOR						
Para ser respondido por todos						
¿En algún momento durante los últimos 12 meses, ha tenido problemas (dolor, molestias, disconfort) en:						
Cuello	No	Si <input checked="" type="checkbox"/>				
Hombro	No	Si <input checked="" type="checkbox"/>	Izq.	Der.	<input checked="" type="checkbox"/>	
Codo	No	Si	Izq.	Der.		
Muñeca	No	Si	Izq.	Der.		
Espalda alta (región dorsal)	No	Si <input checked="" type="checkbox"/>				
Espalda baja (región lumbar)	No	Si <input checked="" type="checkbox"/>				
Una o ambas caderas / piernas	No <input checked="" type="checkbox"/>	Si				
Una o ambas rodillas	No <input checked="" type="checkbox"/>	Si				
Uno o ambos tobillos / pies	No <input checked="" type="checkbox"/>	Si				



PROBLEMAS EN EL APARATO LOCOMOTOR			
Para ser respondido solo por aquellos que han presentado problemas durante los últimos 12 meses			
¿En algún momento durante los últimos 12 meses ha tenido impedimento para hacer su trabajo normal (en casa o fuera de casa) debido a sus molestias?		¿Ha tenido problemas en cualquier momento de estos últimos 7 días?	
SI	NO X	SI	NO X
SI X	NO	SI	NO X
SI	NO	SI	NO
SI	NO	SI	NO
SI X	NO	SI X	NO
SI X	NO	SI X	NO
SI	NO	SI	NO
SI	NO	SI	NO
SI	NO	SI	NO

COLUMNA LUMBAR (Espalda baja)		
1. ¿Alguna vez ha tenido problemas en la parte baja de la espalda (molestias, dolor o discomfort)?	NO	SI X
Si respondió "NO" a la pregunta 1, entonces NO responda las preguntas 2 a la 8		
2. ¿Ha sido hospitalizado por problemas en la parte baja de la espalda?	NO X	SI
3. ¿Alguna vez ha tenido que cambiar de trabajo o deberes debido a problemas en la espalda baja?	NO X	SI
4. ¿Cuál es el tiempo total que ha tenido problemas en la espalda baja durante los últimos 12 meses?	0 días 1 - 7 días 8 - 30 días Más de 30 días Todos los días	X
Si usted respondió "0 días" en la pregunta 4, entonces NO responda las preguntas 5 a la 8		
5. ¿Los problemas de la parte baja de la espalda le han hecho reducir su actividad durante los últimos 12 meses?		
a) ¿Actividad laboral (en casa o fuera de casa)?	NO	SI X
b) ¿Actividad de ocio?	NO X	SI
6. ¿Cuál es el tiempo total que los problemas de espalda baja le han impedido hacer su trabajo normal (en casa o fuera de casa) durante los últimos 12 meses?	0 días 1 - 7 días 8 - 30 días Más de 30 días Todos los días	X
7. ¿Ha sido atendido por un médico, fisioterapeuta, u otra persona por problemas en la parte baja de la espalda durante los últimos 12 meses?	NO	SI X
8. ¿Ha tenido problemas de espalda baja en algún momento durante los últimos 7 días?	NO	SI X

Cuestionario Nórdico aplicado al Operador de máquina 2

La evaluación realizada al operador de máquina 2 (Tabla 14), refleja síntomas musculoesqueléticos en la zona del hombro derecho, codo derecho, región lumbar y rodillas, el trabajador tiene un tiempo de 13 años con 2 meses de experiencia en la empresa, e indica que ha tenido molestias en los últimos 7 días en la región lumbar y en las rodillas. Además, se puede notar que ha tenido problemas a nivel de región lumbar que han impedido realizar su trabajo normal en un tiempo de 1 a 7 días, Por lo tanto, es necesario establecer evaluaciones ergonómicas que permitan determinar la causa de las dolencias del trabajador, las mismas que están afectando el desarrollo de las actividades diarias en el ámbito laboral y personal.

Tabla 14. Cuestionario Nórdico Operador de máquina 2

CUESTIONARIO ACERCA DE PROBLEMAS EN LOS ORGANOS DE LA LOCOMOCIÓN					
Fecha consulta: 22/025/2024	Sexo: F	M <input checked="" type="checkbox"/>	Año nacimiento: 1980	Peso: 86 Kg	Talla: 180 cm
¿Cuánto tiempo lleva realizando el mismo tipo de trabajo?		Años:	13	Meses:	2
En promedio, ¿Cuántas horas a la semana trabaja?			Horas:	40	
PROBLEMAS EN EL APARATO LOCOMOTOR					
Para ser respondido por todos					
¿En algún momento durante los últimos 12 meses, ha tenido problemas (dolor, molestias, disconfort) en:					
Cuello	No <input checked="" type="checkbox"/>	Si			
Hombro	No	Si <input checked="" type="checkbox"/>	lqz.	Der. <input checked="" type="checkbox"/>	
Codo	No	Si <input checked="" type="checkbox"/>	lqz.	Der. <input checked="" type="checkbox"/>	
Muñeca	No <input checked="" type="checkbox"/>	Si	lqz.	Der.	
Espalda alta (región dorsal)	No <input checked="" type="checkbox"/>	Si			
Espalda baja (región lumbar)	No	Si <input checked="" type="checkbox"/>			
Una o ambas caderas / piernas	No <input checked="" type="checkbox"/>	Si			
Una o ambas rodillas	No	Si <input checked="" type="checkbox"/>			
Uno o ambos tobillos / pies	No <input checked="" type="checkbox"/>	Si			

PROBLEMAS EN EL APARATO LOCOMOTOR			
Para ser respondido solo por aquellos que han presentado problemas durante los últimos 12 meses			
¿En algún momento durante los últimos 12 meses ha tenido impedimento para hacer su trabajo normal (en casa o fuera de casa) debido a sus molestias?		¿Ha tenido problemas en cualquier momento de estos últimos 7 días?	
SI	NO	SI	NO
SI X	NO	SI	NO X
SI	NO X	SI	NO X
SI	NO	SI	NO
SI	NO	SI	NO
SI X	NO	SI X	NO
SI	NO	SI	NO
SI X	NO	SI X	NO
SI	NO	SI	NO

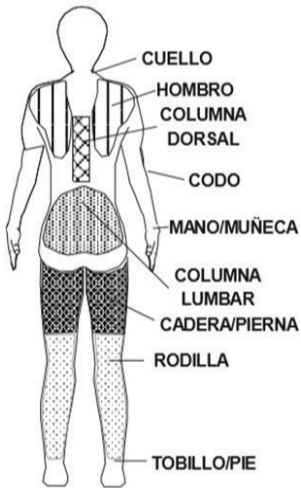
COLUMNA LUMBAR (Espalda baja)		
1. ¿Alguna vez ha tenido problemas en la parte baja de la espalda (molestias, dolor o discomfort)?	NO	SI X
Si respondió "NO" a la pregunta 1, entonces NO responda las preguntas 2 a la 8		
2. ¿Ha sido hospitalizado por problemas en la parte baja de la espalda?	NO X	SI
3. ¿Alguna vez ha tenido que cambiar de trabajo o deberes debido a problemas en la espalda baja?	NO X	SI
4. ¿Cuál es el tiempo total que ha tenido problemas en la espalda baja durante los últimos 12 meses?	0 días 1 - 7 días 8 - 30 días Más de 30 días Todos los días	X
Si usted respondió "0 días" en la pregunta 4, entonces NO responda las preguntas 5 a la 8		
5. ¿Los problemas de la parte baja de la espalda le han hecho reducir su actividad durante los últimos 12 meses?		
a) ¿Actividad laboral (en casa o fuera de casa)?	NO	SI X
b) ¿Actividad de ocio?	NO X	SI
6. ¿Cuál es el tiempo total que los problemas de espalda baja le han impedido hacer su trabajo normal (en casa o fuera de casa) durante los últimos 12 meses?	0 días 1 - 7 días 8 - 30 días Más de 30 días Todos los días	X
7. ¿Ha sido atendido por un médico, fisioterapeuta, u otra persona por problemas en la parte baja de la espalda durante los últimos 12 meses?	NO	SI X
8. ¿Ha tenido problemas de espalda baja en algún momento durante los últimos 7 días?	NO	SI X

Cuestionario Nórdico aplicado al Operador de máquina 3

El análisis presenta varias sintomatologías musculoesqueléticas en varias áreas del aparato locomotor como son el cuello, muñeca, la espalda alta, región lumbar y caderas (Tabla 15). Se puede tener presente que uno de los factores que causan estas dolencias es el tiempo que lleva el trabajador en el puesto de trabajo el cual es 12 años y 7 meses. Además, indica que ha tenido molestias a nivel lumbar en los últimos 12 meses que le han impedido realizar sus actividades de la mejor manera, razón por la cual es necesario establecer evaluaciones ergonómicas que permitan determinar la causa de las dolencias del trabajador, las mismas que pueden estar poniendo en riesgo la salud del trabajador.

Tabla 15. Cuestionario Nórdico Operador de máquina 3

CUESTIONARIO ACERCA DE PROBLEMAS EN LOS ORGANOS DE LA LOCOMOCIÓN					
Fecha consulta: 22/025/2024	Sexo: F	M <input checked="" type="checkbox"/>	Año nacimiento: 1981	Peso: 79 Kg	Talla: 174 cm
¿Cuánto tiempo lleva realizando el mismo tipo de trabajo?		Años:	12	Meses:	7
En promedio, ¿Cuántas horas a la semana trabaja?			Horas:	40	
PROBLEMAS EN EL APARATO LOCOMOTOR					
Para ser respondido por todos					
¿En algún momento durante los últimos 12 meses, ha tenido problemas (dolor, molestias, discomfort) en:					
Cuello	No	Si <input checked="" type="checkbox"/>			
Hombro	No <input checked="" type="checkbox"/>	Si	Izq.	Der.	
Codo	No <input checked="" type="checkbox"/>	Si	Izq.	Der.	
Muñeca	No	Si <input checked="" type="checkbox"/>	Izq.	Der.	<input checked="" type="checkbox"/>
Espalda alta (región dorsal)	No	Si <input checked="" type="checkbox"/>			
Espalda baja (región lumbar)	No	Si <input checked="" type="checkbox"/>			
Una o ambas caderas / piernas	No	Si <input checked="" type="checkbox"/>			
Una o ambas rodillas	No <input checked="" type="checkbox"/>	Si			
Uno o ambos tobillos / pies	No <input checked="" type="checkbox"/>	Si			



PROBLEMAS EN EL APARATO LOCOMOTOR			
Para ser respondido solo por aquellos que han presentado problemas durante los últimos 12 meses			
¿En algún momento durante los últimos 12 meses ha tenido impedimento para hacer su trabajo normal (en casa o fuera de casa) debido a sus molestias?		¿Ha tenido problemas en cualquier momento de estos últimos 7 días?	
SI	NO X	SI	NO X
SI	NO	SI	NO
SI	NO	SI	NO
SI	NO X	SI	NO X
SI X	NO	SI	NO X
SI X	NO	SI	NO X
SI	NO X	SI	NO X
SI	NO	SI	NO
SI	NO	SI	NO

COLUMNA LUMBAR (Espalda baja)		
1. ¿Alguna vez ha tenido problemas en la parte baja de la espalda (molestias, dolor o discomfort)?	NO	SI X
Si respondió "NO" a la pregunta 1, entonces NO responda las preguntas 2 a la 8		
2. ¿Ha sido hospitalizado por problemas en la parte baja de la espalda?	NO X	SI
3. ¿Alguna vez ha tenido que cambiar de trabajo o deberes debido a problemas en la espalda baja?	NO X	SI
4. ¿Cuál es el tiempo total que ha tenido problemas en la espalda baja durante los últimos 12 meses?	0 días 1 - 7 días 8 - 30 días Más de 30 días Todos los días	X
Si usted respondió "0 días" en la pregunta 4, entonces NO responda las preguntas 5 a la 8		
5. ¿Los problemas de la parte baja de la espalda le han hecho reducir su actividad durante los últimos 12 meses?		
a) ¿Actividad laboral (en casa o fuera de casa)?	NO	SI X
b) ¿Actividad de ocio?	NO X	SI
6. ¿Cuál es el tiempo total que los problemas de espalda baja le han impedido hacer su trabajo normal (en casa o fuera de casa) durante los últimos 12 meses?	0 días 1 - 7 días 8 - 30 días Más de 30 días Todos los días	X
7. ¿Ha sido atendido por un médico, fisioterapeuta, u otra persona por problemas en la parte baja de la espalda durante los últimos 12 meses?	NO X	SI
8. ¿Ha tenido problemas de espalda baja en algún momento durante los últimos 7 días?	NO X	SI

Resultados generales del cuestionario Nórdico del puesto de trabajo del operador de máquina

La tabla 16 presenta resultados obtenidos de acuerdo a la encuesta realizada a los 3 operadores de máquina, mismo que indica que existen molestia o dolor en el 100% de los trabajadores en la zona lumbar baja, así como también en la espalda alta con el 67%, se puede notar también que existen afecciones en otras áreas corporales del cuerpo de los trabajadores, por lo que será necesario realizar una evaluación ergonómica aplicando herramientas que permitan obtener resultados sobre el grado de afectación musculoesqueléticos existente para poder rediseñar el puesto de trabajo de los operadores de máquina.

Tabla 16. Molestia, dolor o discomfort en los operadores de máquina

Área corporal (3 trabajadores)	Operador de máquina	Porcentaje
Cuello	2	67%
Hombro	2	67%
Codo	1	33%
Muñeca	1	33%
Espalda alta (región dorsal)	2	67%
Espalda baja (región lumbar)	3	100%
Una o ambas caderas/piernas	1	33%
Una o ambas rodillas	1	33%
Uno o ambos tobillos/pies	0	0%

Elaborado por: E. Argotty, (2024)

Elección de la metodología de evaluación

1. Metodología para Evaluación Analítica Ergonómica de Posturas

Para la elección de la metodología se realizó una comparación con las herramientas que más se utilizan en actividades similares a las que desempeña el equipo de señalización horizontal, como se puede observar en la tabla 17.

Tabla 17. Elección del método para evaluar posturas forzadas

Criterio	METODOLOGIAS			
	REBA	OWAS	EN 1005-4	ISO 11226
Objetivos	Evaluar el riesgo ergonómico de las posturas forzadas en tareas dinámicas y estáticas	Identificar posturas de riesgo en tareas repetitivas o mantenidas	Evaluar posturas prolongadas en tareas con esfuerzo físico	Evaluar posturas estáticas y definir sus límites de aceptabilidad
Ventajas	Evaluación rápida y flexible para posturas estáticas como dinámicas	Método rápido y sencillo de aplicar, buen enfoque para tareas repetitivas	Proporciona límites específicos para posturas prolongadas	Evaluación detallada de posturas estáticas, tareas que requieren posturas fijas períodos por largos
Aplicación	Evaluación de tareas dinámicas y de levantamiento manual de cargas	Evaluación de posturas mantenidas y repetitivas	Evaluación de posturas en la manipulación de cargas y trabajo físico	Evaluación de posturas estáticas prolongadas en los puestos de trabajo
Criterios	Posición del tronco, cuello, piernas y brazos, Carga manipulada y tipo de agarre	Posición del tronco, brazos y piernas, peso de la carga manipulada	Ángulos articulares del cuerpo, Duración de la postura y esfuerzo físico	Ángulos articulares en posturas estáticas, factores biomecánicos
Tareas Laborales	Actividades que involucran manipulación de carga, trabajo en espacios reducidos o tareas de movimiento repetitivo	Tareas repetitivas con posturas mantenidas, trabajo con posturas incómodas o en espacios reducidos.	Tareas manuales con posturas prolongadas y esfuerzos físicos prolongados.	Tareas que requieren posturas estáticas prolongadas.
Partes del cuerpo	Tronco, cuello, brazos, muñecas y piernas.	Tronco, brazos y piernas.	Tronco, cuello, brazos, muñecas y piernas.	Tronco, cuello, brazos y piernas.
Metodología de evaluación	Cálculo de puntuaciones finales para determinar el nivel de riesgo.	Observación de posturas y asignación de una categoría de riesgo (bajo, medio, alto, crítico).	Medición de ángulos articulares, evaluación de la duración de las posturas y carga externa.	Medición de ángulos articulares en posturas estáticas, evaluación de la duración y frecuencia de las posturas.

Elaborado por: E. Argotty, (2024)

Con la comparación realizada se puede definir que la metodología REBA tiene como objetivo principal realizar un análisis ergonómico global, entre sus principales características tenemos:

- Análisis integral de todo el cuerpo
- Evaluación de posturas dinámicas y estáticas.

- Evaluación de la carga manipulada, factor o tipo de agarre y esfuerzo adicional
- Análisis rápido y sencillo

Por lo tanto, el método REBA tiene un alcance más amplio, adecuado para evaluar actividades que requieren movimiento de todo el cuerpo o posturas forzadas ya sean estáticas o dinámicas.

Por lo tanto, para el desarrollo de la evaluación ergonómica de las posturas forzadas que se presentan tanto en el puesto de trabajo del operador de máquina como en el puesto de trabajo de auxiliar de señalización se ha decidido utilizar la metodología REBA (Rapid Entire Body Assessment). La elección de esta metodología se basa en su aplicabilidad a los movimientos y exigencias posturales presentes en las tareas analizadas. A continuación, se detallan las razones principales de su uso:

Evaluación detallada y específica del riesgo postural

REBA permite un análisis global del cuerpo, considerando no solo las extremidades superiores sino también la postura del tronco, las piernas y la distribución de carga, lo que lo hace ideal para evaluar posturas forzadas, flexiones del tronco y esfuerzos físicos en todo el cuerpo.

Aplicabilidad en tareas dinámicas y de esfuerzo

A diferencia de metodologías como ISO 11226 y UNE 1005-4, que se centran en posturas estáticas y manipulación de cargas bajo parámetros normativos, REBA permite evaluar posturas dinámicas y exigencias musculoesqueléticas en escenarios reales de trabajo, donde los movimientos son variados y no siempre predecibles.

Metodologías ampliamente validadas y utilizadas en estudios ergonómicos

La metodología REBA ha sido ampliamente utilizada en estudios científicos y en evaluaciones ergonómicas en distintos sectores industriales y laborales, además, ha demostrado ser una herramienta eficaz para la detección de riesgos ergonómicos y la priorización de intervenciones para mejorar las condiciones de trabajo y prevenir lesiones musculoesqueléticas. Su aplicación ha permitido la comparación con estudios previos en contextos similares, facilitando la identificación de puntos críticos de riesgo postural y la implementación de estrategias correctivas.

Facilidad de aplicación y toma de decisiones rápidas

La metodología REBA es un método observacional rápido, lo que facilita su aplicación en entornos reales de trabajo sin requerir instrumentación avanzada o mediciones complejas.

Su sistema de puntuación permite identificar de manera inmediata los niveles de riesgo y definir acciones correctivas basadas en la urgencia de la intervención. Esto la convierte en una herramienta práctica para la identificación y prevención temprana de trastornos musculoesqueléticos en trabajadores, sin necesidad de análisis prolongados.

2. Metodología para Evaluación de Levantamiento de Cargas

Para las actividades del puesto de auxiliar de señalización se debe realizar un análisis de levantamiento de cargas ya que una de las actividades importantes, es al levantar las canecas de pintura hacia la máquina pulverizadora, por ende, es importante determinar a qué nivel de riesgo está expuesto el operador y aplicar medidas correctivas o preventivas, según el resultado que obtengamos de la metodología seleccionada. Para lo cual se consideraron los siguientes criterios:

- Apto (5)

- Aceptable (4)
- Poco Aceptable (3)
- No apto (2)
- Ineficiente (1)

Por medio de una tabla comparativa y ponderación se seleccionará la metodología adecuada para el desarrollo del análisis ergonómico. Como se puede observar en la Tabla 18, se selecciona el método NIOSH (1994) con una puntuación de 31, el mismo que según los parámetros establecidos permitirá evaluar el nivel de riesgo al cual está expuesto el operador al momento de levantar la caneca de pintura para ser depositada en la máquina de pulverización.

Tabla 18. Selección de metodología analítica de levantamiento de cargas

5: Apto	4: Aceptable	3: Poco Aceptable	2: No apto	1: Ineficiente		
Parámetro	NIOSH (1994)	SNOOK Y CIRIELLO		G-INSHT		
Carga máxima recomendada (kg)	23 kg (ideal, ajustable por condiciones)	5	Variable, ajustable por postura	4	Variable, ajustable a tipo de tarea	4
Distancia de levantamiento	25 cm hasta 75 cm	4	Dependiendo de distancia y tipo de tarea	4	Ajustes en función de la distancia de levantamiento	5
Frecuencia de levantamiento	Evalúa repeticiones y duración	5	No especificado directamente, pero adaptado a la actividad	4	Considera las repeticiones y la duración del esfuerzo	5
Fuerza de agarre	No se evalúa directamente	4	Evalúa la fuerza de agarre	3	No se especifica como factor clave	3
Duración y repetitividad	Específica duración y repetitividad	4	No especificado pero aplicable para tareas repetitivas	4	Ajustado según tiempo de trabajo y tipo de tarea	5
Facilidad de aplicación	Fácil y rápido, sencillo de aplicar	5	Requiere tablas detalladas, mayor complejidad	3	Más detallado, requiere más información específica	3
Precisión	Alta precisión en situaciones estándar	4	Alta precisión para cargas complejas y diversas posturas	5	Precisión alta para condiciones y tareas variables	5
	Total	31	Total	27	Total	30

Elaborado por: E. Argotty, (2024)

Cada una de las metodologías presentadas tiene su propio enfoque y ponderación en función de factores como la carga máxima, la postura, la frecuencia, el tiempo de exposición, etc. Por lo que se pasa a mencionar un concepto concreto de cada metodología.

NIOSH (1994 versión original). El índice de carga NIOSH establece una fórmula que considera la carga vertical, la distancia de levantamiento, la postura, la frecuencia de levantamiento, el tiempo de exposición, entre otros factores. Proporciona un valor de "RWL" (Load Weight Recommendation), que es la carga máxima recomendada para el levantamiento manual de cargas en las labores de los trabajadores para evitar lesiones.

SNOOK y CIRIELLO. Esta metodología esta enfoca en la determinación de la carga máxima tolerable para los trabajadores en función de su capacidad física, postura, frecuencia de levantamientos, y duración de la tarea. Esta metodología utiliza tablas de referencia para asignar valores a diferentes situaciones en las actividades laborales.

G-INSHT. Este método está diseñado para evaluar la carga máxima soportable en tareas de levantamiento, analizando también el riesgo ergonómico relacionado con la postura y la frecuencia, con un enfoque similar a los otros métodos, pero más contextualizado a trabajos específicos.

Desarrollo de la Evaluación Ergonómica de los Puestos de Trabajo

A continuación, se presenta las evaluaciones ergonómicas en los puestos de trabajo del área de señalización vial horizontal, los resultados a obtener permitirán reconocer los factores o actividades que pueden causar estrés físico, lesiones o dolores musculoesqueléticos u otros problemas de salud en los trabajadores operativos a causa de las posturas inadecuadas y manipulación manual de cargas que ejercen los trabajadores en sus funciones cotidianas.

Evaluación Ergonómica en el Puesto de Trabajo de los Operadores de Máquina

Las actividades que desempeñan los operadores de máquina involucran en gran parte a mantener posturas no adecuadas en los procesos de señalización vial (Figura 9), por lo tanto, mediante capturas fotográficas y los resultados obtenidos en la matriz de riesgo, el cual indica intervención urgente debido a que existe un riesgo ergonómico en la manera en la que el trabajador aplica la pintura sobre la calzada.



Figura 9. Señalización de bordillos


Metodología de Evaluación Ergonómica REBA

Este método se aplica como una herramienta para el análisis postural, con tareas que conllevan cambios inesperados de postura al momento de realizar la manipulación de cargas inestables y puede ser utilizado en cualquier puesto de trabajo.

La aplicación ayudara al evaluador a prevenir los riesgos de lesiones que estén relacionadas con las posturas que empleen los trabajadores cuando se necesite efectuar una actividad laboral, con la

finalidad de encontrar acciones correctivas. En la tabla 19, se presenta la información correspondiente al puesto de trabajo de la aplicación del operador de máquina

Tabla 19. Puesto de trabajo del operador de máquina.

Centro:	Área de señalización horizontal	
Puesto:	Operador de máquina	
Actividad:	Señalización de calzada	
Fecha de eval. Puesto:	5/9/2024	
Fecha de informe:	8/9/2024	

Elaborado por: E. Argotty, (2024)

Datos por considerar:

Entre los datos a considerar para determinar el peso que sostiene el operador de máquina al momento de aplicar pintura sobre la calzada tenemos:

- **Presión en la pistola:** 3300 psi (libras por pulgada cuadrada) (Ver anexo 3)
- **Longitud de la manguera cargada:** 3 metros
- **Peso por metro de manguera:** 0.45 kg (Ver anexo 4)
- **Dato por calcular:** Peso total que sostiene el trabajador al momento de realizar la actividad de aplicación de pintura con el accionamiento de la pistola de pulverización.

Cálculo

Cálculo del área de la sección transversal interna:

Ecuación 1. Área interna

$$Area\ interna = \pi * \left(\frac{d}{2}\right)^2$$

Donde:

$d = \text{diámetro}$, la manguera tiene un diámetro de 0.019 in como se muestra en la Ecuación 1

$$A = \pi * \left(\frac{0.048 \text{ cm}}{2} \right)^2$$

$$A = 0.0018 \text{ cm}^2$$

$$A = 0.000018 \text{ m}^2$$

Cálculo de la fuerza ejercida por la presión:

Ecuación 2. Fuerza

$$F = P * A$$

Donde:

- F= fuerza
- P= presión
- A= área interna

La presión que ejerce la pistola es de 3300 psi, para que se pueda calcular la presión en N se procede a realizar la conversión en Pa.

$$3300 \text{ psi} * 6894.76 = 2.275,270 \text{ Pa}$$

$$F = 2.275,270 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} * 0.000018 \text{ m}^2$$

$$F = 4.1 \text{ N}$$

La relación entre Newton y kilogramo no es directa, ya que son unidades de diferentes magnitudes. Sin embargo, se puede relacionar la fuerza (medida en Newton) con la masa (medida en kilogramos) a través de la aceleración, utilizando la segunda ley de Newton:

$$F = m * a$$

Donde:

- F: Fuerza (en Newton); lo que equivale a $kg \cdot m/s^2$
- m: Masa (en kilogramos)
- a: Aceleración (en metros por segundo cuadrado)

Para este caso, la aceleración relevante es la aceleración debida a la gravedad de la Tierra, que es aproximadamente $9.81 m/s^2$.

Entonces, para encontrar la masa equivalente a una fuerza dada, podemos reordenar la ecuación:

Ecuación 3. Masa

$$m = \frac{F}{a} ; m = \frac{4.1N}{9.81 m/s^2}$$

$$m = 0.42kg$$

Es decir, una fuerza de 4.16 N es equivalente al peso de un objeto de aproximadamente 0.42 kg,

Dato usado para el cálculo REBA.

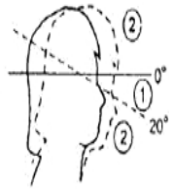
Cálculo REBA para Operador de Máquina

Valoración: GRUPO A

Cuello:

En la tabla 20, se presenta la valoración de 1 ya que el cuello del operador de máquina al momento de realizar las actividades no mantiene el cuello flexionado, reflejando un ángulo de 19° como lo muestra la figura 10.

Tabla 20. Valoración para el cuello (operador de máquina)

CUELLO			
Movimiento	Puntuación	Adicional	
0°- 20° flexión	1	Añadir +1 si hay torsión o inclinación lateral	
> 20° flexión o en extensión	2		

1

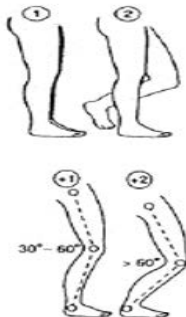


Figura 10. Flexión del cuello de operador de máquina

Piernas:

En la Tabla 21, se presenta una valoración de 4 ya que las piernas del operador de máquina se encuentran flexionada en un ángulo de 61° (Figura 11) y con una postura inestable.

Tabla 21. Valoración para piernas (operador de máquina)

PIERNAS			
Movimiento	Puntuación	Adicional	
Soporte bilateral, caminando o sentado	1	Añadir +1 si hay flexión de rodillas entre 30° y 60°	
Soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable	2	Añadir +2 si las rodillas están flexionadas + de 60° (salvo postura sedente)	

4



Figura 11. Flexión de piernas operador de máquina

Tronco:

Se da una valoración de 4 ya que el operador mantiene una posición encorvada con ángulo de 77° (Figura 12), sobrepasado el mínimo para tener el tronco erguido, como se muestra en la Tabla 22.

Tabla 22. Valoración de tronco (operador de máquina)

TRONCO			
Movimiento	Puntuación	Corrección	
Erguido	1	Añadir +1 si hay torsión o inclinación lateral	
0° - 20° flexión	2		
0° - 20° extensión			
20° - 60° flexión	3		
$> 20^\circ$ extensión	4		
$>60^\circ$ flexión	4		



Figura 12. Torso flexionado

Para obtener el resultado de la valoración del grupo A, se califica el análisis de cuello, piernas y tronco y se coloca los valores como se observan en la tabla 23, después se procede a realizar la siguiente suma.

Tabla 23. Valoración del Grupo A (operador de máquina)

GRUPO A													
TRONCO	Cuello												
	1				2				3				
	Piernas				Piernas				Piernas				
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6	
2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7	
3	3	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8	
4	4	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9	
5	5	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9	

Grupo A= Resultado Grupo A + Puntuación carga/fuerza

Como se puede observar en la ecuación 2 el peso de la pistola que mantiene como agarre el operador de máquina es de 0.42 kg por lo tanto se valora en 0 ya que es menor de 5 kg como lo establece la herramienta REBA (Tabla 24), por lo tanto, el resultado del GRUPO A es 7:

Tabla 24. Valoración de carga/fuerza (operador de máquina)

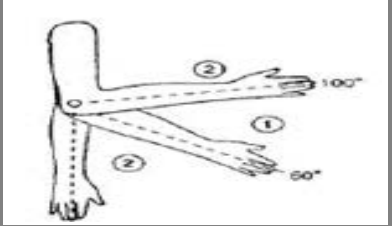
CARGA/FUERZA					
0	1	2	+1		
< 5kg	5 a 10 kg	> 10kg	Instauración rápida o brusca		0

Valoración: GRUPO B

Antebrazo:

Se da una valoración de 2 puntos como se muestra en la tabla 25, ya que el operador de máquina mantiene su antebrazo flexionado a un ángulo de 33° (Figura 13).

Tabla 25. Valoración de antebrazo (operador de máquina)

ANTEBRAZOS		
Movimiento	Puntuación	
60°- 100° flexión	1	
flexión <60° ó >100°	2	

2



Figura 13. Ángulo del antebrazo (operador de máquina)

Muñeca:

Se da una valoración con un puntaje de 3 como se muestra en la tabla 26, ya que el operador al realizar sus actividades mantiene una flexión en un ángulo de 36° (Figura 14), y se adiciona un punto ya que al momento de utilizar la pistola para aplicar pintura sobre la calzada existe una torsión en su muñeca.

Tabla 26. Valoración de muñecas (operador de máquina)

MUÑECAS		
Movimiento	Puntuación	Adicional
0° - 15° flexión/ extensión	1	Añadir +1 si hay torsión
>15° flexión / extensión	2	o desviación lateral

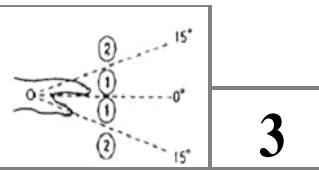



Figura 14. Ángulo de la muñeca (operador de máquina)

Brazo:

Se da una valoración de 3 puntos (Tabla 27), ya que el brazo del operador mantiene el brazo a una flexión en un ángulo de 73° (Figura 15) al momento de pintar la calzada mientras camina.

Tabla 27. Valoración de brazos (operador de máquina)

BRAZOS		
Movimiento	Puntuación	Adicional
0°-20° flexión/ extensión	1	Añadir +1 si hay abduccion o rotacion
>20° extensión	2	+1 si hay elevación del hombro
flexión 20° -45°	2	-1 si hay apoyo o postura a favor de la gravedad
flexión 45°-90°	3	
>90° flexión	4	

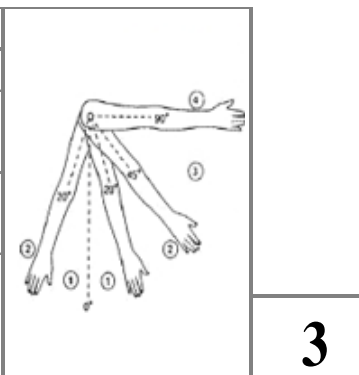




Figura 15. Flexión del brazo (operador de máquina)

Para obtener el resultado del grupo B, se califica el análisis de antebrazo, brazo y muñeca y se coloca los valores como se observan en la tabla 28, después se procede a realizar la siguiente suma.

Tabla 28. Valoración del Grupo B (operador de máquina)

GRUPO B						
<i>Brazo</i>	<i>Antebrazo</i>					
	<i>1</i>			<i>2</i>		
	<i>Muñeca</i>			<i>Muñeca</i>		
	1	2	3	1	2	3
1	1	2	2	1	2	3
2	1	2	3	2	3	4
3	3	4	5	4	5	5
4	4	5	5	5	6	7
5	6	7	8	7	8	8
6	7	8	8	8	9	9

Grupo B= Resultado Grupo B + Agarre

La valoración del agarre de ponderó en 0 ya que la pistola de aplicación de pintura es calificada para un buen agarre y el peso de la pistola es menor a 5kg, por lo tanto, el Grupo B da como resultado 5 puntos, como se muestra en la Tabla 29:

Tabla 29. Valoración de agarre

AGARRE				
0 Bueno	1 Regular	2 Malo	3 Inaceptable	
Buen agarre y fuerza de agarre	Agarre aceptable	Agarre posible pero no aceptable	Incómodo, sin agarre manual aceptable usando otras partes del cuerpo	0

Valoración: GRUPO C

Para la puntuación C, se debe tomar el puntaje del grupo A que son 7 puntos más el puntaje del grupo B que son 5 puntos, dando un resultado de 9 puntos para el grupo C, como se muestra en la Tabla 30:

Tabla 30. Grupo C (operador de máquina)

GRUPO C												
Grupo A	Grupo B											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	10	10	11	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	11	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Valoración: Actividad muscular

Para la ponderación de la actividad muscular la herramienta REBA indica que si cumplen cada una de las tres interrogantes se debe sumar un punto más en la valoración final, como se muestra en la Tabla 31.

Tabla 31. Valoración de actividad muscular

ACTIVIDAD MUSCULAR	
¿Una o más partes del cuerpo permanen estáticas más de 1 min?	+1
¿Existen movimientos repetitivos superior a 4 veces/min?	+1
¿Se producen cambios posturales importantes o se adoptan posturas inestables?	+1

¿Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas más de 1min?

Si, el operador de máquina mantiene el torso de manera estática mayor de 60° por más de un minuto, lo cual se adhiere un punto.

¿Existen movimientos repetitivos superiores a 4 veces/min?

Si, el operador al momento de inclinarse para pintar la calzada realiza un movimiento de antebrazo, piernas y apretar el gatillo para que salga la pintura más de 4 veces, dependiendo de cuanta distancia debe pintar, lo cual se adhiere un punto.

¿Se adhiere cambios posturales importantes o se adoptan posturas inestables?

Si, el operador al momento de inclinarse para aplicar la pintura sobre la calzada está expuesto a situaciones de mantener una postura inestable, y después de pintar cierta distancia cambia de manera brusca a la posición normal para estar erguido por completo, lo cual se adhiere un punto.

Para el resultado final es: En el grupo C se obtuvo 9 puntos, más tres puntos que se agregaron de la actividad muscular, da como resultado **12 puntos** con un nivel de riesgo “muy alto”, como se muestra en la Tabla 32:

Tabla 32. Actuación y puntuación final (operador de máquina)

Puntuación Final	Nivel de acción	Nivel de riesgo	Actuación	
1	0	Inapreciable	No es necesaria actuación	
2-3	1	Bajo	Puede ser necesaria la actuación	
4-7	2	Medio	Es necesaria la actuación	
8-10	3	Alto	Es necesaria la actuación cuando antes	
11-15	4	Muy alto	Es necesario la actuación de inmediato	12


Resultado Ergonómico para Operador de Máquina

Como se detalló anteriormente, la puntuación dio 12 puntos los cuales están en un nivel de acción de 4 con un nivel de riesgo “muy alto” y su actuación para mejoras es necesario de manera inmediata, las posturas en las cuales el operador de máquina realiza sus actividades llegarán a tener complicaciones y problemas ergonómicos a futuro, el grupo A en las piernas y tronco tienen una valoración de 4, ya que son posturas forzadas generando problemas lumbares a largo plazo, en el grupo B la muñeca y el brazo tienen una puntuación de 3 ya que el ángulo es mayor a 60° y mantiene una torsión en la muñeca lo cual afecta ergonómicamente al operador, llegando a generar fatiga bajando así la productividad del trabajo.

Cálculo REBA para Auxiliar de Señalización

En la tabla 33, se presentan los datos correspondientes al puesto de trabajo del auxiliar de señalización

Tabla 33. Puesto de trabajo del auxiliar de señalización

Centro:	Área de señalización horizontal	
Puesto:	Auxiliar de señalización	
Actividad:	Mezcla de pintura	
Fecha de eval. Puesto	5/9/2024	
Fecha de informe:	8/9/2024	

Datos para considerar:

Densidad: La densidad de un material es la relación entre su masa y su volumen. En este caso, según las especificaciones técnicas que presenta la pintura de tráfico acrílica base a solvente indica que la densidad se encuentra en un rango de 1.40 Kg/l a 1.43 Kg/l. (Ver Anexo 1)

Proporción: Podemos establecer una proporción: si 1 litro equivale a 1.43 kg, entonces 18.927 litros equivaldrán a X kilogramos.

Ecuación 4. Transformación de litros a kilogramos.

$$X = 18.927 \text{ litros} * 1.43 \text{ kg/litro} = 27.07741 \text{ kg}$$

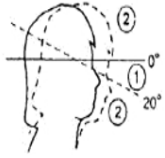
Entonces, 18.927 litros de pintura equivalen a 27.07741 kilogramos.

Valoración: Grupo A

Cuello:

La Tabla 34, muestra ponderación que refleja la postura del cuello con 2 ya que el operador al momento de mezclar la pintura inclina su cuello en un ángulo de 25° (Figura 16) con el fin de poder visualizar que la mezcla se encuentre con la viscosidad correcta.

Tabla 34. Valoración de cuello (auxiliar de señalización)

CUELLO			
Movimiento	Puntuación	Adicional	
0°- 20° flexión	1	Añadir +1 si hay torsión o inclinación lateral	
> 20° flexión o en extensión	2		

2

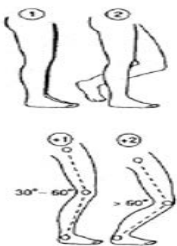


Figura 16. Flexión del cuello en auxiliar de señalización

Piernas:

En la Tabla 35, se pondera con 1 ya que las piernas del operador de maquina mantienen una postura no flexionada, reflejando un ángulo de 27° (Figura 17), al momento de realizar la mezcla de la pintura en las canecas.

Tabla 35. Valoración de piernas (auxiliar de señalización)

PIERNAS			
Movimiento	Puntuación	Adicional	
Soporte bilateral, caminando o sentado	1	Añadir +1 si hay flexión de rodillas entre 30° y 60°	
Soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable	2	Añadir +2 si las rodillas estan flexionadas + de 60° (salvo postura sedente)	

1



Figura 17. Flexión de pierna en auxiliar de señalización

Tronco:

La Tabla 36, presenta un puntaje de 4 debido a que el auxiliar de señalización flexiona su tronco en un ángulo de 65° al momento de colocar la pintura en otra caneca (Figura 18).

Tabla 36. Valoración de tronco (auxiliar de señalización)

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



Figura 18. Flexión del torso (auxiliar de señalización)

En la Tabla 37, se muestra la valoración para el grupo A en el puesto de trabajo del auxiliar de señalización, el cual arroja un resultado de 5 puntos:

Tabla 37. Valoración del Grupo A (Auxiliar de señalización)

GRUPO A												
TRONCO	Cuello											
	1				2				3			
	Piernas				Piernas				Piernas			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
2	2	3	4	5	3	4	5	6	3	4	5	6
3	2	4	5	6	4	5	6	7	4	5	6	7
4	3	5	6	7	5	6	7	8	5	6	7	8
5	4	6	7	8	6	7	8	9	6	7	8	9

Se pondera con 2 ya que el peso de la caneca de pintura que levanta el operador es de 27 kg como se explica en la Ecuación 4, lo cual se muestra en la metodología REBA que se pondera con 2 si sobrepasa los 10 kg. Por lo tanto, como la puntuación del grupo A es 5 se le suma 2 puntos más por la carga/fuerza alta, dando como resultado el Grupo A con 7 puntos, como se muestra en la tabla 38:

Tabla 38. Valoración de carga/fuerza (auxiliar de señalización)

CARGA/FUERZA				
0	1	2	+1	
< 5kg	5 a 10 kg	> 10kg	Instauración rápida o brusca	2

Valoración: GRUPO B

Antebrazo:

En la Tabla 39, se pondera con puntaje de 2 puntos, ya que el operador al mezclar la pintura mantiene un ángulo de 102° (Figura 19), ejerciendo una fuerza para el levantamiento de la carga, que en este caso es el de la caneca de pintura.

Tabla 39. Valoración de antebrazo (auxiliar de señalización)

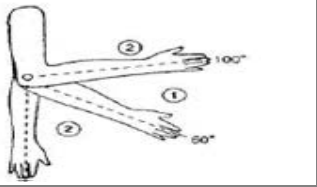
ANTEBRAZOS			<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; display: inline-block; font-size: 24px; font-weight: bold;">2</div>
Movimiento	Puntuación		
60°-100° flexión	1		
flexión <60° ó >100°	2		



Figura 19. Flexión de antebrazo (auxiliar de señalización)

Muñecas:

En la Tabla 40, se muestra la valoración de la muñeca con un puntaje de 1 ya que la muñeca no tiene una flexión y presenta un ángulo de 14° (Figura 20), se puede mencionar que el trabajador ejerce una fuerza con el antebrazo y brazo, mas no una torsión con la muñeca al momento de realizar las tareas de mezclado de la pintura.

Tabla 40. Valoración de muñecas (auxiliar de señalización)

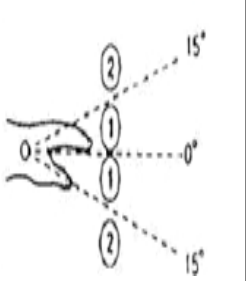
MUÑECAS				<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; display: inline-block; font-size: 24px; font-weight: bold;">1</div>
Movimiento	Puntuación	Adicional		
0° -15° flexión/ extensión	1	Añadir +1 si hay torsión o		
>15° flexión / extensión	2	desviación lateral		



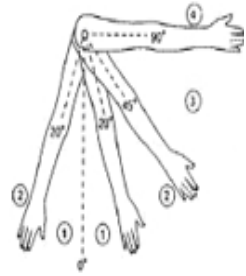
Figura 20. Flexión de antebrazo (auxiliar de señalización)

Brazos:

En la valoración de la postura de los brazos se obtiene un puntaje de 1 (Tabla 41), ya que el brazo no mantiene una flexión mayor a 20° al momento de la mezcla de la pintura, como se observa en la tabla 41:

Tabla 41. Valoración de brazos (auxiliar de señalización)

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



1

La tabla 42, muestra la valoración del Grupo B, para el puesto de auxiliar de señalización, obteniendo un puntaje de 1:

Tabla 42. Valoración del Grupo B (auxiliar de señalización)

GRUPO B						
Brazo	Antebrazo					
	1			2		
	Muñeca			Muñeca		
	1	2	3	1	2	3
1	1	2	2	1	2	3
2	1	2	3	2	3	4
3	3	4	5	4	5	5
4	4	5	5	5	6	7
5	6	7	8	7	8	8
6	7	8	8	8	9	9

Se pondera con 2 en el agarre ya que es posible pero no es aceptable ya que ejerce fuerza el operador para mezclar la pintura lo cual llega a generar fatiga en los hombros y antebrazos bajando su productividad. (Tabla 43)

Tabla 43. Valoración de agarre (auxiliar de señalización)

AGARRE				
0 Bueno	1 Regular	2 Malo	3 Inaceptable	
Buen agarre y fuerza de agarre	Agarre aceptable	Agarre posible pero no aceptable	Incómodo, sin agarre manual aceptable usando otras partes del cuerpo	2

Por lo tanto, el Grupo B al tener una puntuación de 1 se le suma dos puntos más por el agarre, obteniendo en total 3 puntos.:

Valoración: Grupo C

Para la puntuación C, se debe tomar el puntaje del grupo A que son 7 puntos más el puntaje del grupo B que son 3 puntos, dando un resultado de 7 puntos para el grupo C. (Tabla 44)

Tabla 44. Grupo C (auxiliar de señalización)

GRUPO C												
<i>Grupo A</i>	<i>Grupo B</i>											
	<i>1</i>	<i>2</i>	3	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>
<i>1</i>	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
<i>2</i>	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
<i>3</i>	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
<i>4</i>	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
<i>5</i>	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
<i>6</i>	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
<i>8</i>	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
<i>9</i>	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
<i>10</i>	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
<i>11</i>	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
<i>12</i>	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Valoración: Actividad muscular

En la Tabla 45, se presenta la valoración de actividad muscular, para el puesto de trabajo del auxiliar de señalización:

Tabla 45. Valoración de actividad muscular (auxiliar de señalización)

ACTIVIDAD MUSCULAR	
¿Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas más de 1 min?	+1
¿Existen movimientos repetitivos superior a 4 veces/min?	+1
¿Se producen cambios posturales importantes o se adoptan posturas inestable	0

¿Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas más de 1 min?

En las actividades del auxiliar de señalización su torso permanece estático por más de 1 min ya que se encuentra encorvado al momento de mezclar la pintura hasta que obtenga la viscosidad necesaria. Se califica con un punto.

¿Existen movimientos repetitivos superior a 4 veces/min?

Si, el operador mantiene movimiento el antebrazo y brazo para la mezcla de la pintura. Se califica con un punto.

Resultado Ergonómico para el Auxiliar de Señalización

Como se puede observar en la Tabla 46, la valoración dio como resultado 9 puntos, en la cual, según la herramienta REBA tiene un nivel de acción tipo 3 con un nivel de riesgo “alto” y su actuación indica que se necesita de un cambio y mejoras cuanto antes, ya que a futuro las actividades del auxiliar de señalización pueden llegar a generar enfermedades ergonómicas laborales y es necesario aplicar una mejora para así no generar fatiga ni mucho menos que baje la productividad y afecte la entrega del trabajo en el tiempo determinado.

Mediante la metodología REBA se pudo obtener el resultado de realizar cambios en los dos puestos de trabajo ya que sus actividades conllevan posturas forzadas que afectan al operador a futuro, obteniendo como resultado una actuación inmediata y con un nivel de riesgo muy alto para las actividades del operador de máquina y una actuación lo antes posible con un nivel de riesgo alto para el auxiliar de señalización.

Tabla 46. Actuación y puntuación final (auxiliar de señalización)

Puntuación Final	Nivel de acción	Nivel de riesgo	Actuación	
1	0	Inapreciable	No es necesaria actuación	
2-3	1	Bajo	Puede ser necesaria la actuación	
4-7	2	Medio	Es necesaria la actuación	
8-10	3	Alto	Es necesaria la actuación cuando antes	9
11-15	4	Muy alto	Es necesario la actuación de inmediato	

El resultado de la puntuación final es la puntuación del grupo C más los puntos que se agregan en la actividad muscular, dando una puntuación de 9 puntos.

Análisis de Levantamiento de Carga con Método NIOSH 94

En las actividades del auxiliar de señalización se encuentra la principal actividad de levantamiento de carga que es el levantamiento de canecas de pintura para la mezcla y depósito del producto en la máquina pulverizadora, para ello, se toma el método NIOSH 94 ya que este método está diseñado para evaluar los riesgos asociados en levantamientos de cargas puras y se enfoca principalmente en factores mecánicos y biomecánicos como la carga, la distancia y la frecuencia, se analiza variables como altura y distancia de los objetos, el ángulo de torsión y las características de carga, enfocándose en la ergonomía física.

Para el cálculo de NIOSH 94 se requiere los siguientes puntos:

1. Peso de la carga (LC)

El peso de carga estándar, según el Decreto 2393 el peso máximo de carga es de:

- Varones hasta 16 años: 35 libras
- Varones de 16 a 18 años: 50 libras
- Varones mayores de 18 años: hasta 175 libras
- Mujeres hasta 18 años: 20 libras
- Mujeres de 18 a 21 años: 25 libras
- Mujeres mayores de 21 años: 50 libras

2. Altura de levantamiento (HM)

La altura a la que el trabajador agarra la carga al levantarla, midiendo desde el suelo hasta el punto de agarre de la caneca de pintura en metros.

3. Distancia horizontal (VM)

Se toma la distancia horizontal desde el cuerpo del trabajador hasta el punto de agarre de la caneca de pintura, es decir la distancia que se encuentra la carga del cuerpo mientras se levanta.

4. Factor de desplazamiento vertical (DM)

Recorrido desde donde tiene la carga hasta donde la deposita o destino final.

5. Factor de asimetría (AM)

El ángulo de torsión o rotación del tronco durante el levantamiento de la caneca de pintura.

6. Frecuencia de levantamiento (FM)

La frecuencia que realiza el levantamiento de la carga a lo largo del tiempo, como número de levantamiento de la carga por minuto o por hora.

7. Factor de agarre (CM)

La facilidad con la que el trabajador puede sujetar la carga, si es fácil, difícil, resbaladiza, entre otras, afectando a la seguridad y el esfuerzo al levantar la carga, calificando en escala de bueno, medio y malo.

8. Combinación de factores (RWL, Recommended Weight Limit)

Es la combinación de todos los factores, siendo este valor la carga límite de peso que debe levantar el operador. Si el RWL es mayor que el peso real que el operador levanta, entonces las condiciones son seguras, si es menor que el peso real nos indica que el levantamiento está fuera de los límites recomendados lo que puede presentar riesgos en la salud del trabajador.

9. Índice de levantamiento (LI)

Al obtener el RLW se calcula el índice de levantamiento para conocer el nivel de riesgo y las acciones que debe tomar, sea que no exista ningún riesgo para modificaciones o que exista un alto riesgo y se requiera una mejora urgente. Como se puede observar en la figura 21, se toma un valor

de distancia horizontal de 35cm, este se mide en la mitad de la distancia de separación del pie izquierdo con el derecho, y de altura 65cm desde el suelo hasta la base de la caneca.



Figura 21. Datos de distancia horizontal y vertical de auxiliar de señalización

Entonces:

LC: 23 kg

Ecuación 5. Altura de levantamiento.

$$HM = 25/H$$

Condición: Si H es menor o igual a 25 cm, se dará un valor de 1; si H es mayor a 25 cm y menor a 63 cm, se dará un valor de 0.71; si H es mayor a 63 cm, se dará un valor de 0.

Como se puede observar en la figura 10, al momento que levanta la caneca, el operador da un H de 35cm, por lo tanto,

$$HM = \frac{25}{35}; HM = 0,71$$

Ecuación 6. Distancia vertical.

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

Condición: Si $V > 175$ cm, se dará DM el valor de 1. D no debe ser mayor a 175cm.

$$VM = (1 - 0.003 |65 - 75|); VM = \mathbf{0,97}$$

Ecuación 7. Factor de desplazamiento vertical.

$$DM = 0,82 + \left(\frac{4.5}{D}\right)$$

Ecuación 8. Diferencia del valor vertical de origen con el valor vertical en el destino.

$$D = |Vo - Vd|; D = |0 - 65|$$

$$DM = 0,82 + \left(\frac{4.5}{D}\right); DM = \mathbf{0,88}$$

Ecuación 9. Factor de asimetría.

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

El ángulo que se determinó en la torsión del tronco del operador es de 10° al momento de cargar la caneca y colocar la pintura en la máquina pulverizadora.

$$AM = 1 - (0,0032 * 10^\circ); AM = \mathbf{0,96}$$

Factor de frecuencia FM = Se calcula en eleva/min según la Tabla 37 que se muestra a continuación:

Para evaluar el impacto del levantamiento de carga en los trabajadores, se considera el factor de frecuencia como un parámetro clave dentro de la metodología NIOSH 94 Revisado. Este factor se determina en función del número de levantamientos por minuto y la duración total de la actividad dentro de la jornada laboral. La tabla 47, presenta los valores de factor de frecuencia utilizados para ajustar la evaluación del riesgo asociado a la actividad, proporcionando un insumo fundamental para la toma de decisiones en la mejora de las condiciones laborales.

Tabla 47. Factor de frecuencia

Frecuencia elev/min	Duración del trabajo					
	Corta		Moderada		Larga	
	V<75	V>75	V<75	V>75	V<75	V>75
< 0,2	1	1	0,95	0,95	0,85	0,85
0,5	0,97	0,97	0,92	0,92	0,81	0,81
1	0,94	0,94	0,88	0,88	0,75	0,75
2	0,91	0,91	0,84	0,84	0,65	0,65
3	0,88	0,88	0,79	0,79	0,55	0,55
4	0,84	0,84	0,72	0,72	0,45	0,45
5	0,8	0,8	0,6	0,6	0,35	0,35
6	0,75	0,75	0,5	0,5	0,27	0,27
7	0,7	0,7	0,42	0,42	0,22	0,22
8	0,6	0,6	0,35	0,35	0,18	0,18
9	0,52	0,52	0,3	0,3	0	0,15
10	0,45	0,45	0,26	0,26	0	0,13
11	0,41	0,41	0	0,23	0	0
12	0,37	0,37	0	0,21	0	0
13	0	0,34	0	0	0	0
14	0	0,31	0	0	0	0
15	0	0,28	0	0	0	0
> 15	0	0	0	0	0	0
Tiempo		Duración		Tiempo de recuperación		
≤1 hora		Corta		al menos 1,2 veces el tiempo de trabajo		
>1 - 2 horas		Moderada		al menos 0,3 veces el tiempo de trabajo		
>2 - 8 horas		Larga				

Elaborado por: (ERGONAUTAS, 2023)

Para la selección del factor de frecuencia se analiza el número de elevaciones por minuto que hace el auxiliar de señalización, en las 8 horas laborales, Por lo que se logró determinar que en una hora de trabajo el auxiliar de señalización realiza 2 levantamientos, cada una con una duración de 14 segundos.

Por lo tanto:

$$Frecuencia = \frac{\text{Número de levantamientos}}{\text{Tiempo en minutos}} = \frac{2}{60} = \mathbf{0.033}$$

Por ende, al obtener el resultado de 0,033 es menor que 2, según la tabla 38, se elige desde la fila que obtenga valores de elevaciones por minuto menores de 0,2 se y una distancia vertical <75, que como se muestra anteriormente en las fórmulas $V= 65\text{cm}$ por lo tanto da como resultado una puntuación de 1,00

FC= Se califica según el tipo de agarre

Tabla 48. Factor de agarre del puesto de auxiliar de señalización

TIPO DE AGARRE	V<75	V≥ 75
Bueno	1,00	1,00
Regular	0,95	1,00
Malo	0,90	0,90

En general se consideran agarres buenos los objetos que tienen contenedores de diseño con agarraderas o asas que permitan un mejor agarre, un agarre regular se considera a objetos que tiene asas o agarraderas con tamaño inadecuado flexionando los dedos a 90°, y se considera agarre pobre o malo objetos mal diseñados o voluminosos que no permiten un agarre bueno

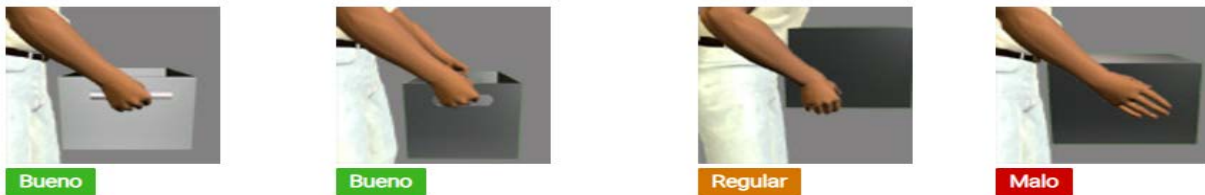


Figura 22. Medidas de tipo de agarre

Nota: Elaborado por: (ERGONAUTAS, 2023)

Después de obtener todos los datos se procede a realizar la fórmula de RWL.

Ecuación 10. Ecuación de NIOSH.

$$1. \quad \begin{aligned} RWL &= LC * HM * VM * DM * AM * FM * CM \\ RWL &= 23 * 0.71 * 0.97 * 0.88 * 0.96 * 1 * 1 ; RWL = \mathbf{13.38} \end{aligned}$$

LI= peso de la carga levantada / RWL

Condiciones:

- Si LI es menor o igual a 1 la tarea puede ser realizada por la mayor parte de los trabajadores sin ocasionarles problemas, calificando un riesgo “**Acceptable**”.
- Si LI está entre 1 y 3 la tarea puede ocasionar problemas a algunos trabajadores. Conviene estudiar el puesto de trabajo y realizar las modificaciones pertinentes, calificando un riesgo “**Moderado**”
- Si LI es mayor o igual a 3 la tarea ocasionará problemas a la mayor parte de los trabajadores. Debe modificarse, calificando con un riesgo “**Inacceptable**” (Ergonautas, 2023)

$$LI = \frac{27 \text{ kg}}{13.38} ; LI = \mathbf{2.08} ; \text{Aplicar medidas pertinentes, “Moderado”}$$

Como se puede observar en la ecuación, el índice de levantamiento dio 2.08 puntos lo cual dentro de las condiciones se debe aplicar modificaciones pertinentes, destacando que 27 kg ya sobrepasa los requerimientos, dado que el peso máximo recomendado es 23 kg.

Jerarquía de Control de Riesgos

Al obtener los resultados de REBA y cálculo de NIOSH se procede por medio de una jerarquía de controles de riesgo a identificar las acciones más efectivas para reducir la probabilidad de

accidentes y enfermedades en el lugar de trabajo. La jerarquía de control de riesgos (Figura 23) se ordena de mayor a menor importancia en el siguiente orden. (PREVENCION, 2024)

1. Eliminación: Eliminación completa del peligro
2. Sustitución: Reemplazar el material, equipo o proceso por uno de riesgo inferior.
3. Control técnico: Rediseña equipos o procesos de trabajo.
4. Control administrativo: Implementa control como entrenamiento, procedimientos, guías para cambiar la forma de cómo trabaja la gente y por medio de conferencias o explicaciones informar a los operadores cual es la manera correcta de realizar dichas actividades.
5. Uso de EPP: Entrega y correcto uso de equipo de protección personal y comunitario

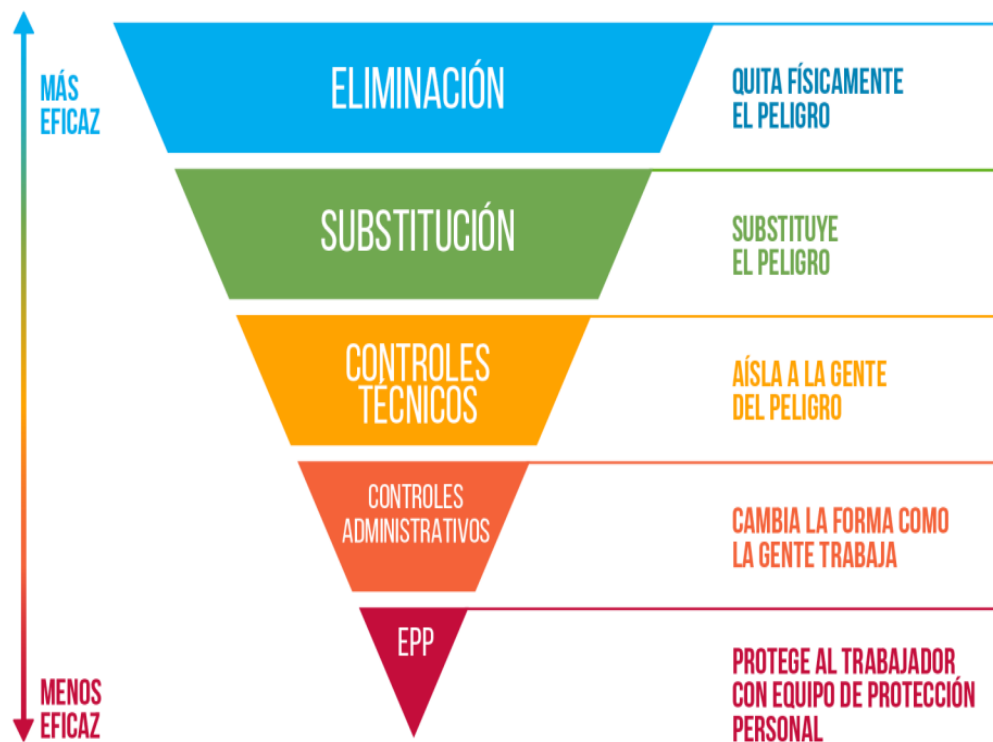


Figura 23. Jerarquía de riesgos ergonómicos

Tomado de: (PREVENCION, 2024)

Con base en los resultados obtenidos en la metodología REBA y NIOSH se califica de la siguiente manera en la jerarquía de riesgos como se muestra en la Tabla 49, se tomará acciones de control técnico, es decir rediseño de los instrumentos que utilizan los operadores para realizar sus actividades para el resultado del método REBA y control administrativo para el método NIOSH debido a medidas pertinentes por medio de un levantamiento correcto de carga.

Tabla 49. Resultados de control de riesgos

Resultados de Control de Riesgos					
Puesto	Método	Resultados	Nivel de riesgo	Actuación	Jerarquía de riesgos
Operador de máquina	REBA	12	Muy alto	Es necesaria la actuación de inmediato	Control técnico
Auxilia de señalización	REBA	9	Alto	Es necesaria la actuación cuanto antes.	Control técnico
	NIOSH	2.08	Moderado	Aplica medidas pertinentes	Control técnico

Área de Estudio

La última actualización de las líneas de Investigación de los Centros de Investigación de la Universidad Indoamérica indica que la seguridad, salud laboral y ambiente, se enfoca en resolver problemas de los entornos laborables en función de la seguridad industrial, la salud laboral y el cuidado del ambiente (Cruz et al., 2021). En la Tabla 50, se presenta la delimitación del área de estudio:

Tabla 50. Delimitación área de estudio

Área de estudio	Delimitación del objetivo de estudio
Dominio:	Tecnología y Sociedad.
Línea de Investigación:	Seguridad, salud laboral y ambiente.
Sublímela de Investigación:	Evaluaciones ergonómicas para la determinación de niveles de riesgos a los que están expuestos los trabajadores.
Campo:	Salud laboral
Área:	Seguridad Industrial y Ambiente
Aspectos:	Riesgos ergonómicos.
Objetivo:	Rediseñar los puestos de trabajo de señalización de vías de la ciudad de Quito, mediante la instalación de controles de ingeniería en la causa raíz y medidas administrativas en el personal operativo reduciendo los niveles de riesgo ergonómico.
Período de análisis:	Febrero 2024 – septiembre 2024

Nota. Se presenta la línea de investigación a utilizar en el desarrollo del proyecto investigativo.
Tomado de: Universidad Tecnológica Indoamérica (Cruz , 2021)

Modelo Operativo

El presente estudio tiene como objetivo realizar el rediseño ergonómico de los puestos de trabajo en el personal operativo de que ejecuta actividades de señalización vial en las calles de la ciudad de Quito, por lo tanto, para plantear la propuesta es necesario seguir los pasos descritos en la Figura 24:

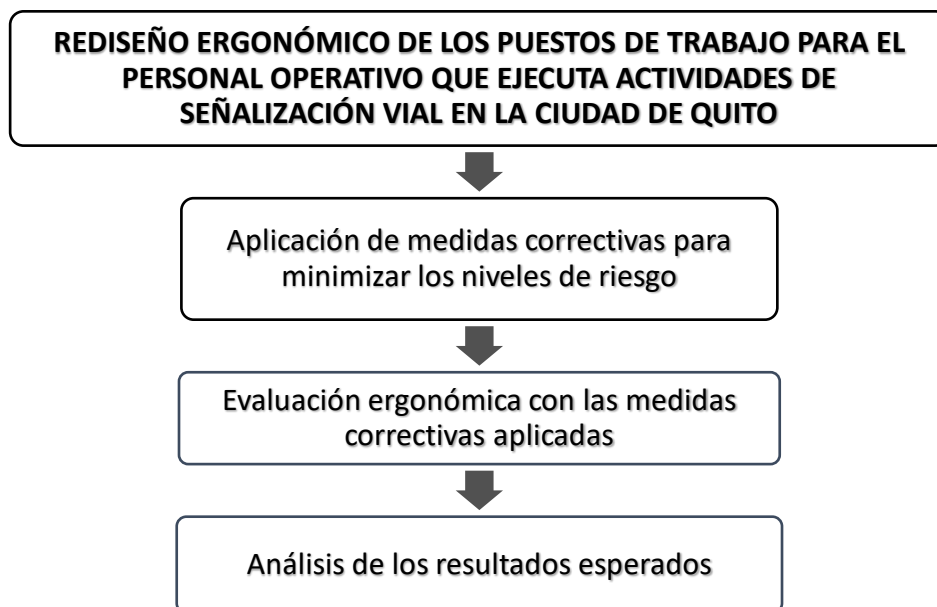


Figura 24. Modelo Operativo
Elaborado por: E. Argotty (2024)

Aplicación de Medidas Correctivas para Minimizar los Niveles de Riesgo

Con los valores obtenidos en la evaluación se pretende establecer medidas correctivas que permitan minimizar los niveles de riesgo en los trabajadores al momento de realizar sus actividades, con la finalidad de evitar trastornos musculoesqueléticos y dolencias en el personal. Estas medidas van relacionadas con el rediseño de los puestos de trabajo e inducir al buen hábito de las posturas en el personal operativo cuando estén ejecutando las actividades diarias.

Evaluación Ergonómica con las Medidas Correctivas Aplicadas

En esta parte del estudio es muy importante volver a realizar un estudio con las medidas correctivas aplicadas en los trabajadores con más riesgo de contraer trastornos musculoesqueléticos, esto con la finalidad de determinar si las acciones tomadas fueron las acertadas, además de comprobar si el estudio realizado con las metodologías expuestas fueron las más adecuadas para obtener resultados positivos que vayan en beneficio de la salud de los trabajadores.

Análisis de los Resultados Esperados

Culminado el estudio se planteará realizar un análisis e interpretación de los resultados obtenidos para determinar si van acorde con los objetivos planteados en el proyecto investigativo. Los resultados deben contribuir de manera positiva en la salud de los trabajadores y en la productividad y beneficio de la empresa, ya que permitirá evitar ausentismos a causas de enfermedades profesionales.

CAPÍTULO III

PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS

Diseño de Medidas Correctivas y Preventivas para el Rediseño de Puestos de Trabajo

Alcance

El desarrollo de la propuesta está dirigida al personal operativo del área de señalización vial de la ciudad de Quito, para realizar mejoras en los puestos de trabajo con el fin de prevenir futuros problemas ergonómicos y la aparición de enfermedades ocupacionales, contribuyendo a un entorno de trabajo seguro y productivo.

Objetivo

Disminuir el nivel de riesgo ergonómico identificados en los puestos de trabajo del personal operativo que realiza actividades de señalización vial en la ciudad de Quito, mediante el rediseño del entorno laboral para el bienestar y salud de los trabajadores.

Justificación

Una vez diagnosticado y evaluado los factores de riesgo ergonómico en el personal operativo del área de señalización vial de la ciudad de Quito, se determinó que los trabajadores en los puestos de trabajo de auxiliar de señalización y operador de máquina desempeñan sus actividades en un entorno ergonómico no adecuado, ya que, debido a las posturas forzadas y el mal manejo en el levantamiento manual de cargas, ponen en riesgo el bienestar y la salud de cada uno de los trabajadores. Por lo tanto, es importante realizar la implementación de medidas correctivas que permitan minimizar los riesgos ergonómicos en los puestos de trabajo ya mencionados, para lo cual es necesario la adquisición de cierto tipo de accesorios que vayan de acuerdo con la

antropometría de los trabajadores, los mismos que permitirán establecer un entorno laboral seguro para el bienestar de los trabajadores.

Presentación Propuesta

Con los resultados obtenidos mediante las metodologías de evaluación con las herramientas REBA, NIOSH (94) y la encuesta realizada a los trabajadores mediante el cuestionario nórdico de Kuorinka, en donde se logró evaluar la presencia de trastornos musculoesqueléticos en los 9 trabajadores del área de señalización. Este cuestionario permitió identificar las zonas del cuerpo más afectadas por las actividades laborales, proporcionando datos clave para el rediseño ergonómico de los puestos de trabajo.

Los resultados indican que los auxiliares de señalización presentan molestias significativas en la espalda alta (83%) y espalda baja (100%), seguidas por molestias en el cuello (50%) y hombros (33%). Estas afecciones están relacionadas con posturas inadecuadas y por el levantamiento manual de cargas en la manipulación de materiales y herramientas.

En el caso de los operadores de máquina, el 100% de los encuestados reportó dolor en la espalda baja, mientras que el 67% indicó molestias en la espalda alta, cuello y hombros. Estos hallazgos refuerzan la necesidad de implementar mejoras ergonómicas, como ajustes en la altura de las herramientas y la incorporación de equipos auxiliares para reducir la sobrecarga física.

Por lo tanto, para el tema de investigación “Rediseño ergonómico de los puestos de trabajo para el personal operativo que ejecuta actividades de señalización vial en la ciudad de Quito”, es necesario adquirir herramientas o acoples que le permitan al trabajador realizar sus actividades empleando posturas ergonómicas adecuadas que vayan acorde a la antropometría del trabajador. Además, es

necesario establecer control administrativo mediante una guía práctica de la manera correcta del levantamiento manual de cargas.

Para Zuñiga (2022), los trabajadores están expuestos a movimientos bruscos, movimientos repetitivos, levantamiento de cargas pesadas cuando los principios ergonómicos no son considerados en las actividades diarias y en sus puestos de trabajo, por lo que es fundamental identificar los riesgos ergonómicos presentes en cada lugar de trabajo para proponer mejoras. Por lo tanto, para mejorar las posturas ergonómicas de los trabajadores del área de señalización vial será necesario rediseñar ergonómicamente los puestos de trabajo para de esta manera reducir los trastornos musculoesqueléticos en el personal operativo.

Análisis Antropométrico del Personal Operativo

Para la implementación de la propuesta, es necesario realizar un análisis antropométrico a los 9 trabajadores del área de señalización vial en base a la estatura, la longitud de los brazos, codo, mano y hombro con relación a la superficie (piso), con la finalidad de establecer el diseño y ajuste adecuado tanto para el puesto de trabajo de operador de máquina y para el puesto de trabajo de auxiliar de señalización, así como también determinar las herramientas adecuadas que se necesita implementar para la correcta adaptación de las características físicas del personal operativo con su respectivo puesto de trabajo, para garantizar de esta manera la reducción de dolores musculoesqueléticos y la mejora del rendimiento laboral en el área de señalización.

Para López et al. (2019), en su obra “Antropometría para el diseño de puestos de trabajo”, indica que el principio ergonómico tiene la finalidad de adaptar las actividades a las capacidades y limitaciones de los trabajadores y no a la inversa. Además, presenta a la antropometría como una de las ciencias cuyo objetivo es estudiar las medidas del ser humano para el diseño de productos

adaptados a la forma física de la persona, dependiendo de la dimensión y estructura del ser humano independientemente de la actividad a ejecutar.

Para el desarrollo del rediseño de los puestos de trabajo del personal operativo del área de señalización vial, se realiza un análisis de las medidas básicas en antropometría como parte de la adaptación de la maquinaria o herramienta a la fisionomía del trabajador.

Medidas Básicas Antropométricas del Personal Operador de Máquina

Las medidas antropométricas son esenciales para el diseño ergonómico de los puestos de trabajo, ya que permiten adaptar la maquinaria y herramientas a la fisionomía del trabajador, reduciendo el riesgo de lesiones y mejorando la eficiencia operativa. De acuerdo con la norma ISO EN 7250, se establecen parámetros estándar para la recopilación de dimensiones antropométricas humanas, proporcionando una referencia para la ergonomía ocupacional y el diseño industrial. Para el análisis ergonómico del personal operador de máquina, se tomaron mediciones clave como la altura hasta los nudillos, la altura del codo y la distancia entre los hombros y los dedos de la mano, con el objetivo de determinar las posturas óptimas para la manipulación de herramientas y equipos. Estas dimensiones fueron comparadas con los valores de referencia de la ISO EN 7250, asegurando que el rediseño del puesto de trabajo cumpla con los criterios de confort, seguridad y eficiencia establecidos en la normativa internacional.

A continuación, se detalla la manera adecuada de cómo hacer el levantamiento de la información en lo que respecta a la toma de medidas básicas antropométricas para el análisis correspondiente previo a la adquisición de la extensión para la pistola de aplicación de pintura.

Estatura: Para Carmenate et al.(2014), corresponde a la distancia vertical desde la coronilla de la cabeza, para una correcta determinación el trabajador debe estar en posición erguida, sin calzado,

con las palmas y dedos de la mano extendidos hacia abajo, con la mirada al frente y el peso distribuido equitativamente en ambos pies. Su aplicación es muy importante para una correcta distribución de espacios de trabajo y el diseño de equipos de trabajo. La Figura 25 muestra la forma adecuada para medir la estatura.

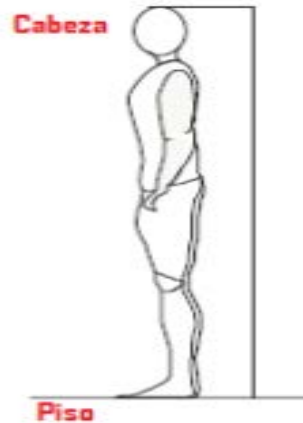


Figura 25. Posición del trabajador para medir la estatura

Altura de la muñeca: distancia vertical tomada desde la superficie del piso a la distancia del punto de la muñeca, para realizar la medición el trabajador debe permanecer erecto, con la mirada al frente y el peso equilibrado en ambos pies.(López et al. 2019). La Figura 26 presenta la forma de realizar la medición de la altura de la muñeca.

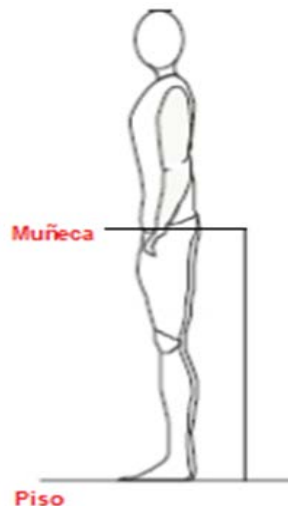


Figura 26. Posición del trabajador para medir la altura de la muñeca del trabajador

Altura del hombro: es la distancia vertical desde la horizontal de la superficie hasta el acromio, el cual corresponde a la parte superior más alta del hombro, para una correcta toma de medidas el trabajador debe permanecer en forma erecta con las palmas y los dedos de las manos extendidos hacia abajo, con la mirada al frente y con el peso distribuido en ambos pies (Carménate et al., 2014). La Figura 27 indica la forma acertada para realizar la medición de la altura del hombro.



Figura 27. Posición del trabajador para medir la altura de los hombros del trabajador

Altura del codo: se muestra como la distancia que existe entre la superficie del suelo a la depresión del codo, lugar donde se ubica los huesos del brazo y antebrazo (radial). Para tomar la medida el sujeto debe estar de pie de forma erecta con la mirada al frente y los brazos a los lados de forma natural.(López et al. 2019). La Figura 28 muestra la postura adecuada del trabajador para realizar la medición.

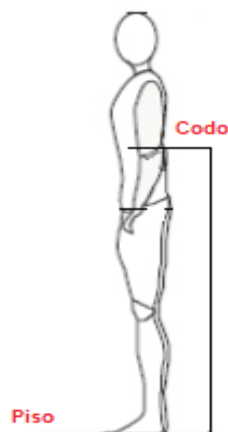


Figura 28. Posición del trabajador para medir la altura de los codos del trabajador

Diseño de Medidas Correctivas

Medidas antropométricas tomadas al personal operador de máquina

El promedio de los datos tomados de las mediciones básicas de ciertas partes del cuerpo humano a los tres operadores de máquina permitirá establecer la longitud adecuada de la extensión para la pistola de aplicación de pintura que se requiere adquirir para llevar a cabo el rediseño del puesto de trabajo del operador de máquina. La Tabla 51 presenta los resultados obtenidos de las mediciones realizadas al personal que opera la máquina.

Tabla 51. Medidas básicas tomadas a los operadores de máquina

MEDIDAS BÁSICAS ANTROPOMÉTRICAS					
Trabajador	Estatura (cm)	Altura de los nudillos (cm)	Altura de la muñeca (cm)	Altura del hombro (cm)	Altura del codo (cm)
Operador de máquina 1	180	78	88	148	115
Operador de máquina 2	174	75	81	142	107
Operador de máquina 3	170	73	80	143	106
Promedio	175	75	83	144	109

Promedio de la Altura de los Nudillos de la Mano de los Operadores de Máquina

Es muy importante determinar el promedio de la altura de los nudillos en los trabajadores, ya que permite determinar la longitud de la extensión de pistola para la aplicación de la pintura sobre la calzada en los distintos procesos de señalización de las vías. En la Figura 29, se presentan los resultados de la altura promedio de los nudillos de los 3 operadores de máquina:

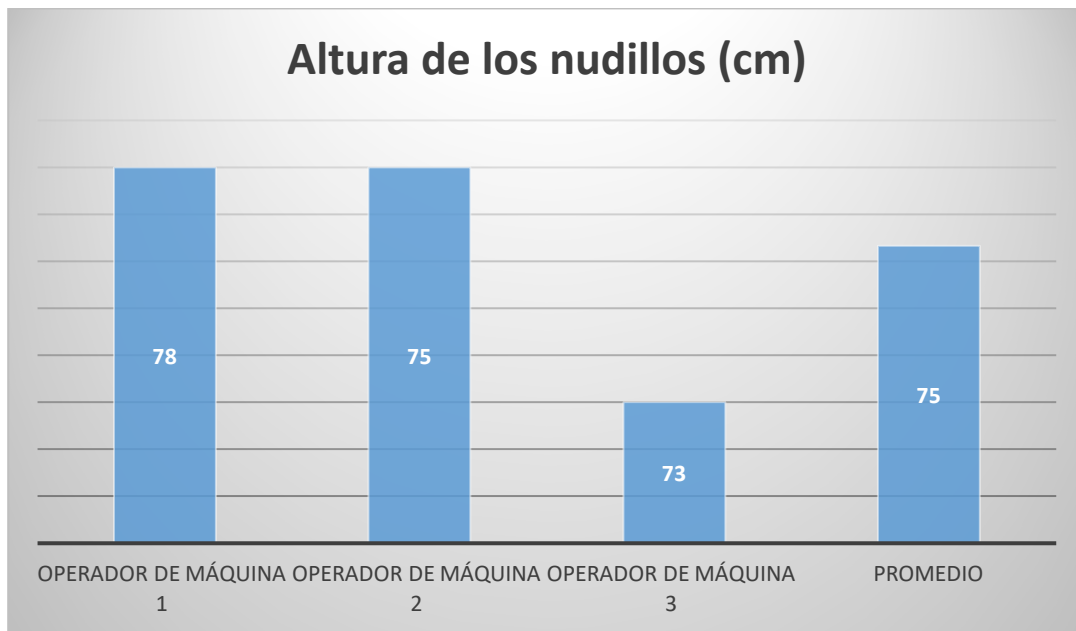


Figura 29. Altura promedio de los nudillos de los 3 operadores de máquina

Extensión de Pistola de Pintura como medida de Acción de Control

Una vez obtenido el promedio de la altura del piso hasta el nudillo de la mano de los trabajadores, es importante establecer la medida adecuada de la extensión de pistola que se va a adquirir. Para esto se debe tomar en cuenta la medida del largo del abanico que se produce al momento de aplicar la pintura sobre la calzada. Entonces, para determinar el largo de la extensión, basta restar la altura del nudillo de la mano, la cual va desde la superficie de la calzada hasta el nudillo de la mano del trabajador menos la altura del abanico creado al momento de aplicar la pintura

Según el manual de usuario de Vonder airless, para la ejecución de una correcta aplicación de pintura sobre la superficie, se debe sujetar la pistola de forma perpendicular a una distancia que va desde los 25cm hasta los 30 cm de la calzada o superficie (Vonder, 2023), así lo muestra la Figura 30:

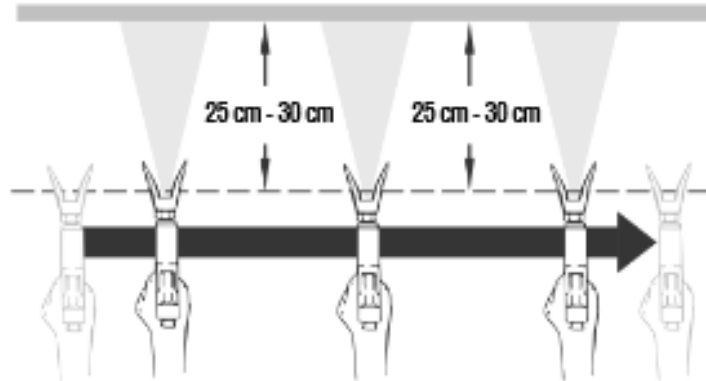


Figura 30. Distancia apropiada de la pistola hasta la superficie

Por lo tanto, para determinar la longitud de la extensión de la pistola de pintura se procede a realizar el siguiente cálculo:

Ecuación 11. Longitud de la extensión para pistola de aplicación de pintura.

$$L_{ext.} = AP_{nud.} - D_{pist.}$$

Donde:

$L_{ext.}$ = Longitud de la extensión

$AP_{nud.}$ = Altura promedio del nudillo de la mano respecto a la superficie del piso

$D_{pist.}$ = Distancia de la pistola respecto a la superficie del piso

Entonces se procede a realizar el primer cálculo con una distancia de 25cm desde la superficie hasta la pistola.

$$L_{ext.} = 75cm - 25 cm$$

$$L_{ext.} = 50cm$$

El resultado obtenido muestra que para este caso la longitud adecuada de la extensión es de 50 cm.

El segundo cálculo se lo realiza con la pistola ubicada a una distancia de 30cm de la superficie.

$$L_{ext.} = 75cm - 30 cm$$

$$L_{ext.} = 45 cm$$

Para este caso, el resultado indica que es necesario una extensión de 45 cm de longitud.

Es importante mencionar que en el mercado de productos Graco existen longitudes establecidas en lo que respecta a extensiones para pistola de pulverización de pintura, las cuales tienen longitudes específicas como lo muestra la Tabla 52.

Tabla 52. Especificaciones técnicas de las extensiones de pistola

Varilla de extensión para pistola pulverizadora				
				
<i>Especificaciones técnicas</i>				
Boquilla pulverizadora compatible			RAC IV	RAC IV
Longitud total (cm)	38	25	50	75
Modelo	RAC IV	RAC IV	RAC IV	RAC IV
Incluye	Protector de boquilla de pulverización	Protector de boquilla de pulverización	Protector de boquilla de pulverización	Protector de boquilla de pulverización

Entonces, en base a los datos obtenidos en los cálculos para determinar la longitud de la extensión a adquirir, se tiene como resultado que la idónea para el desarrollo de la propuesta es la extensión de 50 cm de longitud.

Plano de la Medida de Acción de Control a Implementar en el Puesto de Trabajo de Operador de Máquina

Con la finalidad de crear un puesto de trabajo seguro en el cual no exista riesgos ergonómicos asociados a las actividades que desempeñan los operadores de máquina, se ha visto la necesidad de adquirir un accesorio que actúa como extensión de pistola para aplicación de pintura, la implementación de esta alternativa de solución permite eliminar por completo la postura forzada a los cuales están expuestos los operadores de máquina, en la ejecución de sus actividades diarias. La Figura 31 presenta el plano de la extensión de pistola a adquirir para el desarrollo de la propuesta.

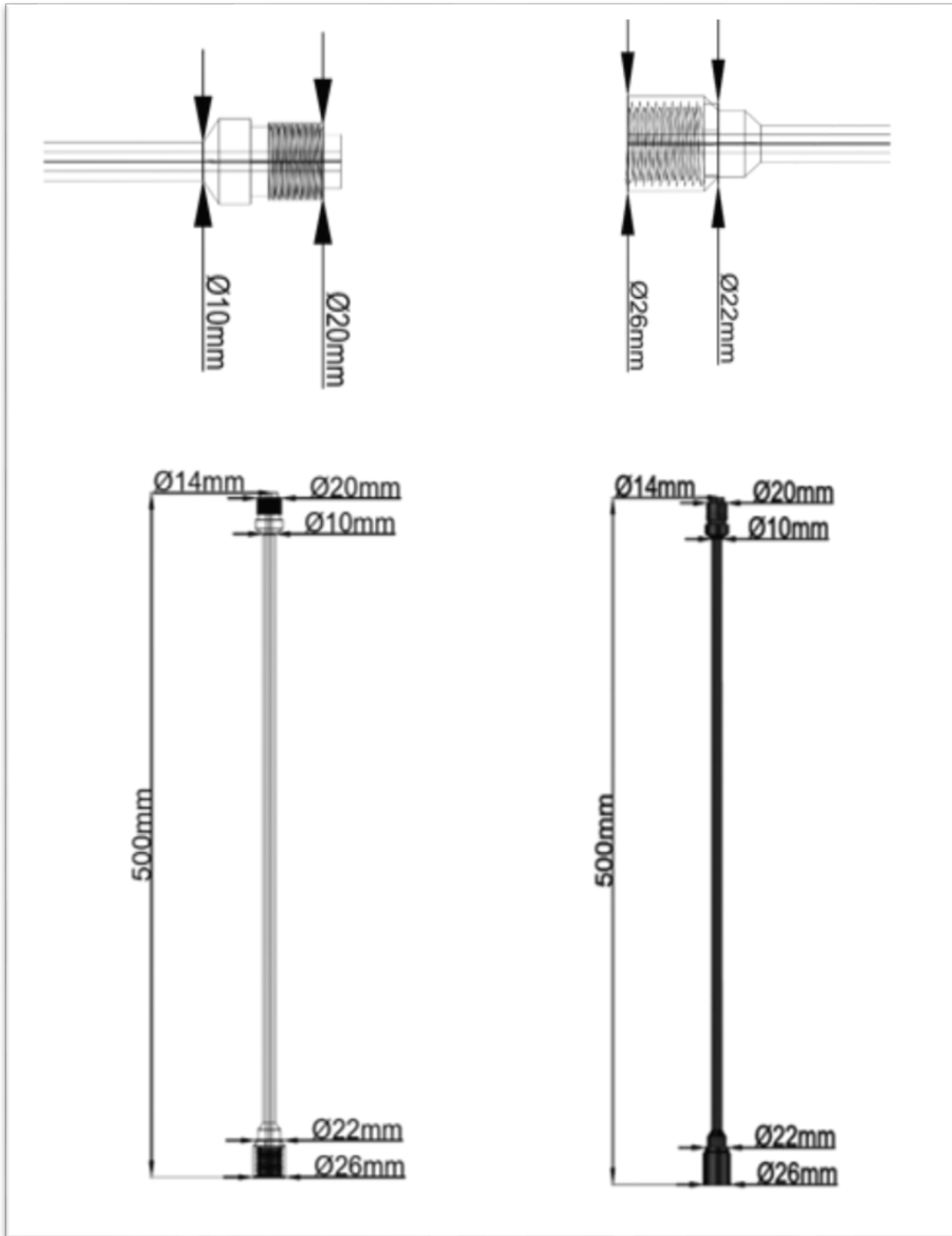


Figura 31. Plano de medidas de la extensión de pistola
Elaborado por: E. Argotty (2024)

Medidas de Acción de Control en el Puesto de Trabajo de Auxiliar de Señalización

En la evaluación ergonómica realizada a los auxiliares de señalización mediante la metodología REBA se identifica posturas inadecuadas en la manipulación de levantamiento de cargas en el instante que realizan actividades de mezclado de pintura, obteniendo como resultado en el nivel de acción de 3, con un nivel de riesgo alto, por lo que es necesario la actuación para minimizar el riesgo cuanto antes. Por lo tanto, para mitigar los riesgos ergonómicos en el puesto de trabajo del auxiliar de señalización, es necesario tomar acciones que permitan modificar la manera de realizar la actividad de mezcla de pintura, por lo que es necesario realizar un análisis de las medidas antropométricas en el personal para establecer la característica adecuada de la herramienta que se necesita emplear para el desarrollo de la propuesta.

Medidas Antropométricas Tomadas al Personal Auxiliar de Señalización

Las mediciones básicas de ciertas partes del cuerpo humano con relación a la superficie (piso) a los seis auxiliares de señalización, permite establecer las características adecuadas de la herramienta (varilla mezclador de pintura) que se requiere utilizar para llevar a cabo el rediseño del puesto de trabajo del auxiliar de señalización.

Con la información levantada a los 6 auxiliares de señalización de la distancia del hombro, el codo y nudillos de la mano con relación a la superficie horizontal (piso) como lo muestra la tabla 53, lo que se pretende es establecer un promedio entre todos los trabajadores para determinar la longitud adecuada del instrumentó que se va a utilizar como ayuda para realizar las actividades de mezclado de pintura.

Tabla 53. Medidas básicas tomadas a los auxiliares de señalización

Auxiliar de Señalización	Estatura (cm)	Altura de los nudillos de la mano (cm)	Altura del hombro (cm)	Altura del codo (cm)
1	176	78	148	109
2	165	74	136	101
3	177	78	145	108
4	173	72	142	102
5	169	73	140	103
6	166	67	138	100
Promedio	171	74	142	104

En la Figura 32, se presenta el promedio de las medidas básicas tomadas a los auxiliares de señalización:

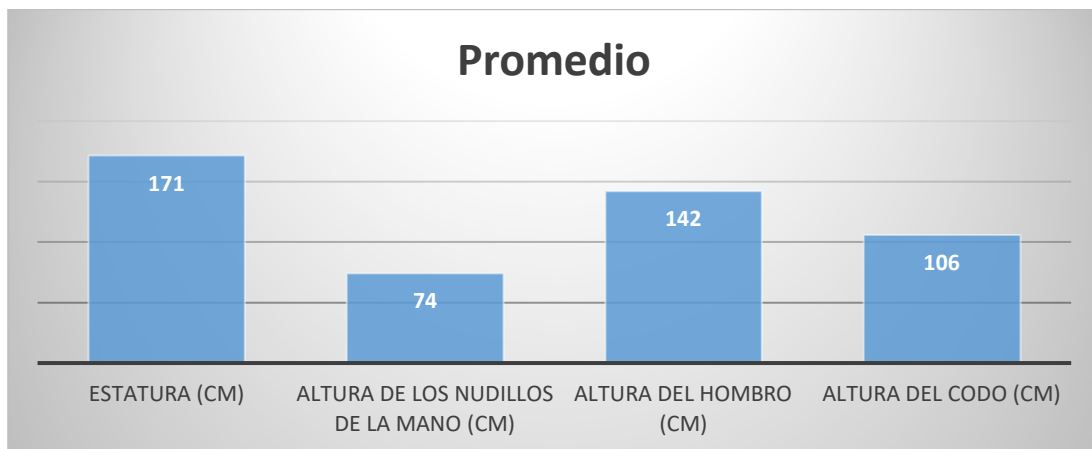


Figura 32. Promedio de las medidas básicas tomadas en base a la ISO 7250

Varilla Mezcladora de Pintura como medida de Acción de Control

Una vez obtenido el promedio de la altura del piso hasta ciertas partes del cuerpo de los trabajadores, es importante establecer la medida adecuada de la varilla mezcladora que se necesita emplear en el desarrollo de la propuesta. Para esto también es importante definir la longitud del taladro que se va a emplear en la actividad de mezclado de pintura. Entonces, para determinar el

largo de la varilla, basta restar la altura del codo del trabajador, menos la longitud del taladro. Se considera la altura del codo del trabajador debido a la posición que emplea el trabajador al momento de realizar la mezcla con el taladro y la varilla mezcladora, cabe mencionar que el movimiento que emplea el trabajador al momento de mezclar la pintura no es estático, sino que el movimiento va de arriba hacia abajo y viceversa, motivo por el cual justifica la distancia tomada para determinar la longitud de la varilla.

Taladro Inalámbrico para Mezclar Pintura

Para el rediseño ergonómico del puesto de trabajo del auxiliar de señalización es necesario la implementación de un taladro inalámbrico con las características y potencia suficiente para hacer girar la varilla mezcladora de pintura. Este modelo de taladro posee un diseño ergonómico que permite tener un mejor control del equipo, lo cual hace que reduzca la fatiga del trabajador al momento de utilizarlo. La Figura 33 presenta el taladro a emplear en el desarrollo de la propuesta.



Figura 33. Taladro inalámbrico

Características del taladro inalámbrico

En la Tabla 54, se presentan las principales características del taladro se presentan a continuación:

Tabla 54. Características del taladro inalámbrico

Voltaje	12V MAX
Velocidades	2
Máximo poder	15/24Nm
Máximo RPM	0-400 / 1.500
Capacidad del mandril	3/8" (10mm)
Peso	1.0kg / 2.204Lb
Dimensiones	38x25x8 cm

Con las dimensiones del taladro inalámbrico y las medidas antropométricas tomadas a los trabajadores, se determina la longitud de la varilla mezcladora de pintura con la ecuación 13, además, es importante indicar que, para una mejor postura ergonómica y agarre del taladro, el auxiliar de señalización debe realizar la mezcla de la pintura con la caneca asentada sobre la superficie de la vereda y los pies del trabajador sobre la calzada de la vía. La altura promedio del bordillo de la vereda para peatones es de 15 cm.

Ecuación 12. Longitud de la varilla mezcladora de pintura.

$$L_{varilla} = AP_{codo.} - L_{tal.} - Alt_{bord.}$$

Donde:

$L_{varilla.}$ = Longitud de la varilla

$AP_{codo.}$ = Altura promedio del codo respecto a la superficie del piso

$L_{tal.}$ = Longitud del taladro

$Alt_{bord.}$ = Altura del bordillo

Entonces:

$$L_{varilla} = 106 \text{ cm} - 38 \text{ cm} - 15 \text{ cm}$$

$$L_{varilla} = 53 \text{ cm}$$

El resultado obtenido indica que para la mezcla de pintura se requiere de una varilla de 53cm, no obstante, hay que tener en cuenta que la altura de la caneca de pintura es de 40 cm por lo que la longitud adecuada de la varilla de mezclado de pintura es de 50 cm, ya que los tres centímetros sobrantes se los puede restar para que la varilla no rose con la base de la caneca de pintura y los otros 10 cm sobresalga desde el nivel de la pintura para evitar el contacto con el taladro.

Plano de la Medida de Acción de Control a Implementar en el Puesto de Trabajo de Auxiliar de Señalización

Con la finalidad de crear un puesto de trabajo seguro en el cual no exista riesgos ergonómicos asociados a las actividades que desempeñan los auxiliares de señalización, se ha visto la necesidad de adquirir una varilla mezcladora de pintura, esta herramienta se usa como alternativa de solución para eliminar el riesgo ergonómico al que está expuesto el trabajador por el levantamiento de cargas. La Figura 34, presenta el plano de la varilla mezcladora que se utilizara en conjunto con el taladro inalámbrico para el desarrollo de la propuesta.

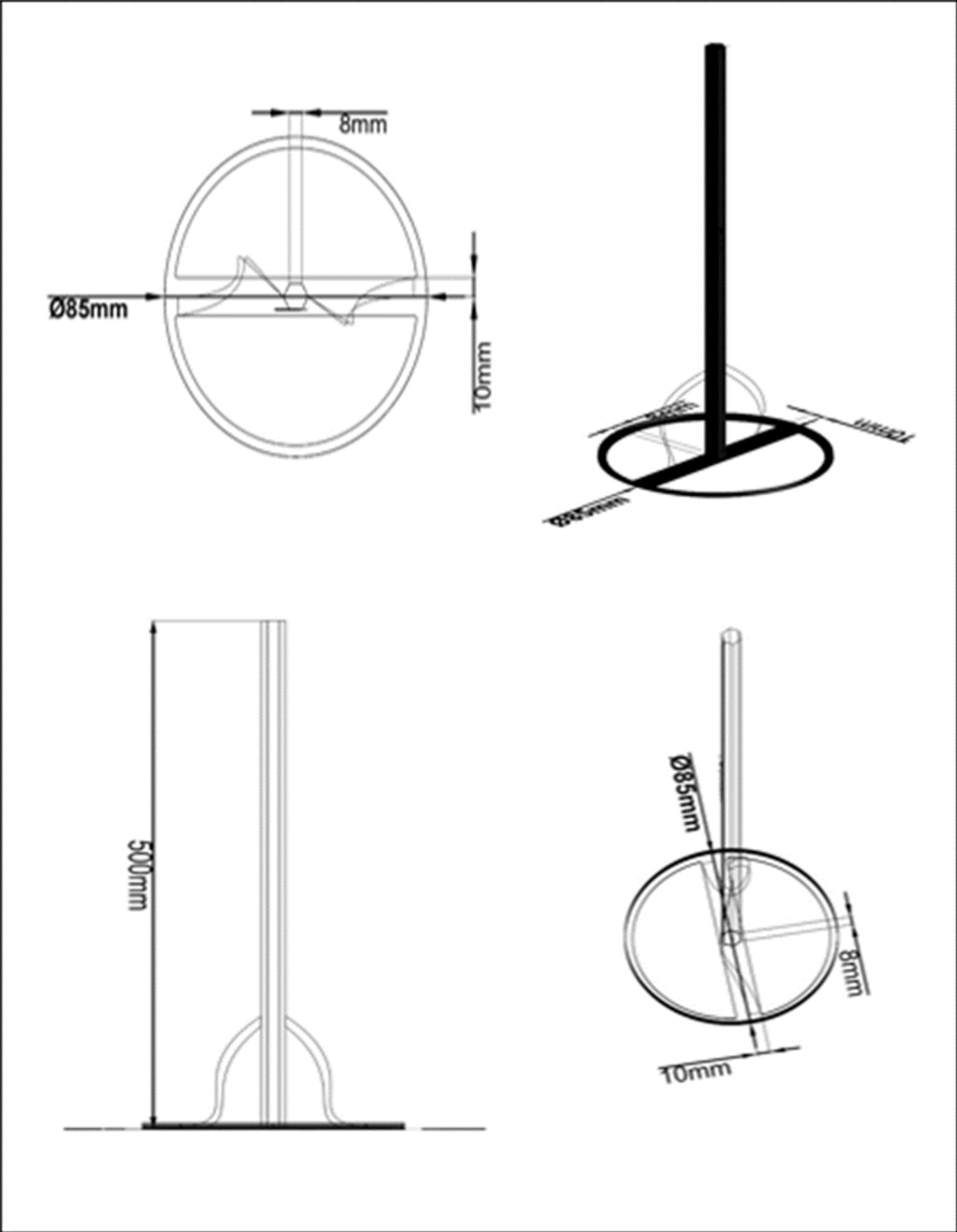


Figura 34. Plano de la varilla mezcladora
Elaborado por: E. Argotty (2024)

Resultados Esperados

Con la implementación de la propuesta, la empresa espera una disminución significativa en las manifestaciones de dolor ergonómico reportadas por el personal de señalización horizontal, esta intervención busca reducir el riesgo de trastornos musculoesqueléticos acumulativos, especialmente en la zona lumbar y extremidades superiores, optimizando las condiciones de trabajo mediante mejoras en la ergonomía y la adecuación de cargas físicas. Además, se espera que la reducción de factores de riesgo contribuya a una disminución en la frecuencia de incapacidades laborales y en la prevalencia de lesiones ocupacionales, obteniendo un lugar de trabajo seguro, contribuyendo a una mayor productividad y reduciendo la incidencia en costos asociados a posibles enfermedades ocupacionales.

Cronograma de Actividades

El contenido de la Tabla 55 presenta las actividades que se van a desarrollar para llevar a cabo la propuesta, el contenido del cronograma está establecido para ejecutarse en un periodo de tiempo de 6 meses.

Tabla 55. Cronograma de actividades para implementar la propuesta

Cronograma de actividades Abril 2024 – Octubre 2024				
Ítem	Actividad	Fecha inicio	Duración en días	Fecha fin
Desarrollo de la Propuesta				
1	Diagnóstico de la situación actual del área de señalización vial	15/4/2024	20	4/5/2024
2	Procesamiento y recopilación de datos	5/5/2024	15	20/5/2024
3	Interpretación de los datos obtenidos	21/5/2024	10	31/5/2024
4	Identificación de los factores de riesgo ergonómico en el personal	1/6/2024	20	20/6/2024
5	Evaluación de los riesgos ergonómicos en el personal operativo	21/6/2024	25	18/7/2024
6	Análisis de los costos de la propuesta	19/7/2024	10	29/7/2024

Presentación de la Propuesta				
7	Aprobación de la Propuesta	1/8/2024	8	9/8/2024
8	Socialización de la propuesta	10/8/2024	8	17/8/2024
9	Aplicación de medidas correctivas	20/8/2024	25	15/9/2024
10	Evaluación ergonómica método propuesto	16/9/2024	12	28/9/2024
11	Análisis de los resultados esperados	1/10/2024	15	15/10/2024
12	Presentación del proyecto	16/10/2024	8	23/10/2024

En la Figura 35, se presenta en diagrama de actividades para implementar la propuesta:



Figura 35. Diagrama de actividades para implementar la propuesta

Análisis de Costos

Análisis de Costos Variables

Para dar continuidad al estudio, se debe tomar en cuenta los gastos que implica el desarrollo de la propuesta, por lo que para realizar el rediseño ergonómico de los puestos de trabajo para el personal operativo es necesario la adquisición de herramientas, máquinas y acoples que permitan mejorar las posturas y prevenir los riesgos ergonómicos en los trabajadores. Los gastos estimados para el desarrollo de la propuesta se presentan en la Tabla 56.

Tabla 56. Costos estimados para la implementación de la propuesta

Costos e Implementación				
Ítem	Detalle	Precio Unitario	Cantidad	Costo
1	Extensión de 50 cm diseñada para acoplarse a pistolas de pulverización. Este accesorio permite a los trabajadores mantener posturas ergonómicas al pintar sin inclinarse excesivamente.	\$72	3	\$216,00
2	Herramienta de acero inoxidable de 50 cm que se utiliza junto con el taladro para mezclar pintura. Diseñada para minimizar el esfuerzo físico y evitar posturas forzadas.	\$9,3	3	\$27,75
3	Taladro ergonómico con batería recargable, diseñado para manejar cargas de trabajo prolongadas. Es ideal para acoplar la varilla mezcladora de pintura y evitar la fatiga muscular.	\$138	3	\$414,00
4	Material para encuesta	\$0,25	9	\$2,25
TOTAL				\$660,00

Elaborado por: E. Argotty (2024)

Análisis de Costos Fijos

Se menciona todos los costos relacionados a sueldos del personal administrativo y operativo que pertenecen al departamento de señalización vial, la Tabla 57 muestra los ingresos del personal que interviene en el desarrollo de la investigación.

Tabla 57. Costo hora por trabajador

Costo Hora-Hombre			
DETALLE	Supervisor	Auxiliar de señalización	Operador de máquina
Salario Básico Unificado 2024 (USD)	\$460,00	\$460,00	\$460,00
Sueldo (USD)	\$1.250,00	\$561,00	\$561,00
IESS 11,45% (USD)	\$143,13	\$64,23	\$64,23
Décimo tercero (USD)	\$104,20	\$46,80	\$46,80
Alimentación acuerdo 80 (USD)	\$80,00	\$80,00	\$80,00
Décimo cuarto (USD)	\$38,33	\$38,33	\$38,33
Transporte (USD)	\$0,00	\$11,00	\$11,00
Fondos de reserva (USD)	\$104,13	\$46,73	\$46,73
Total ingreso mensual (USD)	\$1.719,79	\$848,09	\$848,09
Horas trabajadas al mes	160	160	160
Costo de la hora de trabajo (USD)	\$10,75	\$5,30	\$5,30

Elaborado por: E. Argotty (2024)

Gastos por Capacitación al Personal Operativo

Los tiempos invertidos para asistir a capacitaciones ya sea dentro o fuera de la empresa siempre va a generar costos, los cuales se los puede considerar como tiempos inactivos, pero con remuneración, la Tabla 58 muestra los costos económicos aproximados que se generan por asistir a las capacitaciones previstas para presentación de la propuesta al personal.

Tabla 58. Costo de tiempo inactivo por asistencia a capacitación

Costos por Asistencia a Capacitaciones					
Ítem	Denominación	# Personas	Costo por hora	Horas	Costo
1	Supervisor	1	\$10,73	4	\$42,92
2	Auxiliares de señalización	6	\$5,28	4	\$126,72
3	Operador de máquina	3	\$5,28	4	\$63,36
TOTAL					\$233

Elaborado por: E. Argotty (2024)

Costo Total Estimado de la Propuesta

El costo aproximado para la implementación de la propuesta se ve reflejado en la Tabla 59, además, se debe considerar que los costos económicos aproximados pueden ser factibles para la economía de la empresa, considerando también las mejoras que se van a establecer en los puestos de trabajo en la cual se está realizando la investigación.

Tabla 59. Costo económico estimado de la propuesta

COSTOS ESTIMADOS POR IMPLEMENTACIÓN					
Ítem	Detalle	Precio Unitario	Cantidad	Costo	Tiempo (Mes)
1	Extensión para pistola de aplicación de pintura	\$72	3	\$216,00	1
2	Varilla para mezcla de pintura	\$9,3	3	\$27,75	2
3	Taladro inalámbrico	\$138	3	\$414,00	3
4	Material para encuesta	\$0,25	9	\$2,25	4
5	Costo por capacitación a los 6 auxiliares de señalización (horas)	\$79,20	4	\$316,80	5
6	Costo por capacitación a los 3 operadores de maquina (horas)	\$26,40	4	\$105,60	6
7	Costo por capacitación al supervisor del área (horas)	\$10,73	4	\$42,92	7
TOTAL				\$1.125,32	

Elaborado por: E. Argotty (2024)

Curva S

La curva S en su representación gráfica muestra de manera progresiva la evolución de los gastos estimados en el transcurso del desarrollo de la propuesta (Figura 36) la herramienta identifica las circunstancias de mayor gasto y los probables picos.

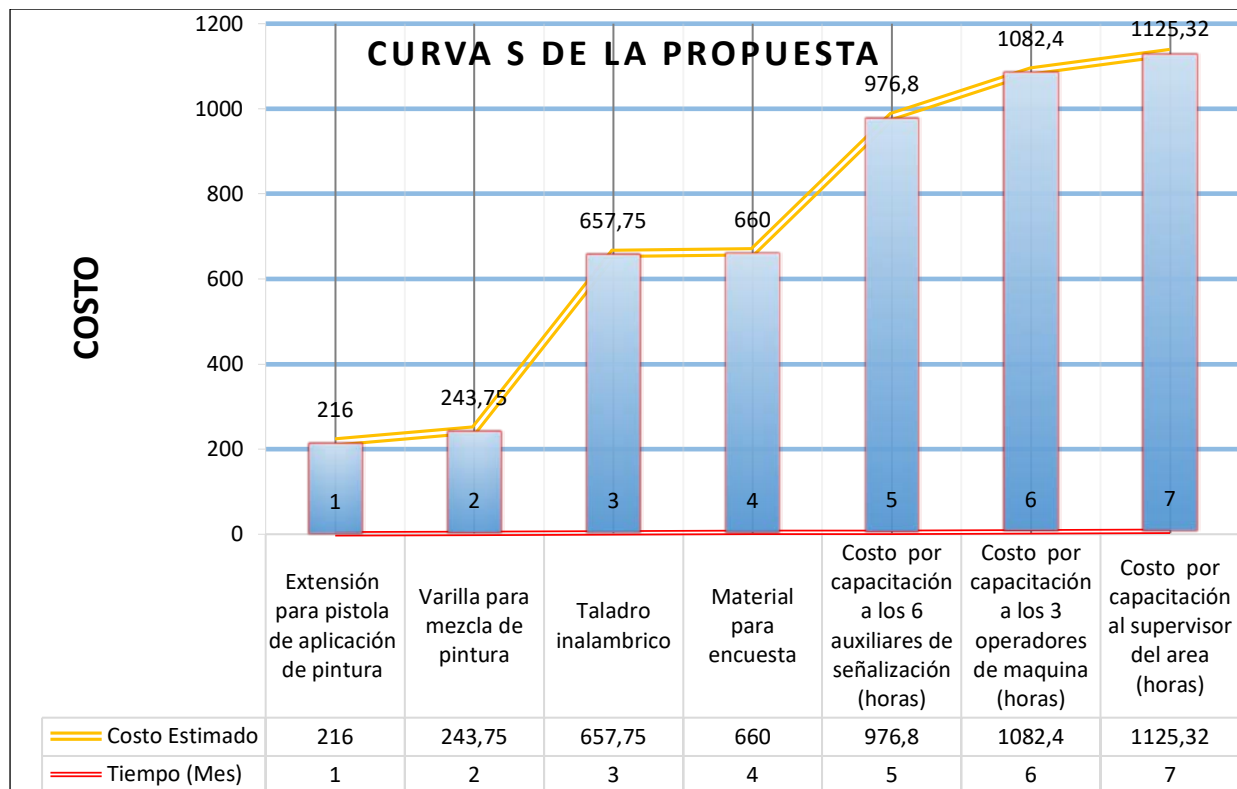


Figura 36. Curva "S" del costo económico del proyecto
Elaborado por: E. Argotty (2024)

CAPÍTULO IV

EJECUCIÓN DE LA PROPUESTA Y RESULTADOS OBTENIDOS

Proceso de Ejecución

Como se ha ido presentando en el transcurso de la investigación, el personal operativo del área de señalización vial perteneciente al municipio del Distrito Metropolitano de Quito, están expuestos a factores de riesgos ergonómicos debido al desarrollo de sus actividades en los procesos de señalización vial. Estos riesgos ergonómicos pueden conducir a trastornos musculoesqueléticos, causando dolor e incomodidad en los trabajadores, lo que conlleva a que se presenten bajos rendimientos en la productividad diaria en los trabajos de señalización.

Por lo tanto, la ejecución de la propuesta implica la implementación de un accesorio que funciona como extensión para la pistola de pulverización de pintura. El objetivo de la adquisición de esta herramienta es mejorar la postura del pintor en los procesos de señalización de reductores de velocidad, señalización de cruces peatonales y señalización de bordillos.

El estudio para el rediseño ergonómico de los puestos de trabajo de los trabajadores del área de señalización de las vías de la ciudad de Quito está enfocado en buscar herramientas que permitan adaptar las capacidades y limitaciones del cuerpo humano a los entornos de trabajo que se presenten en desarrollo de las actividades de los trabajadores operativos del área de señalización vial del municipio de Quito.

El uso de herramientas tiene varios justificativos que respaldan su uso, las cuales se detalla a continuación:

Reducción de Esfuerzo Físico: El uso de esta herramienta que trabaja como extensión reduce la necesidad de levantar y sostener la pistola de pintura a alturas elevadas o en posiciones incómodas.

Esto disminuye la fatiga muscular en los brazos, hombros y espalda, lo cual es crucial para trabajos prolongados. Por otro lado, permite que el peso de la pistola de pintura se distribuya de manera más equitativa, reduciendo la carga en una sola área del cuerpo.

Mejora de la Postura: El acople de esta extensión con la pistola de aplicación de pintura facilita el mantenimiento de una postura más ergonómica y natural, evitando posiciones que puedan provocar lesiones por movimientos repetitivos o tensión en el cuerpo.

La aplicación de pintura con esta herramienta permite alcanzar áreas de difícil acceso sin necesidad de estirarse excesivamente o adoptar posturas incómodas, lo cual es fundamental para prevenir problemas en la columna vertebral y articulaciones en los trabajadores.

Reducción del Riesgo de Lesiones: El uso de una extensión puede disminuir el riesgo de lesiones comunes, como el síndrome del túnel carpiano, tendinitis y otros problemas musculoesqueléticos asociados con movimientos repetitivos y posturas incómodas. La finalidad principal de esta herramienta es que disminuya el posible riesgo de contraer lesiones a nivel de la región lumbar debido a las posturas que adoptan los pintores al momento de aplicar la pintura sobre la calzada en los distintos procesos de señalización de las vías de la ciudad de Quito.

Aumento de la eficiencia y productividad: Con la implementación de la propuesta se ejecutará las actividades con posturas ergonómicas correctas, esto permitirá mejorar la eficiencia y la productividad de los procesos de señalización de las vías, permitiendo completar tareas de manera más rápida y con menor esfuerzo. La reducción de la fatiga y el esfuerzo físico permite a los trabajadores mantener un ritmo de trabajo más constante, disminuyendo la necesidad de descansos frecuentes.

Mejora de la Calidad del Trabajo: La extensión de la pistola de la máquina de señalización vial, permite una aplicación más uniforme y consistente de la pintura, lo cual puede presentar un acabado de mayor calidad, reduciendo la necesidad de aplicar nuevamente otra capa de pintura sobre la señalización a implementar sobre la calzada. Por otro lado, reducir el esfuerzo físico al momento de manipular la pistola mejora el control y la precisión de la aplicación de la pintura, generando resultados más profesionales.

Desarrollo de Ejecución de la Propuesta

El trabajo investigativo se lo ha ido desarrollando de acuerdo a las actividades planificadas en el modelo operativo cuyo objetivo es buscar soluciones al problema ergonómico identificado en el área de señalización vial perteneciente al municipio de la ciudad de Quito.

La identificación del riesgo ergonómico en el personal operativo dio paso para realizar un nuevo diseño ergonómico en los puestos de trabajo del área de señalización, precisamente en los operadores de máquinas, los mismos que presentan niveles de riesgo elevados según la encuesta realizada mediante el cuestionario Nórdico de Kuorinka, este análisis ayudó a determinar que en gran parte del personal que realiza estas actividades tiene dolores musculoesqueléticos en la parte baja de la región lumbar, por lo tanto se procede a realizar la respectiva evaluación de riesgo ergonómicos mediante la herramienta de evaluación ergonómica REBA 94. (Tabla 60)

Análisis REBA en el operador de máquina con la aplicación de mejora

Tabla 60. Datos para aplicación de REBA 94 con la propuesta aplicada

APLICACIÓN DE PROPUESTA	
Puesto:	Operador de máquina
Actividad:	Señalización de veredas
Fecha de eval. Puesto	5/9/2024
Fecha de evaluación del puesto con mejoras	9/9/2024
Fecha de informe:	9/9/2024



Datos por considerar:

Peso de extensión de varilla para pistola de pintura: 0.43 kg

Peso de la pistola de pintura: 0.42 kg

Valoración: GRUPO A

Cuello

Para el grupo A se procede a detallar la ponderación que se dio a las tres partes del cuerpo las cuales manejan flexión con rangos de ángulos según la herramienta REBA. Como se puede observar en la tabla 61, se valoriza con un puntaje de 3 ya que el operador tiene una flexión en el cuello de 40° encontrándose con una flexión mayor a 20°.

Tabla 61. Valoración de cuello (operador de máquina) propuesta

CUELLO			
Movimiento	Puntuación	Adicional	
0°- 20° flexión	1	Añadir +1 si hay torsión o inclinación lateral	
> 20° flexión o en extensión	2		

3

Además, que presenta torsión en el cuello, como se muestra en la Figura 37.

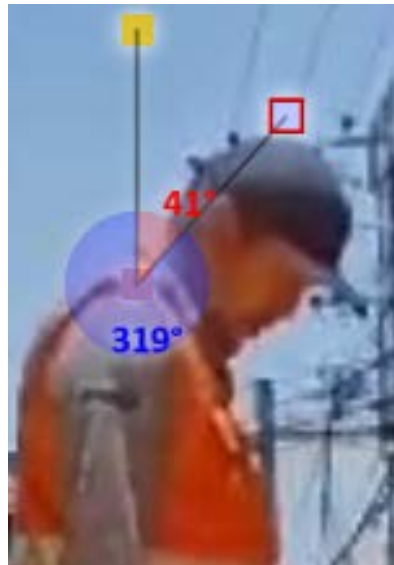
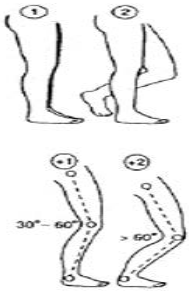


Figura 37. Flexión del cuello de operador de máquina propuesta

Piernas:

En la Tabla 62, Se pondera con 1 ya que se encuentra en un grado de 14°, no flexionando la pierna más que al caminar generando máximo un ángulo de 30° mientras hace su actividad.

Tabla 62. Valoración piernas (operador de máquina) propuesta

PIERNAS			
Movimiento	Puntuación	Adicional	
Soporte bilateral, caminando o sentado	1	Añadir +1 si hay flexión de rodillas entre 30° y 60°	
Soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable	2	Añadir +2 si las rodillas están flexionadas + de 60° (salvo postura sedente)	

1

Además, que presenta la posición de las piernas, como se muestra en la figura 38.

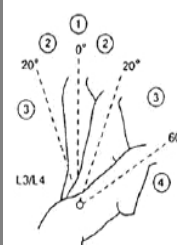


Figura 38. Flexión de piernas (operador de máquina) propuesta

Tronco:

En la Tabla 63, se pondera con 1 ya que se mantiene el tronco en un ángulo de 13° lo que significa que está erguido sin flexión como se muestra en la figura 39

Tabla 63. Valoración de tronco (operador de máquina) propuesta

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

1



Figura 39. Torso erguido propuesta

Se pondera con 0 ya que en el agarre de la pistola más la extensión como propuesta da un peso de 0.89 kg, lo cual no sobrepasa lo establecido por la herramienta REBA que es mayor a 5 Kg. Obteniendo como resultado en el grupo A de **1 punto**.

Tabla 64. Valoración del Grupo A (operador de máquina) propuesta

GRUPO A												
TRONCO	Cuello											
	1				2				3			
	Piernas				Piernas				Piernas			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
2	2	3	4	5	3	4	5	6	3	4	5	6
3	2	4	5	6	4	5	6	7	4	5	6	7
4	3	5	6	7	5	6	7	8	5	6	7	8
5	4	6	7	8	6	7	8	9	6	7	8	9

Tabla 65. Valoración Carga/fuerza (operador de máquina) propuesta

CARGA/FUERZA					
0	1	2	+1		
<5kg	5 a 10 kg	>10kg	Instauración rápida o brusca		0

Valoración: GRUPO B

Para la valoración del grupo B se detalla a continuación la ponderación de las tres partes del cuerpo las cuales mantienen una flexión con diferentes rangos de ángulos los cuales se califican con diferente puntuación como indica la herramienta REBA.

Antebrazo:

Se pondera con 2 ya que mantiene una flexión del antebrazo menor a 60°, la evaluación presenta un ángulo de 16° para el antebrazo como se muestra en la figura 40.

Tabla 66. Valoración de antebrazos (operador de máquina) PROPUESTA

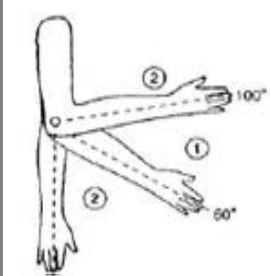
ANTEBRAZOS			<div style="border: 1px solid black; width: 50px; height: 50px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; font-size: 2em; font-weight: bold;">2</div>
Movimiento	Puntuación		
60°-100° flexión	1		
flexión <60° ó >100°	2		

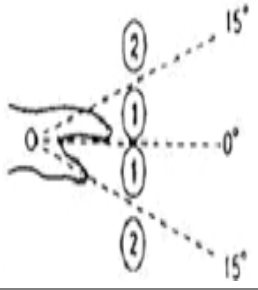


Figura 40. Ángulo del antebrazo (operador de máquina) propuesta

Muñeca:

Se da una valoración con un puntaje de 1 (Tabla 67) ya que la muñeca presenta un ángulo de 12° como se muestra en la figura 41, la posición de la muñeca no mantiene torsión al momento de utilizar la pistola de aplicación de pintura, ya que con la extensión adaptada a la pistola la muñeca permanece recta.

Tabla 67. Valoración de muñecas (operador de máquina) propuesta

MUÑECAS			
Movimiento	Puntuación	Adicional	
0° -15° flexión/ extensión	1	Añadir +1 si hay torsión o desviación lateral	
>15° flexión/ extensión	2		

1



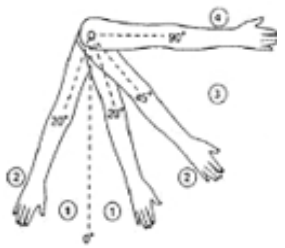
Figura 41. Ángulo de la muñeca (operador de máquina) propuesta

Brazo:

Se da una valoración con una puntuación de 1, como se muestra en la Tabla 68, ya que el brazo se mantiene recto y con un ángulo de 6° como se muestra en la figura 42, con la propuesta de la extensión de pistola ya no mantiene un ángulo entre 45° a 90° lo cual puede producir un problema ergonómico a largo plazo, y disminuye la molestia del codo y antebrazo al momento de mantenerlo flexionado cuando realizaba sus actividades.

Tabla 68. Valoración de brazos (operador de máquina) propuesta

BRAZOS		
Movimiento	Puntuación	Adicional
0°-20° flexión/ extensión	1	Añadir +1 si hay abduccion o rotacion
>20° extensión	2	+1 si hay elevación del hombro
flexión 20° -45°	2	-1 si hay apoyo o postura a favor de la gravedad
flexión 45°-90°	3	
>90° flexión	4	



1



Figura 42. Flexión del brazo (operador de máquina) propuesta

En la Tabla 69, se presentan los resultados para el grupo B obtiene una puntuación de 1 punto, tomando los resultados del antebrazo 2 puntos, muñeca 1 punto y brazo 1 punto.

Tabla 69. Valoración del Grupo B (operador de máquina) propuesta

GRUPO B						
Brazo	Antebrazo					
	1			2		
	Muñeca			Muñeca		
	1	2	3	1	2	3
1	1	2	2	1	2	3
2	1	2	3	2	3	4
3	3	4	5	4	5	5
4	4	5	5	5	6	7
5	6	7	8	7	8	8
6	7	8	8	8	9	9

Para la valoración del agarre se ponderó con 0 como se muestra en la tabla 70 ya que se analizó las medidas antropométricas de las manos y nudillos de los operadores para saber si era bueno el agarre de la pistola y la altura de la varilla para que no exista molestias en el transcurso de sus actividades, por ende, se califica como “Bueno” en el agarre. Dando como resultado en el grupo B, **1 punto**.

Tabla 70. Valoración del agarre (operador de máquina) propuesta

AGARRE			
0 Bueno	1 Regular	2 Malo	3 Inaceptable
Buen agarre y fuerza de agarre	Agarre aceptable	Agarre posible pero no aceptable	Incómodo, sin agarre manual aceptable usando otras partes del cuerpo
0			

Valoración: GRUPO C

En la Tabla 71, se determina la puntuación del Grupo C para el operador de máquinas, con la mejora incorporada, en función del puntaje del Grupo B (1) y Grupo A (1), obteniendo como resultados 1 punto.

Tabla 71. Puntuación C (operador de máquina) propuesta

GRUPO C												
Grupo A	Grupo B											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Valoración: Actividad muscular

En la Tabla 72, se presenta las preguntas correspondientes a la valoración de la actividad muscular (operador de máquina), con la propuesta de mejora:

Tabla 72. Valoración de la actividad muscular (operador de máquina) propuesta

ACTIVIDAD MUSCULAR	
¿Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas más de 1 min?	+1
¿Existen movimientos repetitivos superior a 4 veces/min?	0
¿Se producen cambios posturales importantes o se adoptan posturas inestable	0

¿Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas más de 1 min?

Si, el operador mantiene el brazo de manera estática más de 1 minuto para poder pintar la calzada

¿Existen movimientos repetitivos superior a 4 veces/min?

No existen movimientos repetitivos en las actividades con la metodología propuesta

Resultado Ergonómico para el Operador de Máquina PROPUESTA

Como se puede observar en la Tabla 73, la puntuación final es 2, con un nivel de riesgo “bajo” y una actuación de “puede ser necesaria la actuación”, esto se refiere a que no existe un riesgo a futuro en enfermedades ergonómicas para el trabajador, por ende, la propuesta fue efectiva ya que se redujo las molestias ergonómicas que los operadores presentaban en el transcurso de las actividades, esto ayudo a que se reduzca la fatiga y por ende la productividad aumente. Se obtiene la puntuación final tomando los datos del grupo C que fue 1, más los puntos adicionales de actividad muscular, por lo tanto, da un resultado de 3 puntos.

Tabla 73. Puntuación y actuación (operador de máquina) PROPUESTA


Puntuación Final	Nivel de acción	Nivel de riesgo	Actuación	
1	0	Inapreciable	No es necesaria actuación	
2 - 3	1	Bajo	Puede ser necesaria la actuación	2
4 - 7	2	Medio	Es necesaria la actuación	
8 - 10	3	Alto	Es necesaria la actuación cuando antes	
11 - 15	4	Muy alto	Es necesario la actuación de inmediato	

Análisis REBA en el auxiliar de señalización con la aplicación de mejora

En la tabla 74, se presenta los datos para el cálculo REBA para auxiliar de señalización con aplicación de mejora.

Tabla 74. Datos para aplicación de REBA 94 con la propuesta aplicada

APLICACIÓN DE PROPUESTA	
Centro:	Área de señalización horizontal
Puesto:	Auxiliar de señalización
Actividad:	Señalización de veredas
Fecha de eval. Puesto	5/9/2024
Fecha de informe:	8/9/2024



Datos por considerar:

Peso del taladro: 1 kg (

Anexo 66)

Peso de la varilla mezcladora: 0.31 kg (Anexo 7)

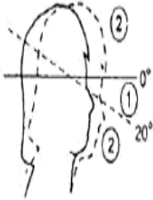
Valoración: GRUPO A

Para la ponderación del grupo A se califica tres partes del cuerpo, cuello piernas y tronco, las cuales se detallan a continuación.

Cuello:

Se valora con una ponderación de 2 puntos (Tabla 75), ya que mantiene una flexión mayor a 20°, como se puede observar en la figura 43, mantiene una flexión del 43° debido a que el operador debe estar pendiente de la mezcla de la pintura y su densidad.

Tabla 75. Valoración del cuello (auxiliar de señalización) PROPUESTA

CUELLO			
Movimiento	Puntuación	Adicional	
0°- 20° flexión	1	Añadir +1 si hay torsión o inclinación lateral	
> 20° flexión o en extensión	2		

2

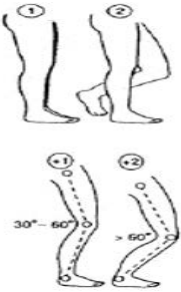


Figura 43. Flexión del cuello en auxiliar de señalización

Piernas:

Como se observa en la Tabla 76, las piernas se ponderan con 2 ya que mantiene una pierna flexionada con un ángulo de 49° (figura 44) para mantener su cuerpo erguido y tener la caneca a mayor altura para poder mezclar la pintura con la herramienta y la máquina propuesta.

Tabla 76. Valoración de piernas (auxiliar de señalización) PROPUESTA

PIERNAS			
Movimiento	Puntuación	Adicional	
Soporte bilateral, caminando o sentado	1	Añadir +1 si hay flexión de rodillas entre 30° y 60°	
Soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable	2	Añadir +2 si las rodillas están flexionadas + de 60° (salvo postura sedente)	

2



Figura 44. Flexión de pierna en auxiliar de señalización

Tronco:

Se da una valoración del tronco con una puntuación de 2 (Tabla 77), ya que el operador mantiene su cuerpo con una flexión de 19°, como presenta la figura 45 al momento de realizar la mezcla de la pintura.

Tabla 77. Valoración del tronco (auxiliar de señalización) PROPUESTA

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

2



Figura 45. Flexión del torso (auxiliar de señalización) PROPUESTA

En la Tabla 78, se presenta la valoración de Grupo A para el auxiliar de señalización utilizando la propuesta de mejora, con 2 puntos para el cuello, 1 piernas y 2 en el tronco, obteniendo un puntaje A de 3

Tabla 78. Valoración de Grupo A (auxiliar de señalización) propuesta

GRUPO A												
TRONCO	Cuello											
	1				2				3			
	Piernas				Piernas				Piernas			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
2	2	3	4	5	3	4	5	6	3	4	5	6
3	2	4	5	6	4	5	6	7	4	5	6	7
4	3	5	6	7	5	6	7	8	5	6	7	8
5	4	6	7	8	6	7	8	9	6	7	8	9

Carga/Fuerza:

En la Tabla 79, se presenta la valoración con una ponderación de 0 ya que la carga del taladro más la varilla mezcladora da un peso de 1.32kg lo cual no sobrepasa a los 5kg. Por lo tanto, el grupo A da como resultado 3 puntos.

Tabla 79. Valoración carga/fuerza (auxiliar de señalización) PROPUESTA

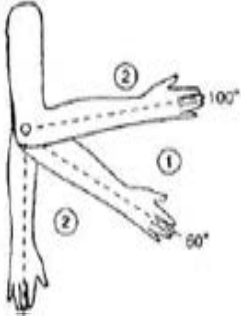
CARGA/FUERZA					
0	1	2	+1		
<5kg	5 a 10 kg	>10kg	Instauración rápida o brusca		0

Valoración: GRUPO B

Antebrazo:

Para la valoración del grupo B se califica tres partes del cuerpo, antebrazo, brazo y muñeca, la cual se detalla a continuación. Se da una valoración de 2 puntos en el antebrazo del auxiliar de señalización ya que mantiene una flexión de 51° menor a 60°, lo cual en la herramienta REBA se califica con 2 puntos, tal como se muestra en la Tabla 80:

Tabla 80. Valoración de antebrazo (auxiliar de señalización) pro puesta

ANTEBRAZOS			<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; text-align: center; font-size: 2em; font-weight: bold;">2</div>
Movimiento	Puntuación		
60°-100° flexión	1		
flexión <60° ó >100°	2		

En la Figura 46, se presenta el grado de flexión de antebrazo, en el auxiliar de señalización:



Figura 46. Flexión de antebrazo (auxiliar de señalización)

Muñeca:

Se valoriza con un puntaje de 1 (Tabla 81), ya que mantiene una flexión con un grado de 15° y no presenta torsión, como se muestra en la figura 47.

Tabla 81. Valoración de muñecas (auxiliar de señalización) PROPUESTA

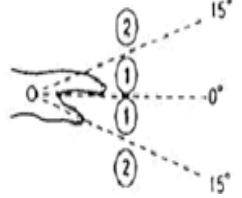
MUÑECAS				<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; font-size: 2em; text-align: center;">1</div>
Movimiento	Puntuación	Adicional		
0° -15° flexión/ extensión	1	Añadir +1 si hay torsión o		
>15° flexión / extensión	2	desviación lateral		



Figura 47. Flexión de antebrazo (auxiliar de señalización)

Brazo:

Se valora con una ponderación de 1 ya que el brazo presenta una flexión de 19° como lo muestra la figura 48, el resultado se establece de acuerdo a las condiciones que se muestra en la Tabla 82:

Tabla 82. Valoración de brazos (auxiliar de señalización) PROPUESTA

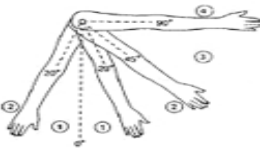
BRAZOS				<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; font-size: 2em; text-align: center;">1</div>
Movimiento	Puntuación	Adicional		
0°-20° flexión/ extensión	1	Añadir +1 si hay abducción o rotación		
>20° extensión	2	+1 si hay elevación del hombro		
flexión 20° -45°	2	-1 si hay apoyo o postura a favor de la gravedad		
flexión 45°-90°	3			
>90° flexión	4			



Figura 48. Flexión de antebrazo (auxiliar de señalización)

En la Tabla 83, se presenta la valoración del grupo B (auxiliar de señalización) propuesta

Tabla 83. Valoración del grupo B (auxiliar de señalización) propuesta

GRUPO B						
Brazo	Antebrazo					
	1			2		
	Muñeca			Muñeca		
	1	2	3	1	2	3
1	1	2	2	1	2	3
2	1	2	3	2	3	4
3	3	4	5	4	5	5
4	4	5	5	5	6	7
5	6	7	8	7	8	8
6	7	8	8	8	9	9

En la valoración del agarre, como se muestra en la Tabla 84, se pondera con 0 ya que el taladro inalámbrico tiene un diseño ergonómico para que no genere fatiga en el agarre y su peso es de 1kg lo cual no sobrepasa los 5kg que puede generar un cansancio en su muñeca y mano, la varilla

mezcladora también ayuda a que se reduzca el tiempo de mezcla de 62 segundos a 45 segundos lo cual ayuda a descansar al operador. Por ende, en el grupo B se da como resultado 1 punto.

Tabla 84. Valoración de agarre (auxiliar de señalización) propuesta

AGARRE				
0 Bueno	1 Regular	2 Malo	3 Inaceptable	
Buen agarre y fuerza de agarre	Agarre aceptable	Agarre posible pero no aceptable	Incómodo, sin agarre manual aceptable usando otras partes del cuerpo	0

Valoración: GRUPO C

En la Tabla 85, se presenta el análisis con respecto al Grupo C, en el puesto de trabajo de auxiliar de señalización, considerando la mejora propuesta:

Tabla 85. Grupo C (auxiliar de señalización) propuesta

PUNTUACIÓN C												
Grupo A	Grupo B											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Valoración: Actividad muscular

Ninguna de las tres preguntas de la actividad muscular se ponderó ya que no mantiene estática ninguna parte del cuerpo ya que al utilizar la propuesta se redujo de 62 segundos de mezcla con postura estativa en los brazos y torsos a 45 segundos que es menos de un minuto, no mantiene movimientos repetitivos ya que el taladro y la varilla mezcladora hacen realizar ahora el trabajo que manualmente el operador realizaba, y ya no mantiene una postura inestable al momento de realizar la mezcla de pintura, por ende, se deja en 0 y no se suma ningún valor adicional al grupo C, dando como resultado 2 puntos, tal como se observa en la Tabla 86:

Tabla 86. Valoración de actividad muscular (auxiliar de señalización) propuesta

ACTIVIDAD MUSCULAR	
¿Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas más de 1 min?	0
¿Existen movimientos repetitivos superior a 4 veces/min?	0
¿Se producen cambios posturales importantes o se adoptan posturas inestables?	0

Al obtener el puntaje del grupo A que fue 4 más el del grupo B que fue 1, y al no tener ningún valor adicional por actividad muscular, se da un valor de 3 puntos en la puntuación final, como se muestra en la Tabla 87:

Tabla 87. Puntuación final y actuación (auxiliar de señalización) propuesta

Puntuación Final	Nivel de acción	Nivel de riesgo	Actuación	
1	0	Inapreciable	No es necesaria actuación	
2-3	1	Bajo	Puede ser necesaria la actuación	3
4-7	2	Medio	Es necesaria la actuación	
8-10	3	Alto	Es necesaria la actuación cuando antes	
11-15	4	Muy alto	Es necesario la actuación de inmediato	

Análisis comparativo de la situación actual y el método propuesto

Al aplicar la propuesta y evaluar nuevamente las posturas de los operadores con la metodología REBA se determinó que existe una diferencia positiva tanto en el puesto del operador de máquina como en el auxiliar de señalización.

Como se muestra en la tabla 88 dentro del grupo A se obtiene un resultado de 7 puntos lo cual se considera crítico, mientras que al aplicar la propuesta se obtiene un puntaje de 1 lo cual reduce la gravedad, de igual manera para el grupo B se puede visualizar una puntuación de 5, al aplicar la propuesta se redujo cuatro puntos, obteniendo una puntuación de 1, por ende, se puede determinar que, en las extremidades inferiores hubo una disminución de riesgo en las posturas forzadas y con grados de inclinación ergonómica no aceptables, para a puntuación C se puede observar un puntaje de 9 antes de la aplicación de la propuesta mientras que al aplicarla se reduce a 1 punto.

Por lo tanto, en la puntuación final se obtiene un resultado de 2 puntos lo cual demuestra que la propuesta fue positiva obteniendo un nivel de riesgo bajo, esperando que en un tiempo considerable los operadores reduzcan sus dolores lumbares y molestias en sus áreas musculo esqueléticas y trabajen con eficiencia obteniendo una alta productividad en las labores.

Tabla 88. Resultado antes y después de Operador de máquina

Operador de máquina	ANTES	DESPÚES
CUELLO	1	3
PIERNAS	4	1
TRONCO	4	1
CARGA/ FUERZA	0	0
GRUPO A	7	1
ANTEBRAZOS	2	2
MUÑECA	3	1
BRAZOS	3	1
AGARRE	0	0
GRUPO B	5	1
ACTIVIDAD MUSCULAR	3	1
GRUPO C	9	1
PUNTUACIÓN FINAL	12	2

Muy alto Bajo

Se representa por medio de la figura 49, la diferencia de puntuaciones en partes del cuerpo que analiza el método REBA con un cambio visual significativo.

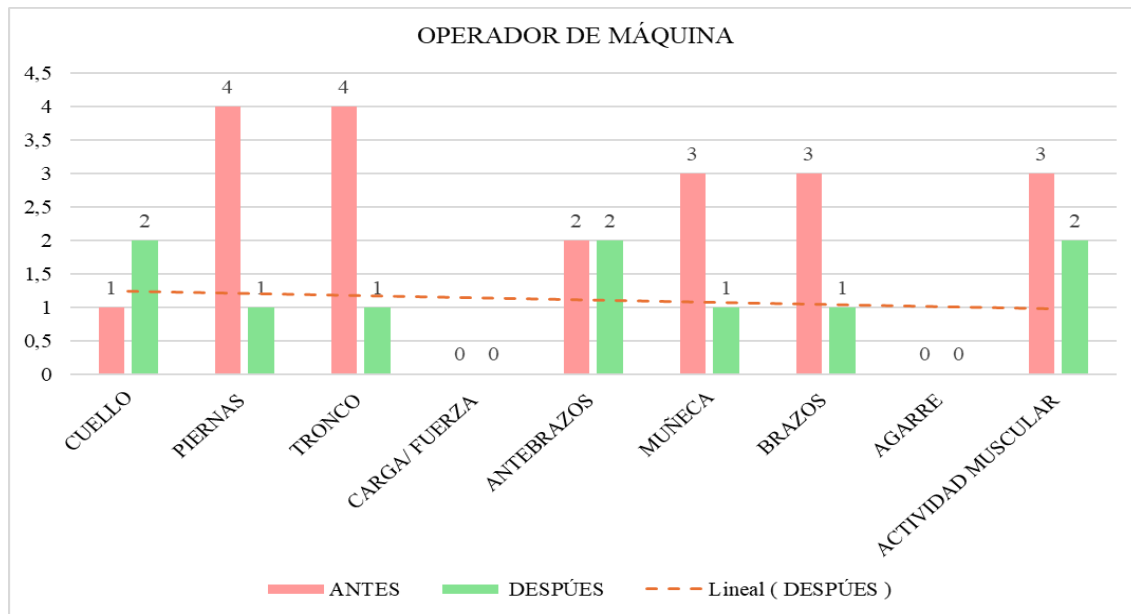


Figura 49. Diferencia de análisis REBA antes y después de la propuesta (Operador de máquina)

Como se observa en la tabla 89, la diferencia de puntaje que se obtuvo por medio de la metodología REBA de las posturas ergonómicas antes y después de la aplicación de la propuesta, para el grupo A, se obtiene un puntaje de 5 antes de la aplicación, afectando ergonómicamente al operador en sus extremidades superiores, al momento de aplicar la propuesta se puede observar que a postura del operador ya no se vuelve crítica, para el grupo B que es el análisis de las extremidades inferiores se puede observar que antes de la propuesta se obtiene un puntaje de 1 y después de la propuesta se obtiene 1 mismo puntaje, ya que esta zona musculo esquelética en dichas actividades no es crítica, obteniendo la puntuación C con los valores del grupo A y grupo B, con una puntuación de 9 antes y después de la aplicación de 3 puntos que su nivel de riesgo es “Bajo”, para lo cual en la puntuación final se obtiene una diferencia de 7 puntos.

Tabla 89. Resultados antes y después de auxiliar de señalización

Auxiliar de señalización	ANTES	DESPÚES
CUELLO	2	2
PIERNAS	1	2
TRONCO	4	2
CARGA/ FUERZA	2	0
GRUPO A	7	4
ANTEBRAZOS	2	2
MUÑECA	1	1
BRAZOS	1	1
AGARRE	2	0
GRUPO B	3	1
ACTIVIDAD MUSCULAR	2	0
GRUPO C	7	3
PUNTUACIÓN FINAL	9	3
	Alto	Bajo

Se muestra en la Figura 50 por medio visual la diferencia de los resultados obtenidos en la puntuación REBA de antes y después de la aplicación de las actividades de auxiliar de señalización.

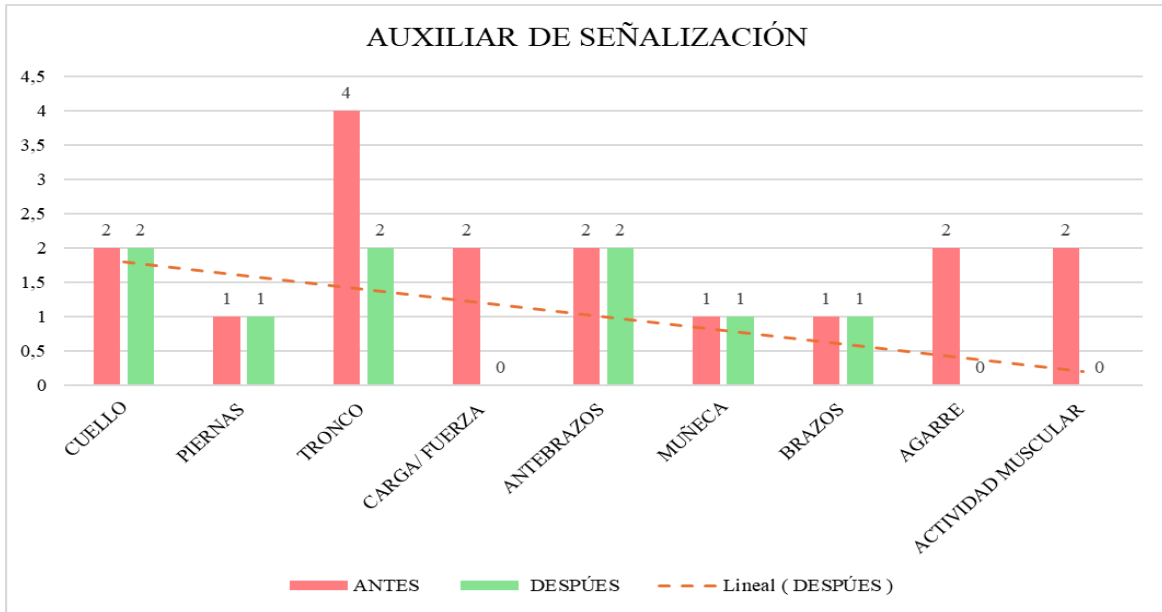


Figura 50. Diferencia de análisis REBA antes y después de la propuesta (Auxiliar de señalización)

Implementación de una guía para el correcto levantamiento manual de cargas en el área de señalización.

Para el análisis de carga con el cálculo de NIOSH, por medio de la jerarquía de riesgos se seleccionó el control administrativo debido al resultado de “regular” y aplica medidas pertinentes, por ende, se realizará a continuación una guía corta donde el operador reciba capacitación de la manera correcta del levantamiento de carga.

GUIA DEL CORRECTO LEVANTAMIENTO MANUAL DE CARGAS

Objetivo:

Proporcionar instrucciones claras y seguras para el levantamiento y transporte de las canecas de pintura, minimizando el riesgo de lesiones físicas y daños a la carga.

Consideraciones previas:

Evaluación de la carga

- **Peso de las canecas:** verifique el peso de las canecas antes de levantarlo, asegurando que sea el peso adecuado para la capacidad física que mantiene. En este caso es importante dividir el contenido de la caneca en dos partes para que el peso del mismo sea el adecuado.
- **Estado de las canecas:** asegúrese que las agarraderas estén en buen estado y que bien enganchadas a la caneca, que no presenten abolladuras, fugas o daño que pueda derramarse la pintura o causar lesiones.

Área de trabajo:

- Asegúrese que el área de trabajo se encuentre libre de obstáculos y se encuentre el camino despejado de peligro.
- La superficie sobre la que realiza el levantamiento de la caneca de pintura debe estar nivelada y sin deslizamientos. Evitar superficies resbaladizas o mojadas que pueda generar accidentes.

Uso de equipos de protección personal (EPP)

- **Guantes de seguridad:** use guantes de seguridad para proteger sus manos al momento de cargar la caneca de pintura, ya que existen agarraderas que no tienen protección, generando cortes o lesiones en las manos.
- **Calzado de seguridad:** use botas con puntas de acero para proteger los pies en caso de que al levantar la caneca pueda resbalarse y caer en sus pies generando fracturas y accidentes.
- **Protección ocular:** es importante usar gafas industriales que protejan su visión ya que al colocar a pintura en la máquina pulverizadora, puede salpicar y caer en los ojos provocando accidentes.
- **Ropa adecuada:** Usar ropa de trabajo que no se quede atorada en las agarraderas de las canecas provocando accidentes.

Técnica correcta para levantamiento de canecas

Planificación antes de levantamiento de canecas:

- Pies separados a la altura de los hombros, con un pie ligeramente adelante para mayor estabilidad.
- Solicitar ayuda de otros operadores si el peso de la carga es excesivo, o resolver el levantamiento con ayuda de dispositivos mecánicos.
- Tener prevista la ruta de transporte y el punto de destino final del levantamiento retirando los materiales que entorpezcan el paso.

Colocación de pies:

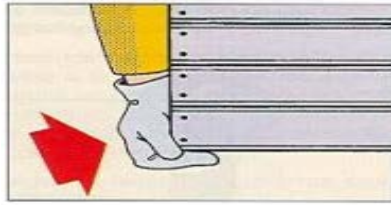
- Separa los pies para obtener una postura estable y equilibrada para el levantamiento de la caneca de pintura, colocando un pie más Adelante que el otro en la dirección del movimiento que va a ejercer.
- Los giros del tronco aumentan las fuerzas compresivas de la zona lumbar, se puede estimar el giro del tronco determinando el ángulo que forma una línea imaginaria en los talones con una línea en los hombros.



Posturas de levantamiento:

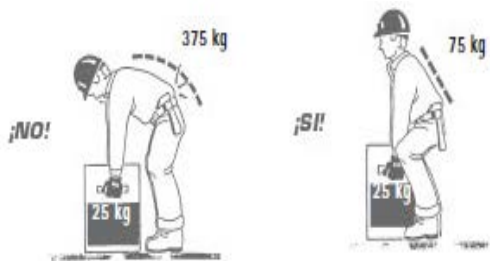
- **Espalda recta:** doblar las piernas manteniendo en todo momento la espalda derecha, manteniendo el mentón y rostro recto. No flexionar demasiado las rodillas.
- **Uso de piernas:** use la fuerza de las piernas para levantar la caneca, no la espalda. Los músculos de las piernas son más fuertes y son adecuados para levantamientos.
- **Levantamiento suave:** al momento de cargar la caneca, levantarse suavemente, por extensión de las piernas, manteniendo la espalda derecha. No dar tirones a la carga ni moverla de forma brusca.
- **Agarre firme:** Si la caneca no tiene agarradera, sujete firme la carga desde su base, empleando ambas manos y pegar la caneca al cuerpo, el mejor tipo de agarre es uno en gancho como se muestra la mano de la figura, también puede depender de las preferencias

individuales, es decir, una mano en la base y la otra en la parte de arriba generando estabilidad, lo importante es sentirse seguro en el agarre.



Depósito de carga:

- Si el levantamiento es desde el suelo hasta una altura importante, como el balde de la camioneta o más alto, apoyar la carga a medio camino para poder cambiar el agarre.
- Realizar levantamientos espaciados.
- Depositar la carga y después ajustar o corregir su agarre si es necesario.
- Al finalizar la carga para el depósito de la caneca en la superficie, doble las rodillas y baja la caneca suavemente, no usar la espalda para inclinarse.



Aplicación del método NIOSH (Propuesta)

Una vez adoptado y dado a conocer la guía sobre la manera adecuada del levantamiento manual de cargas en las actividades que realiza el auxiliar de señalización, se realiza una nueva evaluación con la metodología NIOSH, la misma permitirá analizar si las variables como altura y distancia de

los objetos, el ángulo de torsión y las características de carga son las adecuadas para obtener resultados que minimicen los riesgos ergonómicos en los trabajadores.

Como se puede observar en la Figura 51 se toma un valor de distancia horizontal de 27cm, este se mide en la mitad de la distancia de separación del pie izquierdo con el derecho, y de altura 40 cm desde la superficie de la camioneta hasta la base de la caneca.

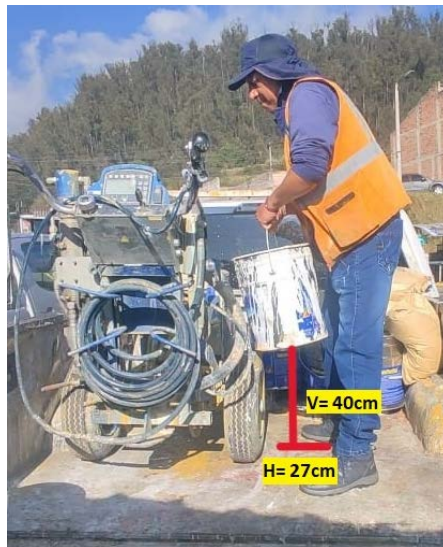


Figura 51. Datos de distancia horizontal y vertical de auxiliar de señalización mejorado

Entonces:

Constante de carga: LC: 23 kg

Factor de distancia horizontal: $HM= 25/H$

Condición: Si H es menor o igual a 25 cm, se dará un valor de 1; si H es menor a 63 cm. Se dará un valor de 0.

Como se puede observar en la Figura 37, al momento que levanta la caneca, el operador da un H de 27cm, por lo tanto,

$$HM = \frac{25}{27}; HM = \mathbf{0.93}$$

- Factor de distancia vertical.

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

Condición: Si $V > 175$ cm, se dará DM el valor de 1. D no debe ser mayor a 175cm.

$$VM = (1 - 0.003 |40 - 75|); VM = \mathbf{0.86}$$

- Factor de desplazamiento vertical.

$$DM = 0.82 + \left(\frac{4.5}{D}\right)$$

Diferencia del valor vertical de origen con el valor vertical en el destino.

$$D = |Vo - Vd|; D = |0 - 65|$$

$$DM = 0.82 + \left(\frac{4.5}{D}\right); DM = \mathbf{0.93}$$

- Factor de asimetría.

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

El ángulo que se determinó en la torsión del tronco del operador es de 10° al momento de cargar la caneca y colocar la pintura en la máquina pulverizadora.

$$AM = 1 - (0.0032 * 5^\circ); AM = \mathbf{0.98}$$

- Factor de frecuencia

FM = Se calcula en eleva/min según la Tabla 90 que se muestra a continuación:

Para la evaluación del levantamiento de carga, se considera la metodología establecida en el NIOSH 94, la cual toma en cuenta factores como el peso de la carga, la frecuencia de levantamiento

y la duración de la tarea. Según la clasificación de NIOSH, la duración de la tarea se categoriza en corta (≤ 1 hora), moderada ($>1 - 2$ horas) y larga ($>2 - 8$ horas).

En este caso, como se observa en la tabla 90, el análisis de la actividad del auxiliar de señalización indica que la tarea de levantamiento de carga tiene una duración efectiva significativamente menor a 1 hora dentro de la jornada laboral. Por lo tanto, de acuerdo con los parámetros de NIOSH 94, la duración de la tarea se clasifica como corta, y se aplican los factores correspondientes en la evaluación del índice de levantamiento.

Tabla 90. Factor de frecuencia para la propuesta NIOSH 94

FRECUENCIA elev/min	DURACIÓN DEL TRABAJO					
	Corta		Moderada		Larga	
	V<75	V>75	V<75	V>75	V<75	V>75
< 0,2	1	1	0,95	0,95	0,85	0,85
0,5	0,97	0,97	0,92	0,92	0,81	0,81
1	0,94	0,94	0,88	0,88	0,75	0,75
2	0,91	0,91	0,84	0,84	0,65	0,65
3	0,88	0,88	0,79	0,79	0,55	0,55
4	0,84	0,84	0,72	0,72	0,45	0,45
5	0,8	0,8	0,6	0,6	0,35	0,35
6	0,75	0,75	0,5	0,5	0,27	0,27
7	0,7	0,7	0,42	0,42	0,22	0,22
8	0,6	0,6	0,35	0,35	0,18	0,18
9	0,52	0,52	0,3	0,3	0	0,15
10	0,45	0,45	0,26	0,26	0	0,13
11	0,41	0,41	0	0,23	0	0
12	0,37	0,37	0	0,21	0	0
13	0	0,34	0	0	0	0
14	0	0,31	0	0	0	0
15	0	0,28	0	0	0	0
> 15	0	0	0	0	0	0
Tiempo	Duración			Tiempo de recuperación		
≤ 1 hora	Corta			al menos 1,2 veces el tiempo de trabajo		
$>1 - 2$ horas	Moderada			al menos 0,3 veces el tiempo de trabajo		
$>2 - 8$ horas	Larga					

Elaborado por: (ERGONAUTAS, 2023)

Para la selección del factor de frecuencia se analiza el número de elevaciones por minuto que hace el auxiliar de señalización, en las 8 horas laborales, una vez presentada la guía sobre el adecuado levantamiento manual de cargas se establece que el operador realiza 4 levantamientos, cada uno por 8 segundos, cada hora.

Por lo tanto: 4 levantamientos/hora.

$$\text{Frecuencia} \left(\frac{\text{elev}}{\text{min}} \right) = \frac{\text{Levantamientos por hora}}{\text{Minutos por hora}} = \frac{4}{60} = 0.0667 \text{ elev/min.}$$

Por ende, al obtener el resultado de 0.0667 es menor que 2, según la tabla 91, se elige desde la fila que obtenga valores de elevaciones por minuto menores de 0.2 se y una distancia vertical <75, que como se muestra anteriormente en las fórmulas $V = 40\text{cm}$ por lo tanto da como resultado una puntuación de 1.00

- Factor de agarre

CM = Se califica según el tipo de agarre

Tabla 91. Factor de agarre del puesto de auxiliar de señalización.

TIPO DE AGARRE	V<75	V≥ 75
Bueno	1,00	1,00
Regular	0,95	1,00
Malo	0,90	0,90

Elaborado por: (ERGONAUTAS, 2023)

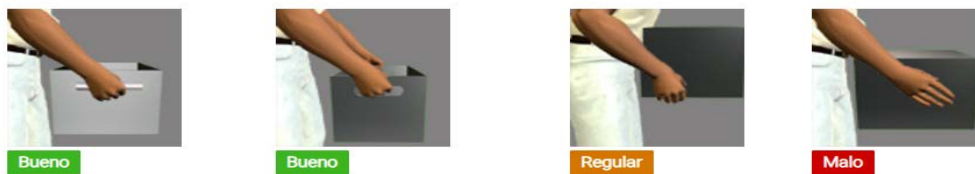


Figura 52. Medidas de tipo de agarre propuesta

En general se consideran agarres buenos los objetos que tienen contenedores e diseño con agarraderas o asas que permitan un mejor agarre, un agarre regular se considera a objetos que tiene asas o agarraderas con tamaño inadecuado flexionando los dedos a 90°, y se considera agarre pobre o malo objetos mal diseñados o voluminosos que no permiten un agarre bueno.

Después de obtener todos los datos se procede a realizar la fórmula de RWL.

Ecuación de NIOSH 94.

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

$$RWL = 23 * 0.93 * 0.86 * 0.93 * 0.98 * 1 * 1 ; RWL = 16.8$$

Índice de levantamiento

- $LI = \text{peso de la carga levantada} / RWL$

Para la propuesta y según recomienda la guía sobre el levantamiento manual de cargas planteada a los trabajadores es muy importante dividir el peso de la carga en dos partes. Por lo tanto, para la propuesta se establece el peso de la carga en 13.5 Kg.

Condiciones:

- Si LI es menor o igual a 1 la tarea puede ser realizada por la mayor parte de los trabajadores sin ocasionarles problemas, calificando un riesgo “**Riesgo aceptable**”.
- Si LI está entre 1 y 3 la tarea puede ocasionar problemas a algunos trabajadores. Conviene estudiar el puesto de trabajo y realizar las modificaciones pertinentes, calificando un riesgo “**Riesgo Moderado**”

- Si LI es mayor o igual a 3 la tarea ocasionará problemas a la mayor parte de los trabajadores.
Debe modificarse, calificando con un riesgo “**Riesgo Inaceptable**” (ERGONAUTAS, 2023)

$$LI = \frac{13.5 \text{ kg}}{16.8 \text{ Kg}} ; LI = \mathbf{0.80} ; \text{ *La tarea puede ser realizada sin problema, "Aceptable"*}$$

Como se puede observar en la ecuación, el índice de levantamiento dio como resultado 0.80 puntos lo cual dentro de las condiciones indica que las actividades que realiza el auxiliar de señalización luego de aplicar la guía del correcto levantamiento manual de cargas las puede ejecutar sin ningún riesgo ergonómico que afecte la salud y bienestar de los trabajadores.

Comparación de resultados obtenidos

Una vez realizada las evaluaciones con las propuestas establecidas en cada puesto de trabajo del área de señalización de las vías, se determina resultados que indican que en el caso del operador de máquina el nivel de riesgo es bajo, pero si con el tiempo se observa o se manifiesta algún dolor musculoesquelético puede ser necesaria una nueva actuación para evaluar los riesgos.

En el caso del auxiliar de señalización se obtuvo una puntuación final de 2, lo que indica sí que existiera molestia musculoesqueléticos podría ser necesario la actuación, en el caso de la evaluación del levantamiento manual de cargas mediante la aplicación de NIOSH 94 se obtuvo un resultado de 0.80 en donde el nivel de riesgo es bueno lo que indica que la tarea puede ser realizada sin problema alguno. (Tabla 92)

Tabla 92. Comparación de los resultados obtenidos

Puesto	Método	Método actual			Método propuesto		
		Resultados	Nivel de riesgo	Actuación	Resultados	Nivel de riesgo	Actuación
Operador de máquina	REBA	12	Muy alto	Es necesaria la actuación de inmediato	3	Bajo	Puede ser necesaria la actuación
Auxiliar de señalización	REBA	9	Alto	Es necesaria la actuación cuanto antes.	2	Bajo	Puede ser necesaria la actuación
	NIOSH	2.08	Moderado	Aplicar medidas pertinentes	0.80	Aceptable	La tarea puede ser realizada sin problemas

Evaluación Económica de la implementación de la propuesta

En la tabla 93 se muestra una comparación de los costos estimados evaluados al inicio de la propuesta versus los costos reales para la implementación de la propuesta, los cuales tienen relación directa con la adquisición de las herramientas, máquinas y acoples que fueron utilizados para el rediseño de los puestos de trabajo del personal operativo. La diferencia entre el costo estimado y el costo real es de \$132.75, esto debido a que se encontró proveedores que tenían las mismas herramientas, máquinas y acoples con las mismas características de calidad y funcionamiento a costos más accesibles.

Tabla 93. Costo económico de la ejecución de la propuesta

EVALUACION DE COSTOS							
Ítem	Detalle	Costo Estimado			Costo Real		
		Precio Unitario	Cantidad	Costo	Precio Unitario	Cantidad	Costo
1	Extensión para pistola de aplicación de pintura	\$72	3	\$216,00	\$65	3	\$195,00
2	Varilla para mezcla de pintura	\$9,3	3	\$27,75	\$7,5	3	\$22,50
3	Taladro inalámbrico	\$138	3	\$414,00	\$103	3	\$307,50
4	Material para encuesta	\$0,25	9	\$2,25	\$0,25	9	\$2,25
5	Costo por capacitación a los 6 auxiliares de señalización (horas)	\$79,20	4	\$316,80	\$79,20	4	\$316,80
6	Costo por capacitación a los 3 operadores de máquina (horas)	\$26,40	4	\$105,60	\$26,40	4	\$105,60
7	Costo por capacitación al supervisor del área (horas)	\$10,73	4	\$42,92	\$10,73	4	\$42,92
TOTAL				\$1.125,32			\$992,57

ANÁLISIS CURVA “S”

La adquisición de las herramientas, máquinas y acoples, además de las capacitaciones otorgadas al personal operativo del área de señalización vial como parte del desarrollo de la propuesta para el rediseño de los puestos de trabajo han evidenciado un lineamiento entre los costos estimados y los costos reales. Esta diferencia está representada en la curva S que presenta la figura 53.

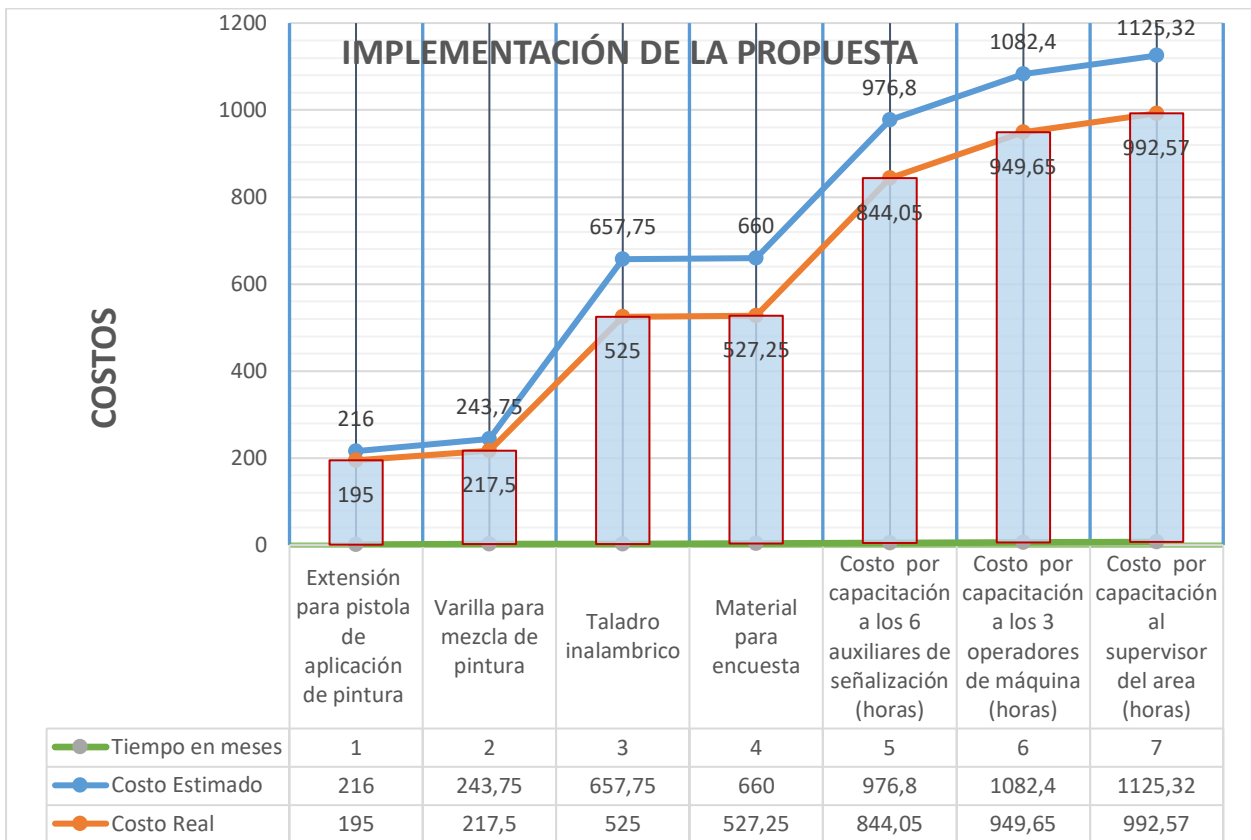


Figura 53. Curva "S" del costo económico del proyecto

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Al analizar la valoración de las actividades del área de señalización horizontal de los puestos de trabajo del operador de máquina, se utilizó la matriz GTC-45 para identificar los riesgos que presentan mediante una ponderación, en donde se obtuvo como resultado un nivel de riesgo de (1080) con una valoración de riesgo ergonómico “No aceptable” debido a las posturas forzadas que mantienen los trabajadores, también indica que existe un nivel de riesgo de (100) con valoración de riesgo ergonómico “Aceptable” debido a actividades que implican levantamiento manual de cargas. Los riesgos críticos requieren intervenciones inmediatas, priorizando controles de ingeniería, administrativos y uso de equipos de protección personal (EPP).
- De igual manera , con la aplicación de la matriz GTC-45, en el puesto de trabajo del auxiliar de señalización se obtuvo resultados que indican un nivel de riesgo ergonómico de 750 en donde el resultado de la valoración de riesgo da un resultado de “No aceptable”, esto debido a las actividades que realiza el trabajador en donde se evidencia levantamiento manual de cargas, además, existe un nivel de riesgo de 150 que en la valoración de riesgo se califica como no aceptable debido a las posturas forzadas o mantenidas que ejerce el trabajador lo que también implica la aparición de dolores musculoesqueléticos a nivel de la región lumbar.
- Con la aplicación del cuestionario Nórdico se logró determinar que las áreas corporales más afectadas para los dos puestos de trabajo es la región dorso/lumbar, cuyos resultados indican que los auxiliares de señalización presentan molestias significativas en

la espalda alta (83%) y espalda baja (100%), seguidas por molestias en el cuello (50%) y hombros (33%). En el caso de los operadores de máquina, el 100% de los encuestados reportó dolor en la espalda baja, mientras que el 67% indicó molestias en la espalda alta, cuello y hombros. Estos hallazgos refuerzan la necesidad de implementar mejoras ergonómicas, como ajustes en la altura de las herramientas y la incorporación de equipos auxiliares para reducir la sobrecarga física.

- La aplicación de la metodología NIOSH en el análisis del levantamiento manual de cargas permitió determinar que, tras la capacitación y aplicación de controles administrativos, el riesgo se redujo a un nivel aceptable, con una puntuación final de 0.80, confirmando la eficacia de las estrategias implementadas.
- Para optimizar la adecuación ergonómica de los equipos, se realizó un estudio antropométrico individual del personal operativo, ajustando las herramientas de trabajo según las características físicas de los trabajadores. En este sentido, la referencia a la norma ISO 7250 permite respaldar la correcta selección del tamaño de los instrumentos, minimizando futuras complicaciones ergonómicas.
- Con la presentación y ejecución de la guía sobre el adecuado levantamiento manual de cargas en las actividades que desempeña el auxiliar de señalización, se realizó una nueva evaluación con la herramienta NIOSH, en donde se obtuvo una puntuación de 0.80 lo que indica que las actividades que se pueden ejecutar sin ningún problema ya que el nivel de riesgo según la herramienta y el resultado obtenido es “aceptable”.

Recomendaciones

- Implementar un plan de intervención ergonómica priorizando los riesgos críticos identificados, estableciendo plazos para su mitigación y reforzando el monitoreo continuo en los riesgos moderados y bajos.
- Realizar capacitaciones y entrenamientos enfocados en posturas adecuadas y pausas activas, con el fin de reducir el nivel de riesgo ergonómico identificado en los trabajadores antes de la implementación de mejoras.
- Mantener un seguimiento periódico para validar la efectividad de las mejoras ergonómicas implementadas y realizar ajustes en caso de ser necesario, asegurando que los riesgos posturales se mantengan en niveles bajos.
- Reforzar las medidas administrativas y capacitaciones sobre técnicas de levantamiento seguro, promoviendo el uso adecuado de herramientas auxiliares que minimicen la carga en los trabajadores.
- Adoptar como estándar obligatorio la consideración de parámetros antropométricos normativos (ISO 7250) para futuras adquisiciones de herramientas y equipos de trabajo, garantizando su ergonomía y adaptación al personal.
- Establecer un protocolo de reevaluación ergonómica que incluya registros visuales, mediciones periódicas y uso de metodologías combinadas (REBA, NIOSH, estudios antropométricos) para asegurar la mejora continua en las condiciones laborales.

REFERENCIAS

- Acedo Gonzales, J. C., & Pérez Aroca, R. (2020). *Formación y orientación laboral*.
https://www.google.com.ec/books/edition/Formación_y_orientación_laboral_7_a_e/aTHrDwAAQBAJ?hl=es&gbpv=1&dq=ergonomia+laboral+2020&pg=PA216&printsec=frontcover
- Alerta Prevención. (2024). *Jerarquía de control*. <https://alertaprevencion.cl/2021/07/21/como-aplicar-la-jerarquia-de-controles/>
- Asociación Internacional de Ergonomía & Organización Internacional del Trabajo. (2020). *Principios y directrices de ergonomía/factores humanos para el diseño y gestión de sistemas de trabajo*. IEA. <http://adeargentina.org.ar/wp-content/uploads/2020/11/Principios-y-Directrices-de-EFH-para-el-Diseño-y-Gestión-de-Sistemas-de-Trabajo-v1.pdf>
- Carmenate Milián, L., Moncada Chévez, F. A., & Borjas Leiva, E. W. (2014). *Manual de medidas antropométricas*. Serie Salud, Trabajo y Ambiente.
- Cruz, J., Jadán, J., Suarez, N., Endara, M. J., Guevara, C., Bonilla, S., & Guadalupe, J. (2021). *Actualización de líneas de investigación*. www.uti.edu.ec
- García Arias, D. F. (2018). *Evaluación de las condiciones ergonómicas para trabajadores de demarcación vial en la zona centro de la ciudad de Bogotá - TG*. [Tesis de Pregrado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas].
<https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/14617/GarciaAriasDiegoFernan;jsessionid=FCC059277D7AF013E262E547A0E92968?sequence=1>
- Guevara Palacios, E. L. (2021). *Diseño ergonómico y de bioseguridad para un centro de estimulación temprana*. Universidad Tecnológica Indoamérica.
<https://repositorio.uti.edu.ec/handle/123456789/2299>

- Guilcapi, J. A. (2021). *Implementación de un sistema de gestión preventiva de riesgos ergonómicos para los trabajadores de la microempresa “Los Andes” del cantón Tena en el año 2020*. Universidad Tecnológica Indoamérica.
- Ibacache Araya, J. (2020). *Cuestionario nórdico estandarizado de síntomas músculo esqueléticos*. <https://www.ispch.cl/sites/default/files/NTPercepcionSintomasME01-03062020A.pdf>
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas ICONTEC. (2012). *Guía para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en seguridad y salud ocupacional GTC-45*. Icontec. <https://idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/gtc450.pdf>
- Lopez, M., De la Vega, E., Ramirez, E., Chacara, A., Velarde, J., & Báez, G. (2019). *Antropometría para el diseño de puestos de trabajo*. Ergored. <https://www.itson.mx/publicaciones/Documents/ingytec/libro-antropometria.pdf>
- Ministerio de Salud Pública. (2021). *Panorama nacional de salud de los trabajadores. Encuesta de condiciones de trabajo y salud 2021 - 2022*. Organización Panamericana de la Salud. <https://acortar.link/SPaYtd>
- Muyulema, L. (2021). *Diseño ergonómico de un puesto de trabajo de bodeguero en una papelería con exposición al levantamiento y traslado de cargas*. <https://dspace.uniandes.edu.ec/bitstream/123456789/13917/1/UA-MSO-EAC-003-2021.pdf>
- Organización Mundial de la Salud (OMS) & Organización Internacional del Trabajo (OIT). (2023). *Salud en el trabajo en América Latina y el Caribe. Ficha informativa regional contenido*.

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2021). *Trastornos musculoesqueléticos*.

<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/musculoskeletal-conditions>

Raura Velasco, J. (2023). *Riesgos ergonómicos por posturas forzadas en el personal de la empresa Bloqcenter perteneciente a un grupo de la industria metálica de Cotopaxi*. *Journal of Engineering Research*, [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica de Ambato].

<https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/38476>

RTE INEN 004-2. (2011). *Reglamento Técnico Ecuatoriano Primera Revisión (2)*.

Ruiz, A., Becerra, M., Islas, V., Hernández, V., García, N., & Girón, P. (2022). *Identificación del nivel de riesgo ergonómico por manejo de cargas y movimientos repetitivos en industria alimentaria*. *Lux Médica*, 17(51).

<https://revistas.uaa.mx/index.php/luxmedica/article/view/3507>

Vonder, Industrial. (2023). *Máquina de pintura Vonder Airless. Manual de usuario*, (54), 135–155.

Zuñiga, C. (2022). *Gestión preventiva de los riesgos ergonómicos de la empresa Mecánica a Diésel Súper Freno de la ciudad de Riobamba*. [Tesis de Pregrado, Universidad Tecnológica Indoamérica].

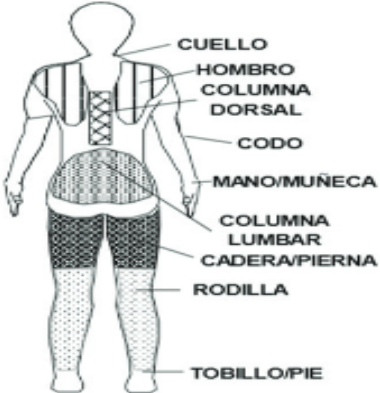
<https://repositorio.uti.edu.ec/handle/123456789/3896?locale=en>

ANEXOS

Anexo 1

Formato del cuestionario general de Kuorinka

CUESTIONARIO ACERCA DE PROBLEMAS EN LOS ORGANOS DE LA LOCOMOCIÓN				
Fecha consulta: _____	Sexo: F ___ M ___	Año nacimiento: _____	Peso: _____	Talla: _____
¿Cuánto tiempo lleva realizando el mismo tipo de trabajo? Años: _____ Meses: _____				
En promedio, ¿cuántas horas a la semana trabaja? Horas: _____				
PROBLEMAS EN EL APARATO LOCOMOTOR				
Para ser respondido por todos				
¿En algún momento durante los últimos 12 meses, ha tenido problemas (dolor, molestias, discomfort) en:				
Cuello	No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>		
Hombro	No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>	Izq. <input type="checkbox"/>	Der. <input type="checkbox"/>
Codo	No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>	Izq. <input type="checkbox"/>	Der. <input type="checkbox"/>
Muñeca	No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>	Izq. <input type="checkbox"/>	Der. <input type="checkbox"/>
Espalda alta (región dorsal)	No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>		
Espalda baja (región lumbar)	No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>		
Una o ambas caderas / piernas	No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>		
Una o ambas rodillas	No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>		
Uno o ambos tobillos / pies	No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>		



PROBLEMAS EN EL APARATO LOCOMOTOR			
Para ser respondido solo por aquellos que han presentado problemas durante los últimos 12 meses			
¿En algún momento durante los últimos 12 meses ha tenido impedimento para hacer su trabajo normal (en casa o fuera de casa) debido a sus molestias?	¿Ha tenido problemas en cualquier momento de estos últimos 7 días?		
No <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/>		
No <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/>		
No <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/>		
No <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/>		
No <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/>		
No <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/>		
No <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/>		
No <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/>		
No <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/>		

COLUMNA LUMBAR (Espalda baja)	
1. ¿Alguna vez ha tenido problemas en la parte baja de la espalda (molestias, dolor o disconfort)?	No <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/>
Si respondió "NO" a la pregunta 1, entonces NO responda las preguntas 2 a la 8	
2. ¿Ha sido hospitalizado por problemas en la parte baja de la espalda?	No <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/>
3. ¿Alguna vez ha tenido que cambiar de trabajo o deberes debido a problemas en la espalda baja?	No <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/>
4. ¿Cuál es el tiempo total que ha tenido problemas en la espalda baja durante los últimos 12 meses?	0 días <input type="checkbox"/> 1 - 7 días <input type="checkbox"/> 8 - 30 días <input type="checkbox"/> Más de 30 días <input type="checkbox"/> Todos los días <input type="checkbox"/>
Si usted respondió "0 días" en la pregunta 4, entonces NO responda las preguntas 5 a la 8	
24. ¿Los problemas de la parte baja de la espalda le han hecho reducir su actividad durante los últimos 12 meses? a) ¿Actividad laboral (en casa o fuera de casa)? b) ¿Actividad de ocio?	No <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/>
6. ¿Cuál es el tiempo total que los problemas de espalda baja le han impedido hacer su trabajo normal (en casa o fuera de casa) durante los últimos 12 meses?	0 días <input type="checkbox"/> 1 - 7 días <input type="checkbox"/> 8 - 30 días <input type="checkbox"/> Más de 30 días <input type="checkbox"/> Todos los días <input type="checkbox"/>
7. ¿Ha sido atendido por un médico, fisioterapeuta, u otra persona por problemas en la parte baja de la espalda durante los últimos 12 meses?	No <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/>
8. ¿Ha tenido problemas de espalda baja en algún momento durante los últimos 7 días?	No <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/>

Anexo 2

Especificaciones técnicas de la pintura de tráfico

PINTUTRÁFICO ACRÍLICA BASE SOLVENTE

Ideal para demarcación y señalización vial

DESCRIPCIÓN

Pintura con resinas acrílica puras a base de solvente con excelente resistencia a la abrasión severa y a gran variedad de contaminantes, de excelente retención de las esferas de vidrio, durable, de gran resistencia y rápido secamiento. Esta pintura NO contiene pigmentos a base de cromo y plomo. Permite aplicaciones en húmedo hasta de 20 mils (500 micrones), en una sola mano.

CUMPLIMIENTO DE NORMAS

- ✓ Federal AA-2886B
- ✓ Ecuatoriana INEN 1042-TIPO2.
- ✓ Colombiana NTC1360

La correcta aplicación, con adición de microesferas cumple las especificaciones de la NTC 4744

USOS

Ideal para la demarcación y señalización de autopistas, carreteras, calles, pistas de aterrizaje, parqueaderos, canchas deportivas y pisos de fábricas y bodegas, fabricadas en asfalto y/o en concreto.

VENTAJAS Y BENEFICIOS

- ✓ Rápido secado
- ✓ Fácil aplicación
- ✓ Excelente Retención de micro esferas
- ✓ Durabilidad y Adherencia
- ✓ Resistente a la abrasión



Sello de Calidad



NTE INEN 1042

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

PROPIEDAD	RANGO		UNIDADES
Acabado			Mate
Finura	4		Finura Hegman
Densidad	1.40	1.43	gr/cm ³
Viscosidad	83	84	KU
Sólidos por volumen	52.10	53.56	%
Sólidos por Peso	72.20	73.40	%
Adherencia	100		%
Espesor seco recomendado	177	250	Micrones
Rendimiento (líneas de 10 cm y 10 mils (254 μ) secos)	79		m ² /gal

Anexo 3

Características Line Láser Graco (Empleado por el operador de máquina)



Características técnicas

LineLazer V 3900

SERIE ESTÁNDAR
SERIE AUTOMÁTICA HP



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	
Referencia – 1 pistola mec.	17H449
Referencia – 2 pistolas mec.	17H450
Referencia – 1 pistola autom.	
Referencia – 1 pistola autom. + 1 mec.	
Referencia – 2 pistolas autom.	
Diámetro máx. de la boquilla – 1 pistola	0,035"
Diámetro máx. de la boquilla – 2 pistolas	0,025"
Caudal máx.: l/min (gal/min)	4,7 (1,25)
Presión máx., bar (PSI)	227 (3300)
Potencia del motor, cc	120
Peso, kg (lb)	104 (230)
CARACTERÍSTICAS	
Bomba Endurance™	Mecánica
AVRS	✓
Sistema EZ Align™	✓
Sistema EasyMark™	✓
Pantalla LiveLook™	✓
Sistema de barra de empuñadura DualComfort	✓
Selector de pistola Quick Select	Manual
Pistola de montaje trasero	✓
LineDriver™	Opcional
COMPOSICIÓN	
Boquillas	LL5319 LL5321
Portaboquillas	RAC V (243161)
Pistola	Pistola Flex Plus™ (248157)
Manguera	Manguera de 3/8" x 15 m (245225)
Filtro de la bomba	Malla 50 (24V455)
TSL™	118 ml (238049)

Anexo 4

Especificaciones Airless Spray Guns (Pistola de presión de aire de la máquina Line Láser) (Empleado por el operador de máquina)

Silver Plus, Silver Plus HP, and Flex Plus™ 311254P Airless Spray Guns EN

For the application of architectural paints and coatings. For professional use only.

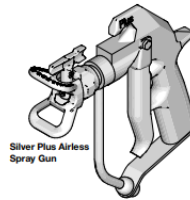
See page 3 for model information, including maximum working pressure.



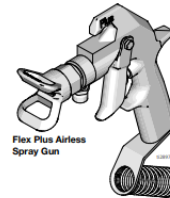
Important Safety Instructions
Read all warnings and instructions in this manual and your sprayer manual before using the equipment. Refer to your sprayer instruction manual for pressure relief, priming, and spray instructions. Save all instructions.



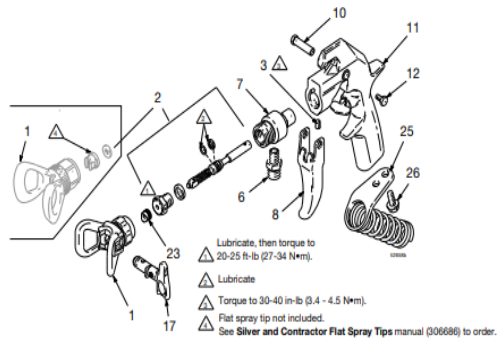
Important Medical Information
Read the medical alert card provided with the gun. It contains injection injury treatment information for a doctor. Keep it with you when operating the equipment.



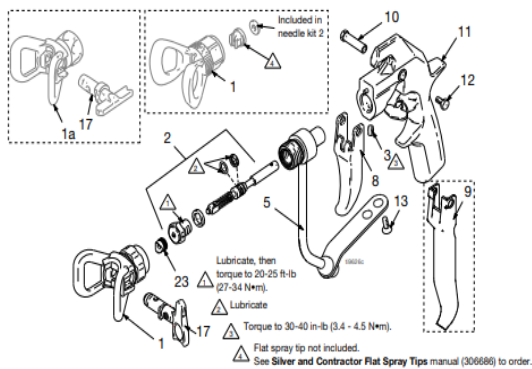
Silver Plus Airless Spray Gun



Flex Plus Airless Spray Gun

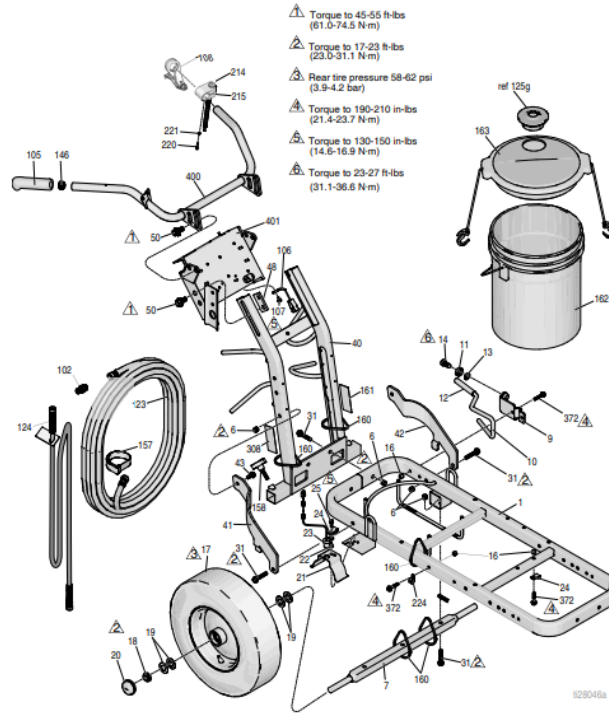


Silver Plus Airless Spray Guns - 5000 psi (345 bar, 35 MPa)



Anexo 5

Especificaciones Manguera 3-8" x 51' de la máquina Line Láser para 5000 psi de presión
(Empleado por el operador de máquina)



Parts List

Ref	Part	Description	Qty	Ref	Part	Description	Qty
1	287623	FRAME, linstriper (painted)	1	50	17J136	SCREW, hex, flange head	4
6	101566	NUT, lock	8	102	196176	ADAPTER, nipple	1
7	193405	AXLE	1	105	114659	GRIP	2
9	198891	BRACKET	1	106	237686	GROUND WIRE	1
10	198930	ROD, brake (includes 12)	1	107	107257	SCREW, thread forming, hex hd	1
11	198931	BEARING	1	108	194310	LEVEL, actuator	1
12	114808	CAP, vinyl	1	123	245225	HOSE, 3/8" x 50'	1
13	195134	SPACER, ball, guide	1	124	245798	HOSE, coupled 1/4" x 7'	1
14	113961	SCREW, cap, hex hd	1	125g	278722	GASKET	1
16	111040	NUT, lock, insert, nylock, 5/16	5	146	120151	RETAINER, caplug	2
17†	255162	WHEEL, pneumatic w sensor ring (right)	1	157	114271	STRAP	1
	111020	WHEEL, pneumatic w/o sensor ring (left)	1	158	108471	KNOB, pronged	1
18	112405	NUT, lock	2	160	404989	STRAP, tie	5
19	112825	WASHER	4	161	17K394	LABEL, gmax warning fire & skin	1
20	114648	CAP, dust	2	162	115077	PAIL, plastic	1
21	15J088	SHIELD, distance sensor	1	163	24U241	KIT, pail cover	1
22	15K452	SPACER, round, .500 o.d.	1	214*	17J236	SWITCH, push button	1
23	15K357	SENSOR, distance	1	215*	15K162	BLOCK, switch	1
24	108868	CLAMP, wire	2	220*	C19277	WASHER, lock, split, hi-collar	1
25	260212	SCREW, hex washer hd, thd form	1	221*	C20004	SCREW, cap	1
31	114982	SCREW, cap, flng hd	6	224	17H721	CLAMP, wire	2
40	24Y665	FRAME, handle upright, painted	1	308	17K392	LABEL	1
41	15F576	BRACE, right (painted)	1	372	112960	SCREW	5
42	15F577	BRACE, left (painted)	1	400	24Y641	BAR, handle	1
43	128977	SCREW, cap button hd	2	401	24Y642	CONTROL PLATE	1
48	17J125	BRACKET, slide	2				

† Replace both at the same time
* HP Auto only

471TC

Hydraulic – **'TOUGH COVER'**

ISO 11237-1 TYPE 2SC / EN 857 TYPE 2SC

471ST

Hydraulic – **'SUPER TOUGH'**

ISO 11237-1 TYPE 2SC / EN 857 TYPE 2SC



# Part Number	Hose I.D.		Hose O.D.		Working Pressure		Minimum Bend Radius		Weight		Parkrimp 43 Series
	inch	mm	inch	mm	psi	MPa	inch	mm	lbs/ft	kg/m	
471TC/ST-4	1/4	6,3	.51	13	5800	40,0	2	50	0,20	0,30	•
471TC/ST-6	3/8	10	.68	17	5000	35,0	2-1/2	65	0,28	0,42	•
471TC/ST-8	1/2	12,5	.80	20	4250	29,7	3-1/2	90	0,35	0,52	•
471TC/ST-10	5/8	16	.94	24	3625	25,0	4	100	0,44	0,66	•
471TC/ST-12	3/4	19	1.09	28	3125	21,5	4-3/4	120	0,58	0,86	•
471TC/ST-16	1	25	1.40	35	2500	17,5	6	150	0,79	1,17	•

Application: Petroleum base hydraulic fluids and lubricating oils.

Inner Tube: Synthetic rubber.

Reinforcement: Two braids steel wire.

Cover: Synthetic rubber abrasion resistant, MSHA accepted.

Temperature Range: -40°F to +212°F (-40°C to +100°C).

Fittings: 43 Series - pg. B-27.

- Field Attachable Assembly Instructions are in Section B with each Fitting Series.
- See Section C for Parkrimp Assembly Instructions.
- Temperature Range of other media listed in Section E.

Mail

Anexo 6

Especificaciones del taladro inalámbrico



DCD700AC2

Taladro/Atornillador de 3/8"
12V MAX*

ESPECIFICACIONES

Voltaje	12V MAX*
Tamaño de portabrocas	3/8" (10mm)
No. de modos de velocidad	2
Velocidad sin carga	0-400/0-1500 rpm
LED	SI
Peso de herramienta (sólo herramienta)	2.4 lbs. (1.0 Kg)

Anexo 7

Especificaciones Varilla mezcladora de pintura con la Mejora

La varilla mezcladora de pintura, con dimensiones 85x8x500 mm, es una herramienta utilizada para mezclar pintura y otros líquidos de manera eficiente. Aquí tienes más detalles sobre esta varilla:

1. **Dimensiones:**
 - o Diámetro del mezclador: 85 mm
 - o Diámetro del eje: 8 mm
 - o Longitud total: 500 mm
 - o Peso: 310 gramos
2. **Material:** Usualmente de acero o metal resistente, con recubrimiento antioxidante para mayor durabilidad.
3. **Uso:** Se acopla a un taladro o herramienta rotativa para facilitar la mezcla de pintura, yeso, cemento o líquidos similares de manera rápida y homogénea.



Anexo 8

Especificaciones Varilla para pintar por el operador de máquina, mejora.

