



**UNIVERSIDAD ESTATAL  
PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA  
CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“DISEÑO DEL MÉTODO ERGO-LEAN PARA LA REDUCCIÓN DE  
RIESGOS ERGONÓMICOS EN LA RECOLECCIÓN DE RESIDUOS DE  
EMASA EP, CANTÓN SANTA ELENA”**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Previo a la obtención del título de:

**INGENIERO INDUSTRIAL**

**AUTOR:**

**YAGUAL GONZALEZ MARIO VINICIO**

**TUTOR:**

**Ing. Edison Buenaño Buenaño, Mgtr.**

La Libertad, Ecuador

2025

**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAL**

**TEMA:**

**“DISEÑO DEL MÉTODO ERGO-LEAN PARA LA REDUCCIÓN DE  
RIESGOS ERGONÓMICOS EN LA RECOLECCIÓN DE RESIDUOS DE  
EMASA EP, CANTÓN SANTA ELENA”**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

**AUTOR:**

**YAGUAL GONZALEZ MARIO VINICIO**

**TUTOR:**

**ING. EDISON BUENAÑO BUENAÑO, Mgtr.**

**LA LIBERTAD – ECUADOR**

**2025**

**UPSE**

# CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por **Yagual González Mario Vinicio**, como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero Industrial**.

## TUTOR

f.   
Ing. ~~Buenafío~~ ~~Buenafío~~ Edison Noé, Mgtr

## DIRECTORA DE LA CARRERA

f.   
Ing. Isabel del Rocío Balón Ramos, Msc.

La Libertad, 10 de julio del 2025

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Investigación “DISEÑO DEL MÉTODO ERGO-LEAN PARA LA REDUCCIÓN DE RIESGOS ERGONÓMICOS EN LA RECOLECCIÓN DE RESIDUOS DE EMASA EP, CANTÓN SANTA ELENA” elaborado por YAGUAL GONZALEZ MARIO VINICIO, estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial, Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial, me permito declarar que luego de haberla dirigido, estudiado y revisado, la apruebo en su totalidad.

**TUTOR**

f.   
Ing. Buenaño Buenaño Edison Noe, Mgtr

La libertad, 10 de julio del 2025

# DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Yagual González Mario Vinicio

## DECLARAMOS QUE:

El Trabajo de Titulación, “**Diseño del método ergo-lean para la reducción de riesgos ergonómicos en la recolección de residuos de EMASA EP, cantón Santa Elena**” previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de nuestra total autoría.

En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

La libertad, 10 de julio del 2025

## AUTOR:

f.   
Yagual González Mario Vinicio

# AUTORIZACIÓN

YO, **Yagual González Mario Vinicio**

Autorizo a la Universidad Estatal Península de Santa Elena la **publicación** en la biblioteca de la Institución del Trabajo de Titulación, “**Diseño del método ergo-lean para la reducción de riesgos ergonómicos en la recolección de residuos de EMASA EP, cantón Santa Elena**”, cuyo contenido, ideas y criterios es exclusiva responsabilidad y total autoría.

**La libertad, 10 de julio del 2025**

**AUTOR:**

f.   
Yagual González Mario Vinicio

# CERTIFICADO ANTIPLAGIO

En calidad de tutor del trabajo de investigación para titulación del tema “**DISEÑO DEL MÉTODO ERGO-LEAN PARA LA REDUCCIÓN DE RIESGOS ERGONÓMICOS EN LA RECOLECCIÓN DE RESIDUOS DE EMASA EP, CANTÓN SANTA ELENA**” elaborado por el Sr. **YAGUAL GONZALEZ MARIO VINICIO**, egresado de la carrera de Ingeniería de Industrial, de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, previo a la obtención del Título de Ingeniera Industrial me permito declarar que una vez analizado en el sistema anti plagio COMPILATIO, luego de haber cumplido con los requerimientos exigidos de valoración, la presente tesis, se encuentra con un 5% de la valoración permitida por consiguiente se procede a emitir el presente informe.

Adjunto reporte de similitud.

Atentamente,



**TUTOR**

f. \_\_\_\_\_

**Ing. Buenaño Buenaño Edison Noé, Mgtr**

# CERTIFICADO DE GRAMATOLOGÍA

## *Certificado de gramática*

Santa Elena, 04 de julio del 2025

Yo, **Mónica Isabel Paredes Castro**, Magister en Educación Básica, con registro de la SENECYT N° 1023-2024-2904505 por medio del presente certifico que:

Después de revisar y corregir la sintaxis y ortografía del trabajo investigativo titulado **"DISEÑO DEL MÉTODO ERGO-LEAN PARA LA REDUCCIÓN DE RIESGOS ERGONÓMICOS EN LA RECOLECCIÓN DE RESIDUOS DE EMASA EP, CANTÓN SANTA ELENA"** elaborado por el estudiante **MARIO VINICIO YAGUAL GONZÁLEZ** en su opción al título de **INGENIERO INDUSTRIAL** en la Universidad Estatal Península de Santa Elena, puedo afirmar que el trabajo está apto para ser defendido.

Sin otro particular.



**Lic. Mónica Paredes Castro, M.Sc.**  
C.I: 0605353143  
Celular: 0969917044  
Correo: misabelp1017@gmail.com

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a EMASA EP por facilitar el desarrollo de esta investigación en su entorno operativo y por permitir el análisis de una actividad esencial para la comunidad.

Mi reconocimiento a los docentes y tutor académico Ing. Buenaño Buenaño Edison Noe, Mgtr, por su acompañamiento, observaciones y orientación durante cada etapa de este proceso.

Y a todas las personas que, de manera directa o indirecta, fueron parte del trayecto que me llevó hasta aquí.

*Mario Vinicio Yagual González*

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a la memoria de mi madre, cuya ausencia física nunca ha sido mayor que su presencia en mi corazón. Su amor, sacrificio y ejemplo me acompañan cada día y me inspiran a seguir adelante con integridad y determinación. Este logro es, en gran parte, fruto de los valores que ella me dejó.

También dedico este esfuerzo a mi padre, por su fortaleza silenciosa, por enseñarme con su ejemplo el valor del trabajo honesto y por estar presente en cada etapa de mi formación con paciencia y respaldo incondicional.

Y a mis hermanos, con quien comparto no solo un hogar, sino también los desafíos, las metas y el apoyo mutuo que fortalecen nuestro camino. Gracias por ser compañía constante y sostén en los momentos más exigentes.

A ellos, con gratitud y respeto, les entrego este logro.

***Mario Vinicio Yagual González***

## TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. 

**Ing. Isabel del Rocío Balón Ramos, Msc.**  
DIRECTOR DE CARRERA

f. 

**Dr. Herrera Brunett Gerardo Antonio, PhD**  
DOCENTE ESPECIALISTA

f. 

**Ing. Edison Noe Buenaño Buenaño, Mgtr.**  
DOCENTE TUTOR

f. 

**Dra. Graciela Celedonia Sosa Bueno, PhD.**  
DOCENTE GUIA DE LA UIC

## ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN .....	iii
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	iv
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD .....	v
AUTORIZACIÓN.....	vi
CERTIFICADO ANTIPLAGIO .....	vii
CERTIFICADO DE GRAMATOLOGÍA .....	viii
AGRADECIMIENTOS .....	ix
DEDICATORIA.....	x
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN .....	xi
ÍNDICE DE TABLAS .....	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xv
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xvii
RESUMEN.....	xix
ABSTRACT .....	xx
INTRODUCCIÓN .....	1
Formulación del problema de investigación .....	2
Planteamiento del problema .....	2
Alcance de la Investigación.....	4
Justificación de la investigación.....	4
Objetivo general .....	5
Objetivo específico.....	5
CAPÍTULO I.....	6
MARCO TEÓRICO .....	6

1.1. Antecedentes investigativos .....	6
1.2. Estado del arte .....	7
1.3. Discusión.....	17
1.4. Recapitulación del Capítulo I.....	19
 CAPÍTULO II .....	 21
 MARCO METODOLÓGICO .....	 21
2.1. Enfoque de investigación .....	21
2.2. Diseño de investigación .....	21
2.3. Investigación Descriptiva.....	21
2.4. Investigación Correlacional.....	22
2.5. Protocolo de investigación .....	22
2.6. Procedimiento metodológico.....	23
2.7. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de los datos.....	29
2.8. Variables de estudio .....	31
2.9. Recapitulación del Capítulo II.....	36
 CAPÍTULO III .....	 37
 MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	 37
3.1. Contexto de la investigación .....	37
3.2. Marco de resultados .....	39
3.3. Discusión.....	65
3.4. Diseño de módulos .....	65
3.5. Presupuesto.....	89
 CONCLUSIONES .....	 90
 RECOMENDACIONES .....	 91
 BIBLIOGRAFÍA.....	 92
 ANEXOS.....	 99

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Base de datos de la presentación de resultados .....	10
Tabla 2: Personal de EMASA EP .....	28
Tabla 3: Matriz operacional de variables independiente.....	33
Tabla 4: Matriz operacional de variables dependiente.....	34
Tabla 5: Criterios de inclusión y exclusión de ítems del cuestionario .....	40
Tabla 6: Panel de expertos.....	41
Tabla 7: Resumen de procesamiento de casos para la eliminación por lista.....	53
Tabla 8: Análisis de coeficiente de alfa de Cronbach .....	53
Tabla 9: Resultados de correlación de Pearson .....	54
Tabla 10: Ficha para el análisis ergonómico REBA .....	56
Tabla 11: Niveles de riesgo de recolección de residuos solido REBA .....	58
Tabla 12: Ficha para el análisis ergonómico RULA .....	60
Tabla 13: Nivel de riesgo de la recolección de residuos en el método RULA.....	62
Tabla 14: Plan de acción de riesgos ergonómicos para recolectores de desechos. ....	64
Tabla 15: Cronograma de rotación de funciones .....	70
Tabla 16: Procedimiento de Pausa Activa Programada .....	72
Tabla 17: Procedimiento 5S Programada.....	74
Tabla 18: Rutas de recolección en cabecera cantonal .....	75
Tabla 19: Parámetros de rutas .....	77
Tabla 20: Ruta comparativa Márquez de la plata.....	78
Tabla 21: Ruta comparativa Ruta Galápagos .....	79
Tabla 22: Ruta comparativa Ruta Ballenita .....	80
Tabla 23: Ruta comparativa Ruta Ballenita .....	81
Tabla 24: Ruta comparativa Ruta Periférica .....	82
Tabla 25: Cronograma de capacitación al personal operativo .....	87
Tabla 26: Presupuesto de implementación de la propuesta.....	89
Tabla 27: Presupuesto de implementación de la propuesta otros.....	89
Tabla 28: Presupuesto total de implementación de la propuesta.....	89

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Etapa de revisión sistemática.....	8
Figura 2: Representación de la producción científica anual.....	11
Figura 3: Grafica radar de metodologías utilizadas por los autores.....	12
Figura 4: Técnicas utilizadas en la investigación.....	13
Figura 5: Peso teórico recomendado en función de la zona de manipulación.....	15
Figura 6: Protocolo general Ergo Lean.....	16
Figura 7: Distribución de instrumentos en el protocolo Ergo Lean.....	17
Figura 8: Protocolo de Investigación.....	23
Figura 9: Etapas del procedimiento metodológico de la investigación.....	23
Figura 10: Plan de evaluación de análisis ergonómico.....	25
Figura 11 Metodología Delphi. (Shi et al., 2024).....	26
Figura 12: Plan de recolección de datos.....	29
Figura 13: Empresa Municipal de Aseo del Cantón Santa Elena.....	37
Figura 14: Ubicación de la Empresa Municipal de Aseo del Cantón Santa Elena.....	37
Figura 15: Organigrama Estructural.....	38
Figura 16: Pregunta 1.....	42
Figura 17: Pregunta 2.....	42
Figura 18: Pregunta 3.....	43
Figura 19: Pregunta 4.....	44
Figura 20 Pregunta 5.....	44
Figura 21 Pregunta 6.....	45
Figura 22 Pregunta 7.....	45
Figura 23 Pregunta 8.....	46
Figura 24: Pregunta 9.....	47
Figura 25: Pregunta 10.....	47
Figura 26: Pregunta 11.....	48
Figura 27 Pregunta 12.....	48
Figura 28 Pregunta 13.....	49
Figura 29 Pregunta 14.....	49
Figura 30: Pregunta 15.....	50
Figura 31: Pregunta 16.....	50

Figura 32: Pregunta 17 .....	51
Figura 33: Pregunta 18 .....	52
Figura 34: Angulo extendido del tronco .....	58
Figura 35: Angulo extendido del cuello .....	58
Figura 36: Resultados al aplicar el método REBA.....	59
Figura 37: Angulo extendido del brazo.....	62
Figura 38: Angulo extendido del antebrazo .....	62
Figura 39: Resultados al aplicar el método RULA .....	63
Figura 40: Pasos para el levantamiento de carga .....	69
Figura 41: Rutas de recolección de residuos trazadas en la actualidad.....	77
Figura 42: Rutas de recolección de residuos optimizada Márquez de la plata.....	77
Figura 43: Ruta Galápagos de recolección de residuos original .....	78
Figura 44: Ruta Galápagos de recolección de residuos optimizada.....	78
Figura 45: Ruta Ballenita de recolección de residuos original.....	79
Figura 46: Ruta Ballenita de recolección de residuos optimizada .....	79
Figura 47: Ruta Centro de recolección de residuos original .....	80
Figura 48: Ruta Ballenita de recolección de residuos optimizada .....	80
Figura 49: Ruta Periférica de recolección de residuos original.....	81
Figura 50: Ruta Periférica de recolección de residuos optimizada .....	81
Figura 51: Kits completo de EPP .....	83
Figura 52: Resultado de método REBA (Post capacitación) .....	85
Figura 53: Resultado de método RULA (Post capacitación).....	86
Figura 54: Diagrama de Gantt de post capacitación .....	88

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Posturas observadas en tareas de recolección.....	99
Anexo 2: Resultados del método RULA en software Ergoniza parte 1 .....	101
Anexo 3: Resultados del método RULA en software Ergoniza parte 2.....	101
Anexo 4: Resultados del método RULA en software Ergoniza parte 3 .....	101
Anexo 5: Resultados del método REBA en software Ergoniza parte 1 .....	102
Anexo 6: Resultados del método REBA en software Ergoniza parte 2 .....	102
Anexo 7: Resultados del método REBA en software Ergoniza parte 3 .....	102
Anexo 8: Resultados del método REBA en software Ergoniza parte 4 .....	103
Anexo 9: Los datos de la encuesta en el SPSS V29 .....	103
Anexo 10: Resultados del método REBA en software Ergoniza parte 5 .....	103
Anexo 11: Resultado de correlación de variable.....	104
Anexo 12: Resultado de fiabilidad del instrumento ALFA DE CRONBACH .....	104
Anexo 13: Modulo 1 (Levantamiento de cargas).....	105
Anexo 14: Ficha de evaluación práctica.....	106
Anexo 15: Hoja de Asistencia.....	107
Anexo 16: Pausa activa del módulo 4 .....	108
Anexo 17: Hoja de registro – pausas activas.....	109
Anexo 18: Validación del instrumento (encuesta) 1 parte 1. ....	111
Anexo 19: Validación del instrumento (encuesta) 1 parte 2. ....	112
Anexo 20: Validación del instrumento (encuesta) 1 parte 3. ....	113
Anexo 21: Validación del instrumento (encuesta) 1 parte 4. ....	113
Anexo 22: Validación del instrumento (encuesta) 1 parte 5. ....	113
Anexo 23: Validación del instrumento (encuesta) 1 parte 6. ....	114
Anexo 24: Validación del instrumento (encuesta) 1 parte 7. ....	114
Anexo 25: Validación del instrumento (encuesta) 1 parte 8. ....	114
Anexo 26: Validación de experto 1 parte 1.....	115
Anexo 27 Validación de experto 1 firma de aceptación. ....	115
Anexo 28: Validación de experto 2 parte 1.....	116
Anexo 29: Validación de experto 2 firma de aceptación. ....	116
Anexo 30: Validación de experto 3 parte 1.....	117
Anexo 31: Validación de experto 3 firma de aceptación. ....	117
Anexo 32: Validación de experto 4 parte 1.....	118

Anexo 33: Validación de experto 4 firma de aceptación. ....	119
Anexo 34: Carta de aceptación de la empresa.....	120
Anexo 35: Aprobación del capítulo I .....	121
Anexo 36: Aprobación del capítulo II.....	122
Anexo 37: Aprobación del capítulo III.....	123

# “DISEÑO DEL MÉTODO ERGO-LEAN PARA LA REDUCCIÓN DE RIESGOS ERGONÓMICOS EN LA RECOLECCIÓN DE RESIDUOS DE EMASA EP, CANTÓN SANTA ELENA”

**Autores:** Yagual González Mario Vinicio

**Tutor:** Buenaño Buenaño Edison

## RESUMEN

La actividad de recolección manual de residuos sólidos representa una de las labores expuestas a riesgos ergonómicos dentro del ámbito de los servicios públicos. En este contexto, la presente investigación plantea el diseño de un método de intervención denominado Ergo-Lean, para reducir la exposición del personal operativo de EMASA EP a factores de riesgo postural, sobrecarga física y fatiga musculoesquelética durante sus jornadas laborales. El estudio se desarrolló bajo un enfoque metodológico cuantitativo, combinando herramientas de análisis ergonómico como REBA y RULA con principios del Lean Manufacturing. A través del levantamiento de información en campo, observaciones directas y encuestas, se identificaron puntos críticos en el proceso operativo que afectan la salud y el desempeño de los trabajadores. A partir del diagnóstico, se diseñó una propuesta basada en la integración del ciclo de mejora continua, pausas activas programadas, rediseño de tareas, rotación funcional y aplicación de herramientas Lean como 5S. Los resultados proyectados evidencian una disminución significativa en los niveles de riesgo ergonómico de un 57%, una mejora en el bienestar físico de los trabajadores y un incremento en la productividad 15% del servicio de recolección. El diseño del método Ergo-Lean representa un aporte innovador para la gestión de la salud ocupacional en entornos de trabajo físicamente exigentes, y establece una base técnica replicable para futuras intervenciones en instituciones similares.

...

**Palabras Claves:** *Ergonomía, Lean Manufacturing, recolección de residuos, riesgos laborales, REBA, RULA, mejora continua.*

# "DESIGN OF THE ERGO-LEAN METHOD FOR THE REDUCTION OF ERGONOMIC RISKS IN WASTE COLLECTION AT EMASA EP, SANTA ELENA CANTON."

**Author:** Yagual González Mario Vinicio

**Tutor:** Buenaño Buenaño Edison

## ABSTRACT

The manual collection of solid waste is one of the tasks most exposed to ergonomic risks within the realm of public services. In this context, the present research proposes the design of an intervention method called Ergo-Lean, aimed at reducing the exposure of EMASA EP's operational personnel to postural risk factors, physical overload, and musculoskeletal fatigue during their work shifts. The study was developed using a quantitative methodological approach, combining ergonomic analysis tools such as REBA and RULA with principles of Lean Manufacturing. Through field data collection, direct observations, and surveys, critical points in the operational process were identified that negatively affect workers' health and performance. Based on this diagnosis, a proposal was designed integrating the continuous improvement cycle, scheduled active breaks, task redesign, functional rotation, and the application of Lean tools such as 5S. The projected results show a significant reduction of up to 57% in ergonomic risk levels, improved physical well-being among workers, and a 15% increase in productivity in the waste collection service. The design of the Ergo-Lean method represents an innovative contribution to occupational health management in physically demanding work environments and establishes a replicable technical foundation for future interventions in similar institutions.

**Key words:** *Ergonomics, Lean Manufacturing, waste collection, occupational risks, REBA, RULA, continuous improvement.*

# INTRODUCCIÓN

En los últimos años, ha habido un creciente interés a nivel global en la prevención de accidentes laborales y trastornos musculoesqueléticos (TME), Estos problemas de salud se han dado en ámbito públicos como privados. Además, ha generado costos significativos para las organizaciones, que se ven obligadas a cubrir gastos médicos, compensaciones económicas por pérdida de capacidad laboral, entre otros, lo que a su vez ha impactado negativamente en la productividad. Los avances en metodologías han permitido la aparición de nuevos modelos que buscan salvaguardar la salud y bienestar de los colaboradores. Un ejemplo de esto es la metodología Ergo-Lean, que combina principios de Ergonomía y Lean Manufacturing. Manufacturing se enfoca en la eliminación de residuos y mejora de los procesos, en cambio la Ergonomía busca reducir la fatiga y el riesgo de lesiones mediante el diseño de entornos laborales seguros y saludables (Sreenivasan & Suresh, 2023).

En América Latina, según la II Encuesta Centroamericana de Condiciones de Trabajo y Salud del año 2017, el 67% de los trabajadores reportaron realizar movimientos repetitivos en el trabajo. El 38,8% informó el uso frecuente de equipos, incluidos instrumentos, herramientas o máquinas que pueden causar lesiones. El 42,8% indicó que trabajaba muy rápido con frecuencia, el 24,9% señaló que realizaba tareas laborales que requerían adoptar una posición incómoda, y el 22% mencionó que frecuentemente disponía de un espacio reducido para la movilidad (Cervantes, 2023). La ergonomía se refiere al estudio de la relación entre el ser humano y su entorno de trabajo, buscando optimizar las condiciones laborales para garantizar la salud, la seguridad y el bienestar de los empleados, en muchos casos, las condiciones laborales deficientes, equipos ergonómicos no adecuados, la realización de tareas repetitivas, postura incorrecta, levantamiento de cargas pesadas y falta de pausas activas, contribuyen a la aparición de estos problemas. El enfoque Lean se presenta como una solución positiva para mejorar la salud y el bienestar de los trabajadores, ya que se centra en la optimización de los procesos laborales para reducir el riesgo de lesiones y enfermedades laborales (Carrasco et al., 2023).

(OPSMSP, 2021) indica que en el Ecuador los desórdenes de los TME registran en primer puesto las enfermedades ocupacionales con altos índices, seguido de afecciones auditivas y tercero afecciones nerviosas. Los síntomas osteomusculares que los participantes informaron tener con mayor frecuencia en los últimos 12 meses fueron dolor, molestia y disconfort en la columna lumbar (55,99%), seguido por el dolor de cuello (40,45%), dolor de

rodillas (31,84%), dolor de caderas/piernas (29,59%), y dolor de tobillos/pie (21,54%). Por tal motivo surge la necesidad de realizar investigaciones relacionadas al tema de riesgos laborales que ocasionan accidentes y TME los cuales a mediano y largo plazo se pueden convertir en padecimientos o enfermedades ocupacionales. Lo cual es plenamente abarcado por la metodología Ergo Lean en los lugares que ésta sea aplicada.

El presente trabajo tiene como objetivo diseñar el método Ergo-Lean para minimizar los peligros ergonómicos en las tareas de recolección de desechos de EMASA EP, situadas en el cantón Santa Elena. Este enfoque combina los fundamentos de ergonomía, centrados en ajustar las condiciones de trabajo a las habilidades de los empleados, con los principios de Lean Manufacturing, dirigidos a perfeccionar procesos y reducir los índices de riesgo derivados de la manipulación manual de cargas y movimientos repetitivos, con referencia a la normativa de seguridad obligatoria. Por lo tanto, al disminuir los índices de factores de riesgo, se pueden reducir los tiempos de inactividad de los trabajadores y aumentar los niveles de producción (Mozzi et al., 2019).

La aplicación del método Ergo-Lean ofrece una guía práctica y estructurada para que la empresa pueda desarrollar acciones futuras orientadas a mejorar las condiciones laborales y operativas(Ortiz et al., 2023). Con esta iniciativa, se busca sentar las bases para un mejor manejo de las actividades de recolección de residuos, reforzando el rol de EMASA EP como un referente en la prestación de servicios públicos en el Cantón Santa Elena.

## **Formulación del problema de investigación**

¿Cómo puede el método Ergo-Lean reducir los riesgos ergonómicos en la recolección de residuos en EMASA EP, cantón Santa Elena?

## **Planteamiento del problema**

La principal causa de mortalidad a nivel global es el cáncer, representando el 64.23% del total, y los accidentes ocupan el segundo lugar con una tasa del 20,29%, mientras que los siniestros viales representan un 9,85% (en ambos casos también causan víctimas mortales). De acuerdo con Dorflinger & Tisch (2023), se estima que las lesiones laborales cuestan cerca del 3.94% aproximadamente del PIB mundial, aunque esta cifra puede subestimarse ya que resulta difícil cuantificar tanto costos directos como indirectos asociados. Este cálculo puede

subestimar la verdadera magnitud del problema, ya que existen costos ocultos asociados a los accidentes laborales que son difíciles de cuantificar (Díaz et al., 2020).

En América Latina, Gómez et al., (2023) la relación con los accidentes laborales y enfermedades ocupacionales se evidencia a través de las estadísticas proporcionadas por el Sistema Informático de Notificación de Accidentes de Trabajo, Incidentes Peligrosos y Enfermedades Ocupacionales (SAT) del Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo (2019: 3). En noviembre de 2019, se registraron 2,744 notificaciones provenientes de 1,625 empresas, lo que marca un aumento del 15.7% en comparación con el mismo mes del año anterior, aunque representa una disminución del 12.2% respecto a octubre de 2019. De estas notificaciones, el 97.01% correspondió a accidentes de trabajo no mortales, el 0.62% a accidentes mortales, el 2.30% a incidentes peligrosos y solo el 0.07% a enfermedades ocupacionales. Las industrias manufactureras fueron las más afectadas, representando el 22.01% del total, seguidas por las actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler, con un 20.19%. En tercer lugar, se ubicó el sector del transporte, almacenamiento y comunicaciones, con un 11.41%, y en cuarto lugar la construcción, con un 11.30%, entre otros.

En Ecuador, en base a los datos del IEES, se han registrado un total de 10,821 accidentes laborales entre 2020 y 2021. Mientras que, el año 2023, esta cifra disminuyó a 8,273. Estos incidentes, se concentran en la industria manufacturera, que abarca situaciones desde incapacidades temporales hasta casos fatales, además se establece que el principal desafío para el estudio de la ergonomía es conocer las interacciones de la persona con relación a los requisitos físicos que se necesite en el trabajo como son posturas, los movimientos o de fuerza excesiva que no tengan una correcta recuperación biológica (Campoverde, & Solano, 2024).

Dentro del marco de EMASA EP, Cantón Santa Elena, los empleados se encuentran con peligros ergonómicos a causa de posturas forzadas, levantamiento de objetos pesados y extensas horas de trabajo bajo condiciones meteorológicas desfavorables. De acuerdo con un reporte interno de la empresa, el 30% de los empleados ha informado sobre molestias físicas constantes vinculadas a estas tareas, lo que eleva los gastos por faltas laborales y reduce la calidad del servicio. Aunque se han implementado ciertas medidas de seguridad generales, no hay un método sistemático que combine ergonomía y Lean Manufacturing. El diseño Ergo-Lean mejora las circunstancias laborales, disminuye los peligros ergonómicos y mejora la operatividad de los trabajadores, favoreciendo el bienestar de los trabajadores y la sostenibilidad del servicio. En este escenario, se plantea la siguiente formulación del problema:

¿Cómo puede la implementación del método Ergo-Lean mejorar las condiciones laborales y reducir los riesgos ergonómicos en la recolección de residuos de EMASA EP, cantón Santa Elena?

### **Alcance de la Investigación**

El alcance de este proyecto se centra en la creación de un método Ergo-Lean para disminuir los peligros ergonómicos en las tareas de recolección de desechos de EMASA EP, situada en el cantón Santa Elena, Ecuador. Este diseño incluye la detección de los riesgos ergonómicos, como posturas forzadas, movimientos repetitivos y el levantamiento de cargas pesadas, mediante el uso de herramientas de evaluación como RULA y REBA. Además, se busca optimizar los procesos operativos para mejorar la seguridad de los trabajadores en su trabajo cotidiano.

El estudio se enfoca en los empleados responsables de la recolección de residuos en EMASA EP, examinando minuciosamente las labores particulares que llevan a cabo y los factores de riesgo ergonómico vinculados a cada clase de actividad. El diseño del método Ergo-Lean se dirige específicamente a cada equipo de trabajo, teniendo en cuenta las condiciones y requerimientos específicos de su entorno laboral. Es importante señalar que el alcance del proyecto se limita al diseño metodológico, sin contemplar su fase de implementación. No obstante, el enfoque propuesto puede ser adaptado y replicado en otros sectores de recolección de residuos en la provincia de Santa Elena, e incluso a nivel nacional, contribuyendo así a la mejora continua de las condiciones laborales dentro del sector.

### **Justificación de la investigación**

El diseño del método Ergo-Lean se basa en la necesidad de tratar los peligros ergonómicos a los que se enfrentan los empleados de EMASA EP durante la recolección de residuos. Las tareas repetitivas, las posturas forzadas y el levantamiento de cargas pesadas incrementan significativamente el riesgo de lesiones musculoesqueléticas, afectando la salud y la productividad del personal. Este procedimiento es relevante ya que facilita la mejora de las condiciones de trabajo, disminuyendo incidentes y enfermedades vinculadas al trabajo, al mismo tiempo que fomenta un ambiente seguro.

El impacto del método Ergo-Lean trasciende el ámbito empresarial, ya que los avances en las condiciones ergonómicas no solo favorecen a los empleados, sino que también inciden en la sostenibilidad y responsabilidad social de EMASA EP. La implementación de estrategias

que den prioridad al bienestar laboral sienta un precedente para otras entidades parecidas en el ámbito de los servicios públicos, lo que fortalece la importancia de este proyecto como una iniciativa modelo que podría ser replicada a escala regional y nacional.

El método Ergo-Lean combina conceptos de ergonomía y Lean Manufacturing, lo cual le otorga un enfoque innovador en la gestión de riesgos laborales. Esta unificación de principios no solo disminuye los peligros ergonómicos, sino que también optimiza la organización y realización de las tareas operativas (Bazaluk et al., 2023). Su singularidad reside en la adaptación de instrumentos característicos de la industria de manufactura a un contexto diferente, como es el de la recolección de residuos, con soluciones prácticas y específicas para las necesidades del sector.

La implementación del método Ergo-Lean se plantea como técnicamente viable, ya que se fundamenta en principios ampliamente validados en distintas industrias y puede adaptarse a las condiciones específicas de EMASA EP. Su aplicación considera aspectos como la capacitación del personal y la adecuación de herramientas de trabajo, los cuales pueden integrarse progresivamente según las necesidades operativas. Esta propuesta se enmarca en un enfoque preventivo y organizativo, orientado a mejorar las condiciones laborales y reducir los riesgos ergonómicos en las actividades de recolección de residuos.

### **Objetivo general**

Diseñar el método Ergo-Lean en el proceso de recolección de residuos de EMASA EP en el Cantón Santa Elena, con el fin de reducir los riesgos ergonómicos.

### **Objetivo específico**

- Evaluar el estado del arte sobre los riesgos ergonómicos en la recolección de residuos mediante un mapeo sistemático, para la influencia y variabilidad en el rendimiento de los empleados.
- Establecer un marco metodológico mediante la investigación de técnicas, instrumentos y herramientas que permitan identificar el contexto actual de la gestión de riesgos ergonómicos en EMASA EP.
- Realizar un plan integral de prevención de riesgos ergonómicos basado en el método Ergo-Lean, para el desempeño operativo y condiciones laborales seguras para el personal recolector de residuos de la empresa EMASA EP, en el cantón Santa Elena.

# CAPÍTULO I

## MARCO TEÓRICO

### 1.1. Antecedentes investigativos

Para Nabi et al., (2021) los trastornos musculo esqueléticos (TME). El término trastornos musculo esqueléticos son afecciones que se consideran tanto inflamatorias como degenerativas, y son el resultado directo de diversas actividades laborales, como movimientos repetitivos, levantamiento de cargas pesadas, mantener posiciones estáticas durante períodos prolongados y adoptar posturas incómodas. Estos trastornos afectan principalmente a las partes blandas del sistema musculoesquelético, incluyendo músculos, tendones, nervios, ligamentos y articulaciones. Como resultado, causan incomodidad y dolor en las áreas afectadas del cuerpo. Es importante destacar que en comparación con otros tipos de lesiones que pueden ocurrir en el entorno laboral, los TME requieren un mayor tiempo de recuperación y son responsables de una cantidad significativa de días de trabajo perdidos (Fan et al., 2024).

Los métodos de evaluación como REBA y RULA son recomendados debido a su capacidad de puntuar los niveles de riesgo de TME en el entorno laboral, por lo que en el presente trabajo de investigación se desarrolló un método ergonómico basado en la integración de ambos métodos (Erazo et al., 2022). Asimismo, se plantearon medidas preventivas y correctivas. El objetivo del trabajo fue reducir el nivel de riesgo de TME en una pyme de confección textil. Los resultados demuestran que existe una importante diferencia en la puntuación inicial y final de los niveles de riesgo luego de la implementación del método ergonómico basado en la integración REBA-RULA, pues se pasó de un nivel de riesgo alto a medio o bajo (Sabino et al., 2024a).

Se llevó a cabo una investigación con el objetivo principal de aplicar el marco integral de la Norma ISO 31000:2018 para detectar, analizar y abordar los posibles riesgos que podrían afectar las operaciones de PT Bawen Mediatama en relación con sus activos de tecnología de la información. Esta investigación se basó en una metodología que combina enfoques cualitativos y cuantitativos, utilizando técnicas de recolección de datos como entrevistas y observaciones. Como resultado, se identificaron 20 posibles riesgos, de los cuales 5 estaban relacionados con contextos ambientales y naturales, 7 con factores humanos y 8 con sistemas e infraestructura. Estos riesgos fueron clasificados según su magnitud, revelando dos de nivel

leve, once de nivel severo, cinco de nivel muy severo y dos de nivel catastrófico. Se propusieron medidas preventivas pertinentes y se concluyó que la empresa objeto de estudio aún tiene margen de mejora en la gestión de riesgos, destacando la necesidad de una revisión sistemática de los perfiles tanto externos como internos de la organización (Evinia & Sitokdana, 2023).

(Hardjomidjojo et al., 2022) llevó a cabo un estudio cuyo objetivo principal era diseñar un modelo basado en la norma ISO 31000:2018 para facilitar la evaluación rápida en la gestión efectiva de riesgos. Este estudio se realizó específicamente en dos empresas agroindustriales. Los autores emplearon una metodología cuantitativa de diseño no experimental y se basaron en los principios de la norma ISO 31000:2018 para desarrollar el modelo. La medición con un modelo específico y detallado arrojó una puntuación total del 85.86%. Por otro lado, en la segunda empresa, que es una empresa de bebidas instantáneas sin certificación ISO, pero con un sistema de gestión de riesgos basado en la norma ISO 31000:2018, se obtuvo un resultado del 72.88%, categorizándolo como bien implementado, pero necesita mejoras.

En este contexto, en la investigación de Tortorella et al. (2020) ha llevado a cabo análisis más exhaustivos y detallados acerca de la interacción entre las herramientas de Lean Manufacturing (LM) y la ergonomía. Por ejemplo, se dedicó a realizar una revisión minuciosa de los estudios realizados en entornos de fabricación ajustada durante las últimas dos décadas. Su enfoque se centró en identificar tanto los efectos beneficiosos como perjudiciales de la aplicación de LM en la producción ajustada, además de su impacto en factores como la seguridad, la salud en el trabajo y los riesgos vinculados. El estudio se basó en el uso de herramientas propias del Lean Manufacturing, como las metodologías 5S y la estandarización, con el propósito de mejorar los procesos y garantizar la seguridad en los laboratorios de ingeniería de una universidad. Esto se llevó a cabo mediante la aplicación de un modelo de trabajo específico. Como resultado, se logró adaptar el sistema a condiciones de seguridad óptimas y organizar los laboratorios de acuerdo con las prácticas Ergo-Lean (Pozo & Valhondo, 2024).

## **1.2. Estado del arte**

El Lean Manufacturing aplicado a la ergonomía optimiza procesos y reduce los TME mediante métodos como REBA y RULA permiten evaluar y mitigar riesgos ergonómicos en entornos laborales (Sabino et al., 2024). La integración Ergo-Lean mejora condiciones de trabajo sin afectar la productividad. Su aplicación en EMASA EP contribuirá a la seguridad y bienestar del personal de recolección de residuos.

Para complementar el estado del arte, se implementará una revisión de alcance de la literatura con el propósito de mapear sistemáticamente la evidencia disponible sobre el tema de investigación, identificando conceptos clave, teorías y lagunas en el conocimiento que orienten futuras investigaciones (Tricco et al., 2018). Para el análisis bibliométrico, se utilizará el instrumento Bibliometrix. Este instrumento facilita la identificación de tendencias y estructuras conceptuales en el área de estudio. Los hallazgos se presentarán a través de gráficas y tablas, lo que simplificará la comprensión y representación visual de los datos obtenidos y los artículos escogidos.

Este tipo de revisión es denominada como una que identifica rápidamente términos claves de un tema mediante la búsqueda exhaustiva de la literatura y la selección por afinidad – disponibilidad (Chambergo et al., 2021). La revisión sistemática cuenta con varias etapas, las cuales son mostradas en la Figura 1, constando de 4 etapas.

**Figura 1:** Etapa de revisión sistemática



Nota. Elaboración propia referente por el autor (Chambergo et al., 2021)

### 1.2.1. Revisión de alcance

En las siguientes secciones se describe el desarrollo de las fases de la revisión de alcance, las cuales permitirán una exploración minuciosa de la literatura existente sobre la aplicación del método Ergo-Lean en la reducción de riesgos ergonómicos en la recolección de residuos. Esto contribuirá a la formulación de un marco metodológico bien fundamentado para la investigación.

### 1.2.2. Selección de fuentes

Para la búsqueda bibliográfica, se emplean fuentes como ScienceDirect, Scopus, Scielo, Lens y Dimensions. Para mejorar la recopilación de información, se utilizaron

operadores booleanos como "AND" y "OR". En español, los términos esenciales fueron "riesgos ergonómicos", "Ergo-Lean", "riesgos ergonómicos AND Ergo-Lean", "riesgos ergonómicos OR Ergo-Lean". En inglés, se emplearon términos como "ergonomic risks", "Ergo-Lean method", "ergonomic risks AND Ergo-Lean method" y "ergonomic risks OR Ergo-Lean method", con el objetivo de asegurar una investigación completa y pertinente.

### **1.2.3. Criterios de búsqueda**

Para garantizar que la literatura escogida sea relevante y aporte al progreso de este estudio, se definieron criterios de búsqueda concretos. Estas normas se implementaron en varias bases de datos y se detallan a continuación.

### **1.2.4. Criterios de inclusión**

#### **Año de publicación**

Se consideraron artículos publicados entre 2019 a 2024. Este criterio asegura que la información analizada sea reciente y refleje las tendencias y avances más actuales en la aplicación del método Ergo-Lean para la reducción de riesgos ergonómicos.

#### **Idioma**

Se seleccionan estudios en español e inglés, lo que facilita un mayor acceso a fuentes relevantes y garantiza la inclusión de investigaciones significativas dentro de la literatura científica y profesional más utilizada.

#### **Variables de estudio**

Los artículos seleccionados deben tratar de manera explícita el diseño y aplicación del método Ergo-Lean, así como el impacto en la reducción de riesgos ergonómicos en la recolección de residuos o estar relacionados con los términos de búsqueda definidos en la estrategia booleana.

### **1.2.5. Criterios de Exclusión**

#### **Año de publicación**

Se excluyen todos los artículos publicados antes del 2018 para garantizar el uso de información actualizada y alineada con los últimos avances en la aplicación del método Ergo-Lean en la reducción de riesgos ergonómicos en la recolección de residuos.

## Idioma

Se descartan las investigaciones en lenguas diferentes al español e inglés, ya que la ausencia de traducciones exactas puede obstaculizar la comprensión de los descubrimientos y perjudicar la calidad del análisis.

## Variables de estudio

Se excluyen los estudios que no aborden de manera explícita la relación entre la ergonomía y la eficiencia en la recolección de residuos mediante la aplicación del método Ergo-Lean, ya que no estarían alineados con el objetivo de la investigación.

### 1.2.6. Presentación de resultados

Como parte de la resolución, la Tabla 1 muestra las bases de datos utilizadas para la recopilación de artículos relacionados con las variables de análisis, especificando la cantidad de registros hallados en cada fuente. Esta ilustración simplifica el estudio comparativo y la comprensión de los datos recabados.

**Tabla 1:** Base de datos de la presentación de resultados

<b>Base de datos</b>	<b>Nº artículos</b>
<b>ScienceDirect</b>	7827
<b>Lens</b>	3474
<b>Scopus</b>	361
<b>Dimensions</b>	1542
<b>Scielo</b>	148
<b>Total</b>	13352

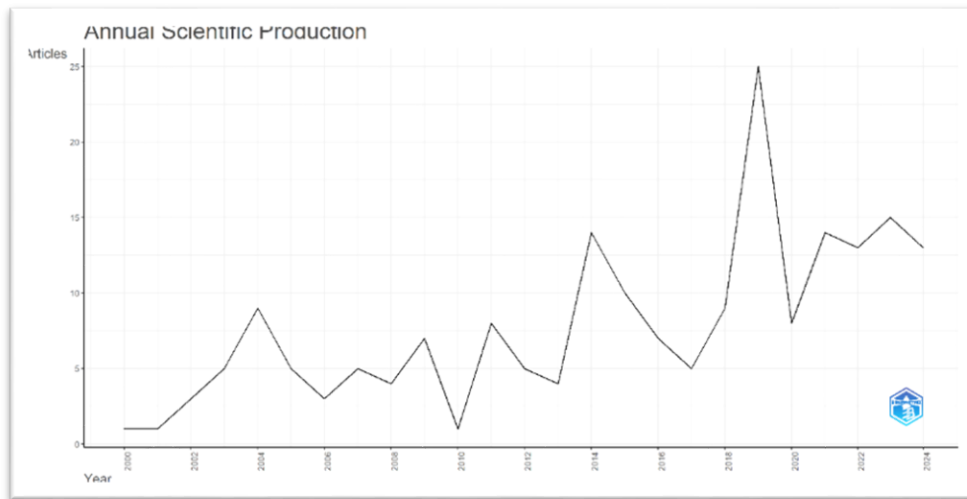
Nota. Elaboración propia

La tabla presenta los hallazgos alcanzados en varias bases de datos científicas empleadas en el análisis de literatura. Se presentan cinco fuentes junto con la cantidad de artículos disponibles en cada una de ellas. El número de artículos (7827) de ScienceDirect es el más alto, seguido por Lens (3474) y Dimensions (1542). Los registros de Scopus y Scielo son menos abundantes, con 361 y 148 artículos, respectivamente. La fila final muestra la cantidad total de artículos recolectados, lo que equivale a 13,352. La tabla ofrece una perspectiva nítida sobre la distribución de la literatura en distintas fuentes académicas. Esto permite evaluar la cobertura y relevancia de cada base de datos para el estudio.

Para complementar el análisis, se presenta un análisis bibliométrico utilizando el lenguaje de programación R en su entorno RStudio, junto con la herramienta Bibliometrix. Este método facilita el mapeo del saber existente y el análisis de tendencias fundamentales

en la investigación científica. Como evidencian (Aria & Cuccurullo, 2017), mediante este instrumento, se pueden detectar tendencias en la literatura, valorar el efecto de estudios anteriores y visualizar redes de cooperación entre autores e instituciones, lo que contribuye a una comprensión profunda del desarrollo del conocimiento en un área específica.

**Figura 2:** Representación de la producción científica anual.

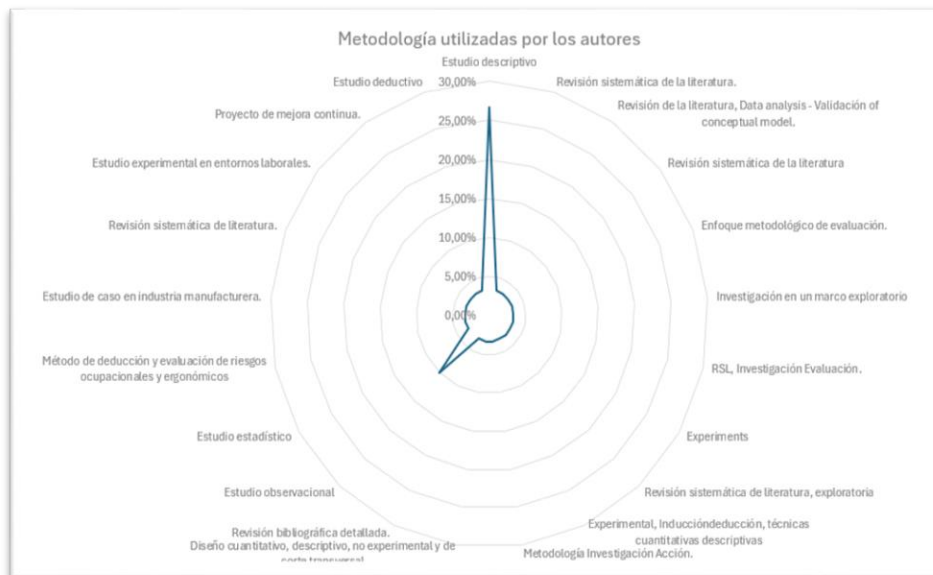


Nota. Elaboración propia obtenido de Bibliometrix – entorno RStudio y software R

La figura 2 presenta la producción científica anual entre 2000 y 2024, evidenciando un crecimiento con fluctuaciones a lo largo del tiempo. Durante los primeros años, el número de publicaciones fue bajo, pero a partir de 2010 se observa un incremento progresivo. El punto más alto se alcanzó en 2019 con más de 25 artículos, seguido de una caída en 2020. No obstante, en los años subsiguientes, la producción se mantuvo estable, conservando niveles relativamente elevados. Estos datos evidencian un interés en aumento en el campo de estudio, con periodos de intensa actividad investigativa.

Para examinar los resultados recogidos, se muestran diagramas (Dominguez et al., 2021), centrados en cada una de las categorías detectadas, lo que permite determinar cuáles son las más empleadas en el análisis de la implementación del método Ergo-Lean y la disminución de riesgos ergonómicos. Primero, la Figura 6 presenta un diagrama de radar que contrasta las técnicas utilizadas en la bibliografía examinada, resaltando un total de 18 métodos utilizados por los autores. Este estudio posibilita reconocer tendencias en la investigación y guiar futuras implementaciones del método en el campo ergonómico y operativo.

**Figura 3:** Grafica radar de metodologías utilizadas por los autores



Nota. Elaboración propia obtenido de Bibliometrix – entorno RStudio y software R

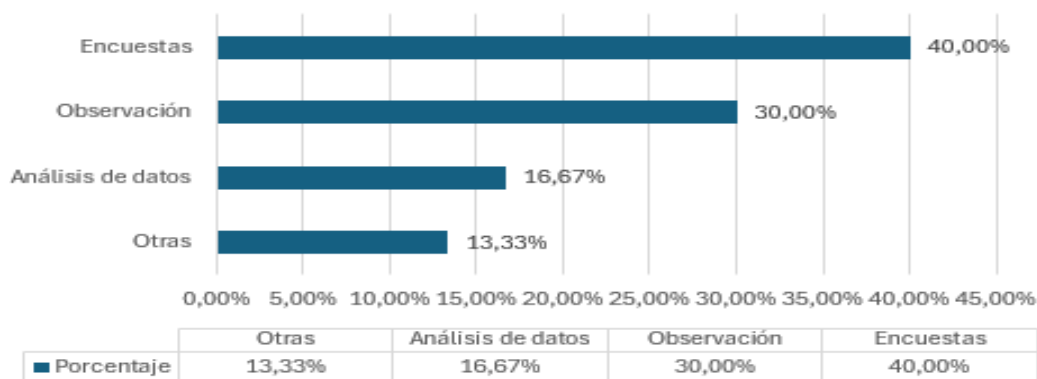
La figura 3 muestra la distribución de metodologías utilizadas en estudios relacionados con la ergonomía y Lean Manufacturing. Se destaca que el Estudio descriptivo es el enfoque más empleado, representando un 26.67%, lo que indica que la mayoría de las investigaciones se enfocan en documentar y analizar situaciones sin aplicar cambios en el entorno de estudio. En segundo lugar, el Estudio observacional alcanza un 10%, reflejando un interés por la recopilación de datos a partir de la observación de procesos laborales. Las demás metodologías, como revisiones sistemáticas, estudios de caso y análisis estadísticos, representan cada una un 3.33%, lo que demuestra una menor variedad en la selección de enfoques metodológicos.

El gráfico también evidencia que las investigaciones en este campo han estado dominadas por metodologías descriptivas y observacionales, mientras que los métodos más aplicados, como la experimentación y simulación de procesos, han tenido poca presencia. Esto indica una tendencia a centrar los estudios en el diagnóstico de riesgos ergonómicos y en la evaluación de condiciones laborales, en lugar de desarrollar estrategias prácticas para la mejora de los procesos productivos y seguridad en el trabajo. Para enriquecer la investigación en este ámbito, es recomendable incorporar herramientas como software de simulación ergonómica, estudios de intervención en campo y análisis de productividad vinculado a ergonomía, con el fin de generar soluciones concretas y aplicables en el sector de la recolección de residuos y otros entornos industriales.

### 1.2.7. Paradigma investigación de técnicas y caso individual

En los estudios analizados en la presente investigación, se evidencia la aplicación de diversas técnicas para la recolección de datos fundamentales en la evaluación de riesgos ergonómicos e implementación del método Ergo-Lean. A continuación, se presenta un diagrama de barras que muestra la frecuencia de uso de cada técnica, incluyendo el análisis documental, observación, encuestas y evaluación ergonómica. Esta representación gráfica permite visualizar la relevancia de cada método en la identificación de factores de riesgo y en la optimización de procesos dentro del sector de recolección de residuos. Además, facilita la comparación del grado de preferencia de estas técnicas en investigaciones previas sobre ergonomía laboral y eficiencia en el desempeño operativo.

**Figura 4:** Técnicas utilizadas en la investigación



Nota. Elaboración propia

La figura 4 muestra la distribución de las técnicas utilizadas en la investigación, destacando que la Encuesta es la técnica más empleada con un 40% del total. Esto indica una fuerte preferencia por la recolección de datos a través de cuestionarios estructurados, lo que sugiere un enfoque en la recopilación de información directamente desde los participantes. La observación, con un 30%, ocupa el segundo lugar, evidenciando que una parte significativa de los estudios se basa en la evaluación directa de fenómenos sin intervención, lo cual es común en investigaciones ergonómicas y de seguridad laboral.

El Análisis de datos alcanza un 16.67%, lo que señala que un número reducido de investigaciones utiliza métodos de interpretación cuantitativa o cualitativa para analizar tendencias y vínculos en los datos recolectados. Finalmente, la categoría Otras, con un 13.33%, engloba métodos menos comunes o mezclas de técnicas que no se encuentran en las categorías principales. Por lo general, estos hallazgos muestran que la mayoría de las investigaciones revisadas priorizan técnicas de recopilación de datos sobre metodologías de

análisis profundo, lo que podría influir en la capacidad de generar conclusiones más fundamentadas y aplicables en el contexto de la ergonomía y Lean Manufacturing.

### **1.2.8. Metodología Ergo Lean.**

Las herramientas de Lean Manufacturing fueron creadas originalmente para optimizar los sistemas de producción y manufactura, maximizando la productividad y calidad en las industrias. El enfoque Ergo Lean aplica las herramientas Lean Manufacturing al campo de la seguridad y salud ocupacional, enfocándose en reducir los movimientos o actividades que no añaden valor y también en la reducción de trastornos musco-esqueléticos asociados. Integrando las herramientas Lean en la gestión de riesgos para disminuir los accidentes laborales y enfermedades relacionadas con el trabajo.(Tortorella et al., 2020)

Según (Carvalho et al., 2019), un gran número de factores influyen en el rendimiento ergonómico, afectando la salud, seguridad y comodidad del trabajador. Entre estos factores se encuentran la postura, que abarca estar sentado, de pie, el cambio de postura y posiciones de manos y brazos. El movimiento relacionado con acciones como levantar, transportar, tirar y empujar, que implica la recepción de información visual, auditiva y de otros sentidos, así como el uso de controles de funcionamiento, diálogos e interacción móvil. Los factores ambientales que incluyen ruido, vibración, iluminación, clima, exposición a sustancias químicas, la organización del trabajo, el diseño de puestos y tareas(Vinoth et al., 2021).

Además, los factores mecánicos de riesgo ergonómico pueden provocar trastornos musculoesqueléticos, como señala (Yungán et al., 2021). Entre estos factores se encuentran las posturas inadecuadas realizadas en las tareas diarias, el incorrecto levantamiento y desplazamiento de cargas, los sobreesfuerzos musculares debido a un mal manejo de cargas, y el sobreesfuerzo de la columna y discos intervertebrales causado por movimientos repetitivos sin pausas. Las rotaciones y flexiones frecuentes de la columna pueden generar contracturas musculares y aumentar el riesgo de padecer una hernia discal o protrusión si no se respetan las normas de higiene postural o si la musculatura es débil.

### **1.2.9. Levantamiento Manual de Cargas**

Según la Guía Técnica del GISHT, una carga a partir de 3kg de peso que es manipulada en condiciones ergonómicas desfavorables representa un riesgo dorsolumbar. Una carga que pese más de 25kg, puede representar un potencial riesgo, aunque no existan

condiciones ergonómicas desfavorables. Para proteger al 85% de la población trabajadora se recomienda manipular cargas menores a 25Kg y para proteger al 95% de dicha población se recomienda no exceder los 15Kg de peso en las cargas.(Yungán et al., 2021)

**Figura 5:** Peso teórico recomendado en función de la zona de manipulación



**Nota:** Adaptado (Ergonautas, 2023)

### Herramientas Lean relacionadas a la Ergonomía

Según (Acosta, 2022) y la matriz de artículos científicos realizada en el estado del arte, las herramientas de Lean Manufacturing que más relación tienen con resultados positivos en la ergonomía en empresas de manufactura son las mostradas a continuación en el orden que se presentan. 5S, Standard Work, Visual Management, VSM (Value Stream Mapping), SMED, Poka Yoke, Kanban, Diagrama Causa-Efecto, Diagrama de Pareto.

### Delineación del protocolo

Como consecuencia de la revisión exhaustiva efectuada en el estudio, se expone un protocolo que especifica la incorporación de las diversas metodologías empleadas para la valoración del método Ergo-Lean y la disminución de riesgos ergonómicos en la recolección de residuos. A partir del método de estudio, se utiliza un análisis cuantitativo, que facilita la definición de las tendencias de las variables a través de la recopilación de datos numéricos y el análisis estadístico, ofreciendo una visión más exacta y objetiva.

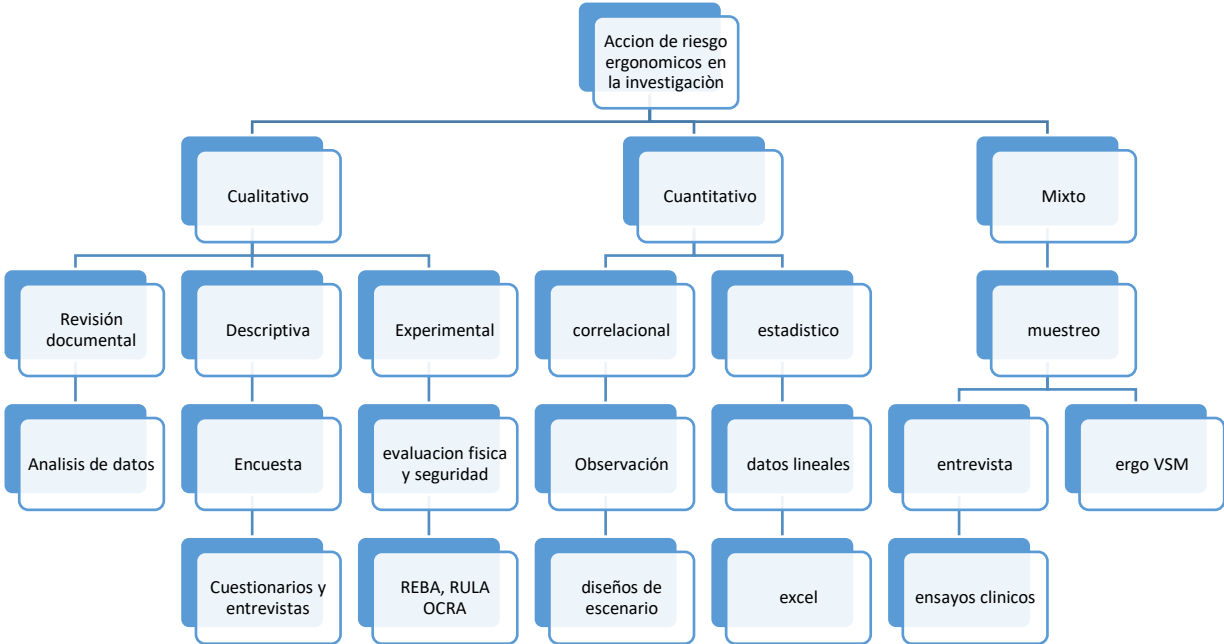
Basándose en un estudio y análisis detallados, se estableció que los métodos más empleados son el Estudio Descriptivo. Este es el método más utilizado en los estudios sobre

la implementación del método Ergo-Lean para disminuir los riesgos ergonómicos en la recolección de residuos, representando el 26.67% del total. El Estudio observacional alcanzó un 10%, reflejando un interés por la recopilación de datos a partir de la observación de procesos laborales. Los otros métodos, como las revisiones sistemáticas, los estudios de caso y los análisis estadísticos, constituyen cada uno un 3.33%, lo que evidencia una menor diversidad en la elección de estrategias metodológicas.

En cuanto a las técnicas de recolección de datos, la encuesta es la más utilizada, constituyendo el 40%, lo que señala que los estudios otorgan prioridad al estudio directo de las condiciones de trabajo y ergonómicas. El 30% se sitúa después de la observacional, lo que evidencia la relevancia de recolectar datos mediante cuestionarios y formularios estructurados. El análisis de datos representa un 16.67%, lo que indica que un número menor de estudios emplea técnicas de interpretación cuantitativa o cualitativa para examinar tendencias y relaciones dentro de los datos recopilados. Finalmente, la categoría Otras, con un 13.33%, agrupa metodologías menos frecuentes o combinaciones de técnicas no clasificadas en las principales categorías. Estas metodológicas permiten diseñar soluciones más precisas para mejorar la operación y reducir los riesgos ergonómicos en el contexto de la recolección de residuos sólidos

**Protocolo general**

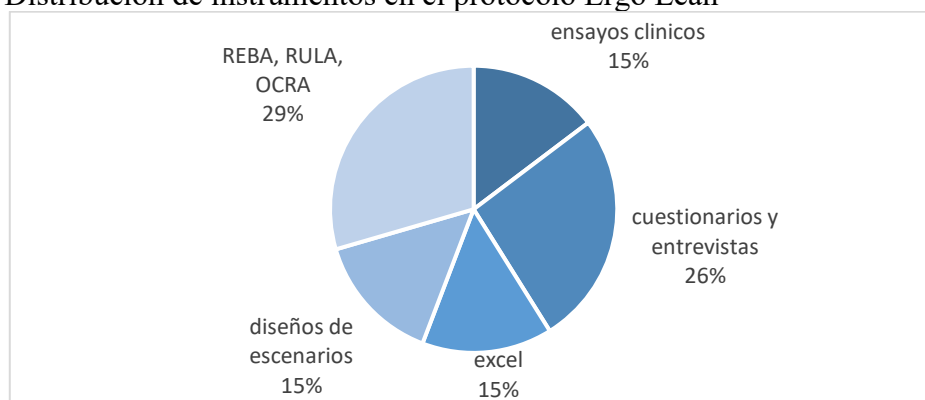
**Figura 6:** Protocolo general Ergo Lean



Nota. Elaboración propia

A continuación, se presenta una gráfica de pastel que ilustra los instrumentos utilizados en la recopilación de datos dentro del protocolo Ergo-Lean, los cuales están estrechamente vinculados con las técnicas aplicadas en la evaluación ergonómica de la recolección de residuos. Entre estos instrumentos se incluyen REBA, RULA y OCRA, empleados para analizar posturas y movimientos; Cuestionarios y Entrevistas, que permiten recopilar información directa de los trabajadores; Diseño de Escenarios, utilizado para simular y optimizar procesos operativos; Excel, como herramienta de análisis de datos para la gestión de resultados, y Ensayos Clínicos, que evalúan el impacto de las mejoras ergonómicas en la salud de los trabajadores.

**Figura 7:** Distribución de instrumentos en el protocolo Ergo Lean



Nota. Elaboración propia

La gráfica 7 de pastel ajustada muestra que el instrumento más utilizado en el protocolo es REBA, RULA, OCRA con un 29.5%, lo que indica una fuerte orientación hacia la evaluación ergonómica de posturas y esfuerzos físicos. Cuestionarios y Entrevistas representan el 26.4%, destacando la importancia de recopilar información cualitativa sobre las condiciones de trabajo y la percepción de los trabajadores. Los demás instrumentos, Diseño de Escenarios, Excel y Ensayos Clínicos comparten un 14.7% cada uno, reflejando su papel complementario en la simulación de mejoras ergonómicas, análisis de datos y evaluación del impacto en la salud. Esta distribución evidencia un enfoque integral que combina herramientas analíticas y prácticas para optimizar las condiciones ergonómicas.

### 1.3. Discusión

La investigación sobre la aplicación del método Ergo-Lean ha generado un análisis exhaustivo fundamentado en diferentes fuentes de información y herramientas de evaluación ergonómica, resultando en 13,352 artículos. A través del uso de técnicas especializadas y metodologías de recolección de datos, se logró identificar los principales factores de riesgo

ergonómico en las actividades de los trabajadores. A través del uso de criterios de selección y exclusión en el análisis de los datos, se disminuyó considerablemente la cantidad de información recolectada, concentrándonos en los más pertinentes para la investigación. Este enfoque permitió una comprensión profunda de la problemática actual, facilitando el diseño de estrategias para minimizar los riesgos ergonómicos y mejorar la operatividad.

Mediante el enfoque bibliométrico realizado con las herramientas R y RStudio logrando construir una sólida base de datos descargable en Excel, permitió identificar tendencias en publicaciones científicas y menciones de autores enfocados en la evaluación ergonómica y la aplicación del método Ergo-Lean en entornos laborales. La investigación evidenció un crecimiento significativo en estudios relacionados con la prevención de riesgos ergonómicos y la optimización del desempeño ocupacional, especialmente a partir del año 2018. Asimismo, se identificó que los países con mayor producción científica en esta área incluyen a Estados Unidos, Portugal, India, Suecia, los cuales lideran la divulgación de investigaciones sobre mejoras en ergonomía laboral, reducción de trastornos musculoesqueléticos e implementación de metodologías de optimización operativa en sectores industriales y de servicios.

El análisis de las palabras clave pertinentes mostró una progresión en los campos de estudio centrados en ergonomía laboral, mejora de condiciones de trabajo, optimización de procesos y salud ocupacional. Conceptos como prevención de riesgos ergonómicos, el bienestar en el trabajo y la productividad sostenible han alcanzado relevancia, evidenciando un interés creciente en técnicas que faciliten disminuir el efecto de las actividades laborales en la salud de los empleados. Además, términos como tecnología ergonómica e innovación en seguridad laboral han emergido recientemente, lo que indica que los estudios en esta área están en constante transformación, ajustándose a los progresos tecnológicos y la demanda de fomentar ambientes de trabajo seguros. Esto sugiere que la aplicación del método Ergo-Lean no solo busca mejorar la operatividad en la recolección de residuos, sino que también apunta a una gestión ergonómica sostenible e integrada con nuevas tecnologías.

La evaluación de metodologías en la literatura revisada, representada en la gráfica de análisis, mostró una variedad de enfoques empleados en la ergonomía del trabajo y la mejora de procesos en la recolección de residuos. Dentro de los métodos utilizados, destacan los modelos de evaluación postural y las estrategias de mejora ergonómica, debido a la identificación y reducción de riesgos musculoesqueléticos en trabajadores. Hay diversos

métodos para examinar y manejar las condiciones de trabajo, y cada uno ofrece beneficios específicos, dependiendo del contexto y las necesidades particulares del ambiente laboral.

El 70% de los estudios analizados recurrió a la observación directa y a la aplicación de encuestas para obtener datos precisos y contextualizados sobre las condiciones ergonómicas y la percepción de los trabajadores. La preferencia por estas técnicas subraya la importancia de un enfoque integral en la recopilación de datos, permitiendo una comprensión detallada de los factores de riesgo y oportunidades de mejora en la aplicación del método Ergo-Lean en EMASA EP. Esto refuerza la necesidad de adoptar estrategias basadas en evidencia que contribuyan a la reducción de riesgos ergonómicos y optimización de la operatividad en la recolección de residuos.

#### **1.4. Recapitulación del Capítulo I**

La investigación se centra en la aplicación del enfoque Lean Manufacturing en la ergonomía, particularmente en cómo esta integración puede optimizar los procesos laborales y reducir los (TME), que son comunes en entornos de trabajo que implican movimientos repetitivos o posturas inadecuadas. En este contexto, se destacan los métodos REBA (Rapid Entire Body Assessment) y RULA (Rapid Upper Limb Assessment), que son herramientas ampliamente utilizadas para evaluar los riesgos ergonómicos. Estos métodos permiten identificar posturas y movimientos perjudiciales que causar daños lesiones musculoesqueléticas, facilitando la implementación de estrategias para mitigar estos riesgos. Mediante la combinación de las herramientas Lean y enfoques ergonómicos, se persigue incrementar tanto la productividad en las operaciones como la seguridad y el bienestar de los empleados. La implementación del principio Ergo-Lean en el proceso de recolección de desechos.

Para reforzar el estado del arte y ofrecer una base sólida para la investigación, se llevó a cabo una revisión de alcance de la literatura. Este tipo de revisión permitió mapear de manera sistemática la evidencia existente sobre la aplicación del método Ergo-Lean en la mitigación de riesgos ergonómicos en entornos laborales, identificando teorías fundamentales, conceptos emergentes y áreas de conocimiento aún no exploradas que orientarán futuras investigaciones. El proceso de revisión siguió las etapas definidas, abarcando desde la formulación de la pregunta de investigación, la búsqueda y selección de la literatura, hasta la extracción de datos y la interpretación de los resultados. Herramientas como Bibliometrix en RStudio se utilizaron

para realizar el análisis bibliométrico de los datos recolectados, lo que permitió identificar tendencias clave y las principales estructuras conceptuales dentro del campo de estudio.

Las referencias usadas en este estudio comprenden bases de datos académicas pertinentes como ScienceDirect, Scopus, Scielo, Lens y Dimensions. Mediante el uso de operadores booleanos y palabras clave en español e inglés, se asegura una búsqueda completa y de gran importancia. Se fijarán normas rigurosas para la elección de artículos, de manera que solo se contemplen aquellos que sean relevantes y estén en concordancia con el propósito principal de la investigación, que es analizar el efecto del método Ergo-Lean en la disminución de riesgos ergonómicos en la recogida de desechos. Estos criterios de inclusión y exclusión se centran en la relevancia de los artículos según el año de publicación (2019-2024), el idioma (español e inglés) y la conexión explícita de los estudios con la metodología Ergo-Lean.

La revisión y evaluación de los estudios bibliográficos contó con una descripción minuciosa de las metodologías más empleadas en investigaciones anteriores relacionadas con el método Ergo-Lean. Se basó en los artículos escogidos para crear una tabla que detalla a los autores, el año de publicación, metas, método utilizado, técnicas empleadas y resultados alcanzados. Se emplearon diagramas para representar y contrastar las técnicas empleadas en la investigación, resaltando las enfocadas en investigaciones descriptivas, experimentales, observacionales y mejoras continuas. Esta información fue clave para entender cómo se ha abordado el tema en la literatura y cuáles han sido las metodologías para la implementación de Ergo-Lean en la reducción de riesgos ergonómicos en la recolección de residuos.

En cuanto a las técnicas de recolección de datos, el análisis mostró cuál ha sido la preferencia en los estudios sobre el método Ergo-Lean. Entre las técnicas comunes se encuentran la observación, encuestas, entrevistas y análisis documental. La observación se presentó como la técnica utilizada, lo que indica que la mayoría de los estudios se centraron en el análisis directo de las condiciones laborales en los entornos de trabajo. Las encuestas y entrevistas complementaron la recolección de datos mediante la participación de los trabajadores. Estos enfoques permitieron obtener una visión holística de los riesgos ergonómicos y cómo la implementación de cambios basados en Lean Manufacturing pudo mejorar las condiciones laborales.

# CAPÍTULO II

## MARCO METODOLÓGICO

### 2.1. Enfoque de investigación

De acuerdo con (Ñaupas et al., 2014) en el proceso de investigación se utilizaron varias técnicas e instrumentos esenciales para realizar un análisis detallado de las mejoras entre la situación actual y la propuesta planteada. Estos instrumentos simplificaron el análisis de elementos fundamentales como la identificación de la población, la selección de la muestra y el procedimiento de diagnóstico. En este escenario, se tomó en cuenta la población como el conjunto completo de unidades impactadas por el problema en estudio, utilizando esta como punto de referencia para el estudio.

El enfoque metodológico de esta investigación se basó en el desarrollo del estado del arte (Capítulo I), mediante una revisión bibliométrica que facilitó la recolección y análisis de artículos científicos relacionados con las variables en investigación. Se optó por un método cuantitativo, junto con un enfoque estructurado para la toma de decisiones, enfocado en el análisis de datos. El enfoque principal en estudios anteriores corresponde al análisis descriptivo, centrado en la implementación del método Ergo-Lean para disminuir los riesgos ergonómicos en tareas de recogida de desechos. REBA (Rapid Entire Body Assessment) y RULA (Rapid Upper Limb Assessment) son instrumentos muy empleados, que facilitan la evaluación de posturas y esfuerzos físicos desde un enfoque ergonómico.

### 2.2. Diseño de investigación

El diseño metodológico adoptado en esta investigación es de tipo no experimental, dado que no se manipularán deliberadamente las variables del estudio, sino que se observarán en su contexto natural. Se basa en un enfoque cuantitativo, lo cual permite recolectar datos objetivos y medibles provenientes de fuentes primarias relacionadas con la empresa en estudio. Este diseño se enmarca en los alcances descriptivo y correlacional, ya que busca tanto caracterizar las condiciones actuales como identificar posibles relaciones entre las variables vinculadas al riesgo ergonómico (Hernández et al., 2014).

### 2.3. Investigación Descriptiva

Este estudio es descriptivo, busca analizar las condiciones de trabajo y los peligros ergonómicos a los que se enfrenta el personal de recolección de desechos de EMASA EP. Este enfoque permite observar y detallar el fenómeno sin manipular variables, facilitando un análisis

objetivo de la realidad. El conocimiento obtenido a través de encuestas, observación directa y listas de control se utilizará como fundamento para la elaboración del método Ergo-Lean. Esta clase de análisis es beneficiosa para entender circunstancias específicas y sugerir mejoras. De acuerdo con (Mamani, 2021), el estudio descriptivo tiene como objetivo describir características, atributos y perfiles de individuos o colectivos. Por ende, se percibe como apropiada para el ámbito del presente análisis.

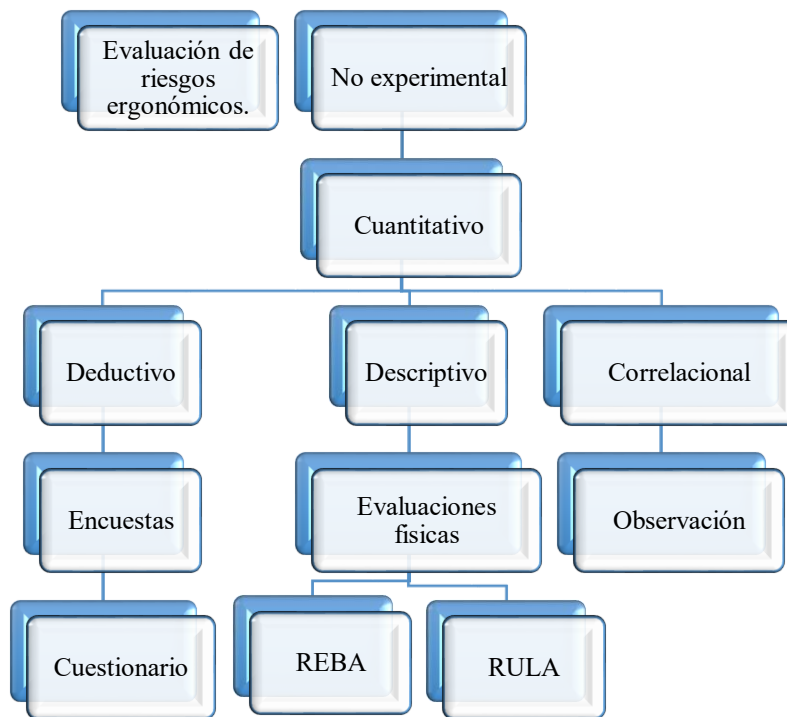
#### **2.4. Investigación Correlacional**

El estudio también adopta un enfoque correlacional, ya que se orienta al análisis cuantitativo de la relación entre la variable independiente diseño del método Ergo-Lean y la variable dependiente (riesgos ergonómicos, en el contexto operativo de EMASA EP. El objetivo es identificar el grado de asociación entre estrategias de mejora ergonómica propuestas y las condiciones laborales desfavorables observadas. En este sentido, se propone el estudio de los datos recolectados a través de métodos de evaluación ergonómica y encuestas estructuradas, que faciliten el análisis de la posible correlación entre las variables. Este método no pretende determinar la causa, sino investigar tendencias y conexiones que respalden la relevancia del método sugerido. Según (Hernández et al., 2014), la investigación correlacional permite medir el grado de relación entre dos o más variables sin manipularlas directamente.

#### **2.5. Protocolo de investigación**

La metodología empleada, ilustrada en la Figura 8, se organiza desde una perspectiva cuantitativa y un diseño no experimental, con una dirección deductiva, descriptiva y correlacional. Para obtener datos, se emplean métodos como cuestionarios estructurados, inspecciones físicas y de seguridad, y la observación directa en el ambiente de trabajo. Además, se emplean instrumentos específicos para el análisis ergonómico, entre ellos: un cuestionario validado, el cuestionario nórdico de trastornos musculoesqueléticos, y métodos reconocidos como REBA, RULA. Estos recursos permiten cuantificar y analizar la influencia de los factores ergonómicos sobre el desempeño laboral y el estado de salud de los trabajadores.

**Figura 8:** Protocolo de Investigación

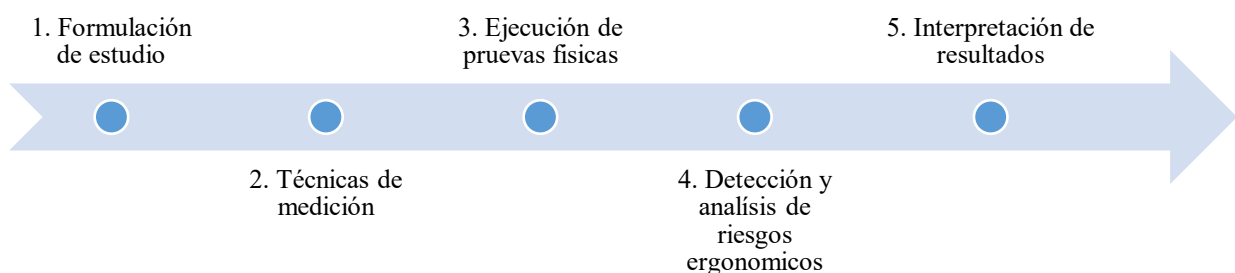


Nota. Elaboración propia

## 2.6. Procedimiento metodológico

El procedimiento metodológico seguido en esta investigación se representa en la Figura 9, la cual constituye una guía estructural clave para desarrollar el estudio de forma organizada, sistemática y detallada (Gómez et al., 2015). Dado que el objetivo central se orienta a la identificación y reducción de riesgos ergonómicos en las actividades de recolección de residuos, se adoptó un modelo metodológico basado en la propuesta por (Onofrejo et al., 2024).. Dicho modelo describe un proceso integral para la evaluación de riesgos ergonómicos, estructurado en fases sucesivas que permiten detectar, analizar y mitigar los factores de riesgo presentes en el entorno laboral.

**Figura 9:** Etapas del procedimiento metodológico de la investigación



Nota. Elaboración propia

### **2.6.1. Etapa 1 (Formulación de estudio)**

En esta fase se define la estrategia metodológica que guiará el desarrollo de la investigación, tomando como base el análisis previo de literatura científica relevante. Se selecciona el enfoque de investigación y las técnicas adecuadas para la recolección de datos. Asimismo, se determina la población y muestra objeto de estudio, estableciendo criterios de inclusión y exclusión. También se seleccionan los instrumentos de medición, asegurando que cuenten con la validez y precisión necesarias para garantizar la calidad de los resultados.

### **2.6.2. Etapa 2 (Técnicas de medición)**

En esta etapa se definen los procedimientos de medición específicos para el análisis ergonómico. Se elabora una encuesta estructurada que se verifica mediante el método Delphi, con el objetivo de asegurar su relevancia en el entorno de trabajo. Este dispositivo está concebido para recolectar datos significativos acerca de las condiciones ergonómicas que los empleados perciben. Para garantizar la fiabilidad de los datos, se escogen instrumentos especializados que posibiliten la medición correcta de las variables propuestas en el análisis.

### **2.6.3. Etapa 3 (Ejecución de pruebas físicas)**

En esta etapa se aplican evaluaciones físicas a través de instrumentos estandarizados como cuestionarios estructurados, así como los métodos REBA y RULA, con el objetivo de analizar las posturas y exigencias físicas asociadas a las funciones de los trabajadores. Las mediciones realizadas permiten identificar la carga biomecánica y los posibles riesgos asociados. Los datos recolectados se procesan mediante el software estadístico SPSS versión 25, lo que facilita la identificación de patrones y la clasificación de riesgos ergonómicos.

### **2.6.4. Etapa 4 (Detención y análisis de riesgos ergonómicos)**

Esta fase está orientada al análisis de los riesgos ergonómicos presentes en las actividades de recolección de residuos, con énfasis en la manipulación de cargas y posturas mantenidas. Se emplea los métodos REBA y RULA para detectar tareas con movimientos repetitivos, esto permite clasificar los peligros según su severidad y probabilidad de ocurrencia. Los resultados obtenidos permiten establecer prioridades de intervención, así como proponer acciones correctivas orientadas a reducir la exposición a condiciones laborales de riesgo.

### **2.2.1. Etapa 5 (Interpretación de resultados)**

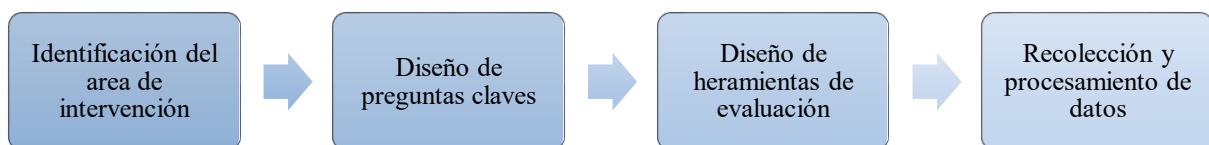
En esta etapa, los resultados logrados durante el análisis ergonómico realizado a los empleados de EMASA EP se consolidan. Se resaltan los peligros críticos detectados en la

manipulación y recolección de residuos, A partir de estos datos, se desarrolla un plan de acción centrado en estrategias de prevención y optimización. Igualmente, se definen señales de control y seguimiento que permitirán evaluar la evolución de las condiciones ergonómicas y su impacto en el rendimiento laboral del personal.

#### **2.6.6. Plan de evaluación**

Se describe en la figura 10 el esquema de evaluación creado particularmente para la intervención ergonómica en las tareas de recolección de desechos. Este plan constituye una guía estructurada que especifica los métodos a emplear durante el estudio de peligros ergonómicos, simplificando su implementación en el ambiente de trabajo. A continuación, se detalla cada etapa que constituye este proceso, con el objetivo de ofrecer un entendimiento completo de la evaluación y guiar la toma de decisiones para optimizar las condiciones laborales y disminuir los factores de riesgo detectados.

**Figura 10:** Plan de evaluación de análisis ergonómico



Nota. Elaboración propia

Se desarrolla una caracterización general de EMASA EP, considerando la ubicación y actividades que realizan el personal encargado de la recolección de residuo de manera manual. Esta descripción es crucial para crear un contexto de referencia que permita una correcta interpretación de los riesgos ergonómicos existentes en el área operativa. Con base en este análisis, se identifican las zonas con mayor nivel de exposición a factores de riesgo, como movimientos repetitivos, posturas forzadas y manipulación de cargas, lo que permite sustentar técnicamente las acciones orientadas al diseño e implementación de una intervención ergonómica específico.

#### **2.6.7. Diseño de preguntas claves**

En este punto, se formularon las cuestiones relacionadas con la encuesta, con el objetivo de valorar los elementos ergonómicos que impactan al personal operativo de EMASA EP. durante las tareas de recolección de desechos de forma manual. El cuestionario fue estructurado con preguntas pertinentes para el contexto organizacional, centrándose en los peligros ergonómicos que podrían poner en riesgo la salud y el rendimiento.

El instrumento se dividió en dos bloques temáticos, orientados a cubrir los dos ejes principales:

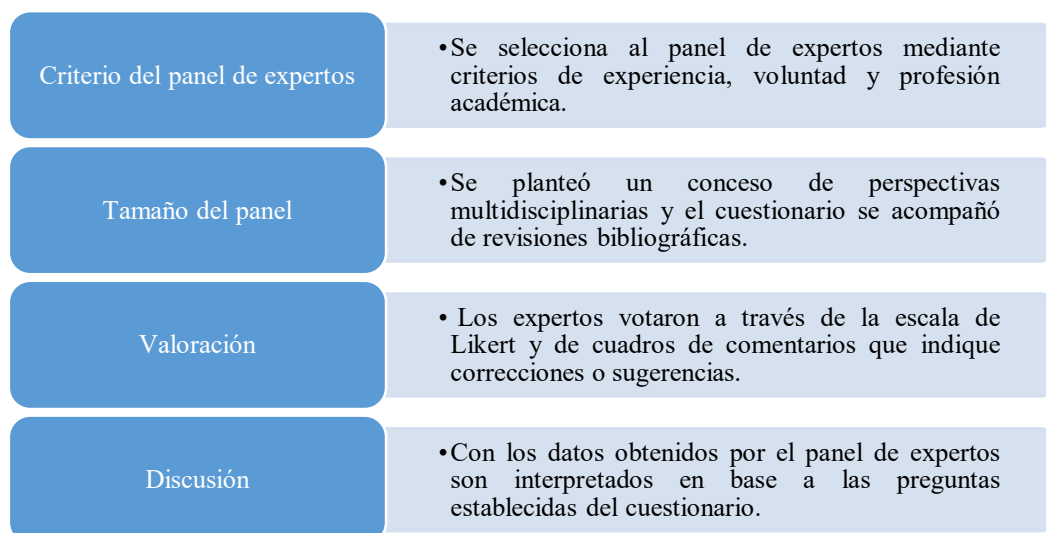
- a. Cuestionario direccionado al Método Ergo-Lean.
- b. Cuestionario direccionado a la Reducción de riesgos ergonómicos en la recolección de residuos.

### 2.6.8. Diseño de herramientas de evaluación

Durante esta etapa se diseñó el cuestionario considerando la necesidad de validar sus ítems mediante la implementación del método Delphi. Para ello, se socializó con especialistas y seguridad ocupacional, seleccionados con base en su trayectoria profesional y dominio técnico del tema. Los expertos participaron activamente en el análisis y evaluación de cada pregunta del instrumento, garantizando su claridad, pertinencia y correspondencia con los factores de riesgo ergonómico presentes en las labores de recolección de residuos realizadas por el personal de EMASA EP.

En cuanto con la validación rigurosa de la metodológica al garantizar que el instrumento de recopilación de datos fuera fiable y consistente con las condiciones reales del ambiente de trabajo. La Figura 11, diseñada al hacer referencia al trabajo realizado por (Shi et al., 2024), presenta un esquema del proceso Delphi, en la que se especifica la estructura del panel de especialistas, teniendo en cuenta tanto su cantidad como su nivel de experticia. Además, se ilustra el desarrollo del debate, el análisis y la retroalimentación de las respuestas, lo que representa un elemento crucial para lograr un consenso técnico sólido.

**Figura 11** Metodología Delphi. (Shi et al., 2024)



Nota: Elaboración propia

### **2.6.9. Recolección y procesamiento de datos**

Para la recolección de datos se aplicó un cuestionario a una muestra representativa del personal operativo de EMASA EP, enfocado en los trabajadores responsables de las labores de recolección de residuos. La recopilación de datos se realizó a través de la plataforma Google Forms, lo que facilitó el registro y organización de la información proporcionada por los participantes. El objetivo principal fue evaluar los riesgos ergonómicos asociados a las tareas ejecutadas, considerando tanto la percepción del trabajador como los factores físicos derivados de sus actividades.

Los datos recolectados fueron procesados mediante el software estadístico SPSS versión 25, lo que permitió desarrollar un análisis descriptivo orientado a la identificación de patrones, frecuencias y tendencias relacionadas con los factores de riesgo ergonómico. Los resultados obtenidos constituyen una base relevante para la formulación de estrategias de intervención, orientadas a la mejora de las condiciones laborales. Dichas estrategias se alinean con los principios del método Ergo-Lean Manufacturing, promoviendo la reducción de exposiciones a condiciones ergonómicas inadecuadas.

### **2.6.10. Población y muestra**

De acuerdo con lo expuesto por (Del Cid et al., 2011), el censo es una técnica metodológica que permite estudiar la totalidad de elementos que integran una población, lo que proporciona una visión completa y directa de las unidades analizadas. Esta estrategia también puede aplicarse en investigaciones con poblaciones específicas o acotadas, siempre que el tamaño y las condiciones lo permitan, asegurando una cobertura total del grupo de interés.

Dado que la población objetivo es amplia, se llevaron a cabo entrevistas estructuradas con el gerente general y el responsable del área de Talento Humano de EMASA EP, con el propósito de obtener información estratégica, organizativa y administrativa clave que permitiera comprender el entorno institucional y las condiciones operativas en las que se desempeña el personal.

A continuación, se presenta el detalle correspondiente a esta población, incluyendo su distribución según funciones y sector en la cual trabaja.

**Tabla 2:** Personal de EMASA EP

Nº	Cargo	Zona	Cantidad
1	Gerente		1
2	Administrativo		8
3	Supervisores		12
4	Personal de recolección	Urbana	90
		Rural	75
5	Carretilleros		23
6	Choferes		5
<b>TOTAL</b>			214

Nota. Elaboración propia

En el desarrollo de esta investigación, cuyo objetivo es diseñar un método Ergo-Lean orientado a la reducción de riesgos ergonómicos en el proceso de recolección de residuos sólidos en EMASA EP, se considerará específicamente al personal operativo que ejecuta de manera directa actividades de recolección de desechos. Esta delimitación de la población responde a que dicho grupo constituye el núcleo de interés del estudio, al estar expuesto de forma constante a factores de riesgo ergonómico, tales como posturas forzadas, manipulación de cargas y movimientos repetitivos.

En este sentido, el cuestionario ergonómico es aplicado a los trabajadores del área operativa, con el objetivo de recoger información precisa y contextualizada sobre las condiciones laborales asociadas a sus funciones. La selección de este grupo permitió focalizar el análisis en aquellos colaboradores cuya interacción diaria con factores de riesgo es evidente, lo cual resulta esencial para sustentar el diseño e implementación de estrategias orientadas a mejorar la seguridad y bienestar en el entorno laboral.

La población considerada está conformada por 165 operadores de recolección de residuos sólidos de la empresa EMASA EP, distribuidos entre la zona urbana (90 trabajadores) y las zonas rurales norte y sur (75 trabajadores), según se detalla en la Tabla 3. Para esta investigación, se definió como población objetivo al personal operativo que ejecuta directamente actividades de recolección, en función del objetivo central del estudio: evaluar los riesgos ergonómicos asociados a dicha labor.

Con el fin de asegurar la representatividad estadística en el proceso de recolección de datos, la aplicación del cuestionario se realizó exclusivamente al personal operativo que labora en la cabecera cantonal (zona urbana), conformado por 90 trabajadores. Debido a la accesibilidad

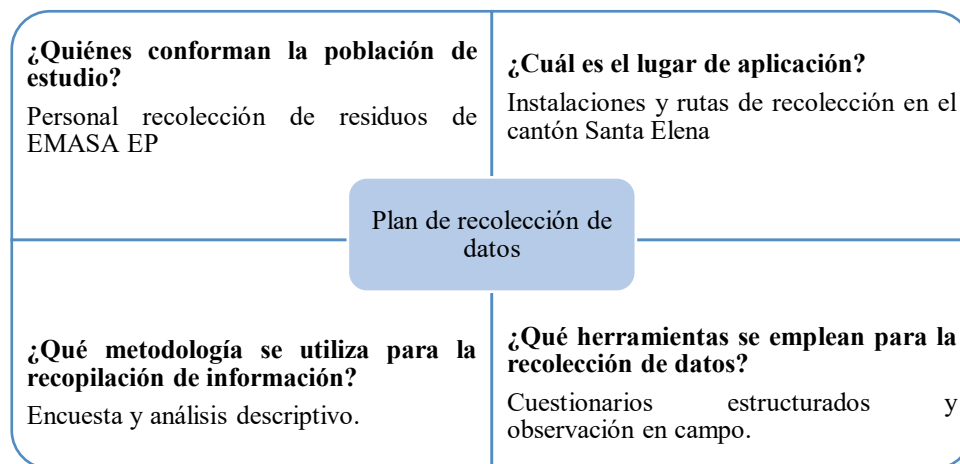
que otorgó la empresa durante el periodo de recolección de datos. La selección de esta muestra permitió focalizar el análisis en los riesgos ergonómicos, como posturas forzadas, manipulación de cargas y movimientos repetitivos, los cuales son características representativas de las condiciones laborales presentes en el entorno urbano.

## 2.7. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de los datos

### 2.7.1. Métodos de recolección de los datos

Una vez definido el diseño metodológico, se procede a la elaboración de un plan estructurado para la recolección de datos, el cual debe contemplar cada una de las fases del proceso. De acuerdo con (Roberto Hernández Sampieri et al., 2014), la planificación rigurosa en esta etapa es fundamental, ya que establece una secuencia lógica que parte del diseño de investigación y se extiende hacia la implementación del proceso de recolección. Esta planificación metódica permite garantizar la validez y fiabilidad de los datos recolectados, asegurando que la información obtenida sea pertinente, coherente con los objetivos del estudio y aplicable al contexto real.

**Figura 12:** Plan de recolección de datos



Nota: Elaboración propia

La Figura 12 presenta los instrumentos aplicados en la evaluación ergonómica del personal operativo de EMASA EP, enfocados en los trabajadores que realizan labores de recolección de residuos. Como parte del proceso metodológico, se diseñó una encuesta con el propósito de garantizar una recolección sistemática y precisa de la información. Este instrumento fue sometido a un proceso de validación externa por parte de expertos, quienes evaluaron su claridad, pertinencia y capacidad para captar información relevante sobre los riesgos presentes en el entorno de trabajo.

Adicionalmente, a partir del análisis del estado del arte, se identificó la necesidad de complementar este cuestionario con un instrumento estandarizado, con el fin de ampliar el enfoque metodológico y profundizar en los efectos que las condiciones ergonómicas generan sobre el desempeño del personal operativo. La combinación de ambas herramientas permitirá el análisis detallado, facilitando la identificación de factores de riesgo críticos y aportando elementos clave para el diseño de estrategias orientadas a mejorar la seguridad y el bienestar de los trabajadores.

### **2.7.2. Técnicas de recolección de los datos**

A través de la encuesta y la observación directa, se recabará información detallada sobre las condiciones laborales del personal operativo, permitiendo identificar los factores de riesgo ergonómico a los que se encuentra expuesto. Para asegurar la validez del cuestionario, cuyo propósito es verificar de forma sistemática actividades o procedimientos sin omitir elementos clave, se someterá a evaluación por parte de un comité de expertos utilizando el método Delphi (Arias & Covinos, 2021). Asimismo, el análisis de confiabilidad del instrumento se llevará a cabo mediante el cálculo del coeficiente Alfa de Cronbach, utilizando el software estadístico SPSS versión 29.

### **2.7.3. Instrumentos de recolección de los datos**

De acuerdo con Baena, (2017), para llevar a cabo las técnicas de recolección de datos es indispensable contar con instrumentos adecuados que permitan obtener información confiable. En esta investigación se emplearon dos encuestas diseñadas específicamente para evaluar los riesgos ergonómicos asociados a las labores del personal operativo encargado de la recolección de residuos sólidos en EMASA EP.

Entre los instrumentos aplicados se encuentra un cuestionario estructurado, conformado por una serie de preguntas cerradas relacionadas con las dos variables de estudio. Este tipo de preguntas facilitó la codificación y el procesamiento estadístico de los datos, permitiendo un análisis ágil y uniforme. El cuestionario fue elaborado con base en los factores identificados en el estado del arte y se aplicó a los trabajadores de la zona urbana de la empresa.

Adicionalmente, diseñado para evaluar tareas repetitivas. Este instrumento fue validado mediante el método Delphi, el cual permitió obtener consenso por parte de un panel de expertos en ergonomía y seguridad laboral sobre la pertinencia y claridad de los ítems (Pfendtner et al., 2024). Esta validación aseguró que el instrumento captara adecuadamente los factores de riesgo relevantes en el entorno laboral evaluado.

También se emplearon los métodos RULA y REBA, ampliamente utilizados en estudios ergonómicos. El método RULA permitió evaluar la exposición de los trabajadores a posturas inadecuadas mantenidas durante la jornada laboral, especialmente en las extremidades superiores (Capodaglio, 2022). Por su parte, el método REBA fue utilizado para analizar la carga postural tanto estática como dinámica, en diversas tareas operativas (Tao et al., 2024).

Finalmente, se utilizaron registros de observación directa no participativa. Este enfoque permitió recopilar información de primera mano, sin interferencia en la rutina de los trabajadores, mediante la observación y documentación sistemática de posturas, movimientos y condiciones del entorno. Esta técnica complementó los datos cuantitativos y proporcionó evidencia contextual sobre los riesgos ergonómicos presentes en el área operativa.

### **Confiabilidad y validez**

Según (Rodríguez & Reguant, 2020), la confiabilidad en una investigación es un aspecto fundamental, ya que hace referencia a la estabilidad, consistencia y precisión de las mediciones al repetir el proceso bajo condiciones similares. En términos metodológicos, esta propiedad se evalúa mediante un coeficiente de confiabilidad que varía entre 0 y 1, donde un valor de 0 indica ausencia total de fiabilidad y un valor de 1 representa confiabilidad absoluta. Uno de los métodos más utilizados para evaluar esta consistencia interna es el coeficiente Alfa de Cronbach, el cual permite determinar qué tan estrechamente relacionados están los ítems de una misma escala.

De acuerdo con (Hernández et al., 2014), no existe una regla absoluta para establecer la confiabilidad de un instrumento con base en un valor único del coeficiente, pero se reconoce que ciertos rangos orientativos pueden guiar su interpretación. En función de diversos autores, se establece la siguiente clasificación para interpretar el valor del Alfa de Cronbach:

- Coeficiente  $0.8 < k < 0.9$  es excelente
- Coeficiente  $0.5 < k < 0.8$  es aceptable
- Coeficiente  $k < 0.5$  es deficiente

### **2.8. Variables de estudio**

Según (Fiallos, 2021), el coeficiente de correlación de Pearson es un indicador estadístico que permite evaluar la fuerza, dirección y significancia de la relación entre dos variables cuantitativas. Este coeficiente se utiliza cuando se cumplen los supuestos de normalidad y linealidad, y resulta especialmente útil en investigaciones que buscan establecer asociaciones

entre variables numéricas continuas. Por su parte, (Santabárbara, 2019) señala que, en estudios con muestras reducidas ( $n > 30$ ), el coeficiente de Pearson puede aplicarse como alternativa al análisis de varianza, ofreciendo resultados válidos siempre que se cumplan las condiciones estadísticas requeridas.

En el presente estudio, se utilizará el software estadístico IBM SPSS Statistics versión 25 para verificar las hipótesis mediante el análisis de correlación de Pearson (Ikhwan et al., 2024). Esta herramienta permitirá examinar la relación entre la variable independiente (método Ergo-Lean) y la variable dependiente (reducción de riesgos ergonómicos), con el objetivo de determinar si existe una asociación estadísticamente significativa entre ambas. El procedimiento facilitará la interpretación cuantitativa de los resultados, apoyando la validación empírica de las hipótesis planteadas.

- Variable independiente: Diseño del método Ergo-Lean
- Variable dependiente: Reducción de riesgos ergonómicos.

**Tabla 3:** Matriz operacional de variables independiente

MATRIZ OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE INDEPENDIENTE MÉTODO ERGO-LEAN					
TEMA: DISEÑO DEL MÉTODO ERGO-LEAN PARA LA REDUCCIÓN DE RIESGOS ERGONÓMICOS EN LA RECOLECCIÓN DE RESIDUOS DE EMASA EP, CANTÓN SANTA ELENA					
Definición conceptual	Definición operacional	Categoría	Indicadores	Preguntas	Técnica e Instrumento
Es la combinación de principios de ergonomía y herramientas lean manufacturing orientadas a mejorar procesos laborales, reducir desperdicios y minimizar riesgos físicos para los trabajadores.(Tortorella et al., 2020)	El método ergo lean se operacionaliza como la aplicación de un conjunto de herramientas y principios de lean manufacturing dirigidos para mejorar las condiciones de trabajo en el proceso de recolección de residuos. Se medirá mediante la implementación de observación directa, y aplicación de instrumentos estructurados (posturas, organización del entorno laboral y participación del personal)	D1. Análisis ergonómicos de tareas	I1. Nivel de riesgo Posturas según método RULA.	¿Adopta posturas inclinadas o agachadas durante largos periodos al recoger bolsas o residuos?	Observación directa / Ficha de evaluación RULA
			I2. Nivel de riesgo biomecánico según método REBA.	¿Repite los mismos movimientos físicos varias veces durante su jornada laboral?	Observación directa / Ficha de evaluación REBA
			I3. Numero de mejoras físicas implementadas en las rutas o equipos	¿Las rutas de recolección están planificadas para evitar esfuerzo físico innecesario?	Observación directa / lista de verificación
		D2. Rediseño de puestos de trabajo	I4. Reducción de movimientos incómodos empleando técnicas adecuadas	¿Conoce la técnica adecuada para levantar cargas de forma segura?	Entrevistas estructuradas/ Cuestionario dirigido a operarios
			I5. Porcentaje de cumplimientos del programa del 5 S	¿Considera necesario implementar mejoras ergonómicas para facilitar y mejorar sus condiciones de trabajo?	Observación directa/ lista de chequeo 5s
			D3. Aplicación de herramientas lean	I6. Cantidad de desperdicios identificados y eliminados	¿Existe en su lugar de trabajo un sistema de prevención de accidentes y control de riesgos laborales?
		I7. Numero de sugerencias de mejoras aportadas por el personal		¿Ha tenido la oportunidad de proponer mejoras para su área de trabajo?	Entrevistas estructuradas / Cuestionario o fichas de propuesta

	D4. Participación del trabajador	I8. Frecuencias de participación en reuniones de mejoras continuas.	¿Conoce usted los factores de riesgo ergonómico al que está expuesto?	Revisión documental/ Registro de reuniones o actas
		I9. Números de operarios capacitados en ergonomía y lean	¿Cuenta con capacitación continua en temas de seguridad laboral, ergonomía o mejora de procesos?	Revisión documental/listas de asistencias con certificados
	D5. Capacitación ergo lean	I10. Puntaje promedio obtenido en evaluación post – capacitación	¿Hay supervisión sobre las prácticas ergonómicas del personal?	Prueba escrita / cuestionario o tes de evaluación

Nota. Elaboración propia

**Tabla 4:** Matriz operacional de variables dependiente

Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Preguntas	Técnica e Instrumento
Los riesgos ergonómicos se refieren a aquellos factores presentes en el entorno laboral que pueden comprometer el bienestar físico y el rendimiento del trabajador, especialmente cuando se realizan actividades repetitivas o se adoptan posturas forzadas durante periodos prolongados. (Carrasco et al., 2023)	El método ergo lean se operacionaliza como la aplicación de un conjunto de herramientas y principios de lean manufacturing dirigidos para mejorar las condiciones de trabajo en el proceso de recolección de residuos. Se medirá mediante la implementación de observación directa, y aplicación de instrumentos estructurados (posturas, organización del entorno laboral y participación del personal).(Tsopa et al., 2024)	D1: Carga física	I11: Manipulación de cargas pesadas	¿Levanta objetos pesados (mayores a 25 kg) como parte de sus funciones?	Encuesta / Cuestionario/ Observación/ Lista de chequeo del entorno/ lista de cheque EPP
			I12: Frecuencia de posturas prolongadas	¿Permanece de pie durante periodos prolongados a lo largo de su jornada?	
			I13: Tiempos en posturas inclinadas e incomodas	¿Al finalizar su jornada laboral se siente físicamente agotado o con fatiga excesiva?	
		D2: Posturas forzadas	I14: Presencia de torciones o flexiones repetitivas	¿Realiza esfuerzos físicos intensos, bruscos o en posturas inestables como torsión, inclinación o estiramiento del tronco?	
			I15: Repetición continua de un mismo movimiento	¿Realiza movimientos repetitivos de brazos, manos o muñecas durante su jornada laboral?	

---

D3. Movimientos repetitivos	I16: Tiempo de explosión a movimientos repetitivos	¿Realiza actividades repetitivas por más de dos horas seguidas?
D4. Dolencias musculoesqueléticas	I17: Presencia de dolor en la zona superior del cuerpo. I18: Presencia de molestias en los miembros inferior del cuerpo.	¿Ha presentado molestias frecuentes en músculos, huesos o articulaciones durante el último año? ¿Siente dolor frecuente en piernas o pies debido a su actividad laboral?
D5. Condiciones del entorno laboral	I19: Superficie de trabajo irregular o peligrosa I20: Falta de elementos de protección o herramientas adecuadas	¿Las zonas de recolección tienen superficies irregulares, resbaladizas, con desniveles o malas condiciones ambientales? ¿Dispone de herramientas o equipos que facilitan el levantamiento o traslado de residuos?

---

Nota.

Elaborado por el autor

## **2.9. Recapitulación del Capítulo II**

El Capítulo 2 expuso el marco metodológico de la investigación, detallando el enfoque cuantitativo adoptado, el diseño no experimental y el tipo de estudio descriptivo y correlacional. Se definió como población y muestra al personal operativo de EMASA EP encargado de la recolección de residuos sólidos, centrándose en los trabajadores de la zona urbana debido a la accesibilidad otorgada por la empresa. Esta delimitación permitió enfocar a los trabajadores de recolección de desechos sólidos de la cabecera cantonal, garantizando la coherencia con los objetivos planteados.

Asimismo, se describieron las técnicas e instrumentos empleados para la recolección de datos, entre ellos el cuestionario estructurado, los métodos RULA y REBA, y la guía de observación. Dichos instrumentos fueron validados mediante el método Delphi y analizados con herramientas estadísticas como SPSS y Minitab. Esta combinación metodológica permitió obtener datos relevantes y representativos sobre las condiciones ergonómicas del personal operativo, asegurando la validez y confiabilidad del proceso investigativo.

Adicionalmente, se abordaron los procedimientos para el análisis estadístico, destacando el uso del coeficiente Alfa de Cronbach para evaluar la confiabilidad del instrumento, y la correlación de Pearson para examinar la relación entre las variables de estudio. Esta estructura metodológica proporcionó un marco sólido para identificar los factores de riesgo ergonómico presentes, constituyendo la base para el análisis de resultados y la posterior formulación de estrategias de mejora en el contexto laboral de EMASA EP.

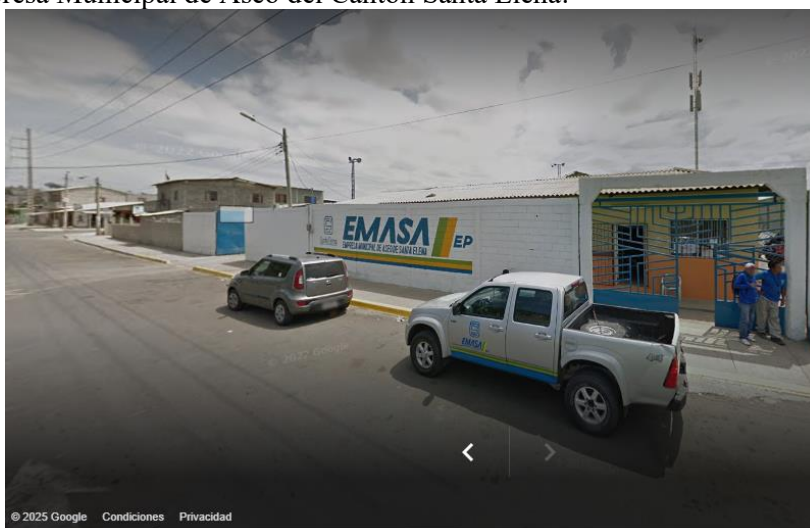
# CAPÍTULO III

## MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.1.Contexto de la investigación

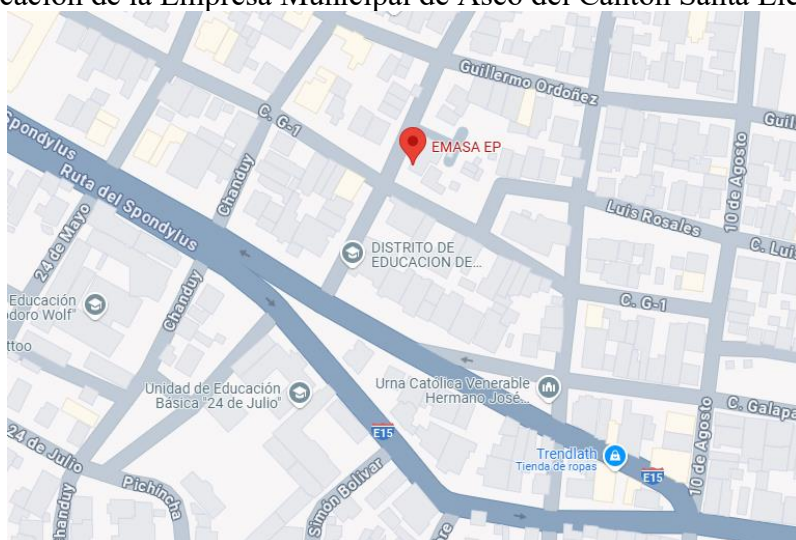
La Empresa EMASA EP se encuentra situada en la provincia de Santa Elena, cantón Santa Elena, específicamente en el barrio Galápagos A, entre la avenida Simón Bolívar y la calle Luis Rosales, en la parte posterior del Distrito de Educación.

**Figura 13:** Empresa Municipal de Aseo del Cantón Santa Elena.



Nota. Evidencia fotográfica

**Figura 14:** Ubicación de la Empresa Municipal de Aseo del Cantón Santa Elena



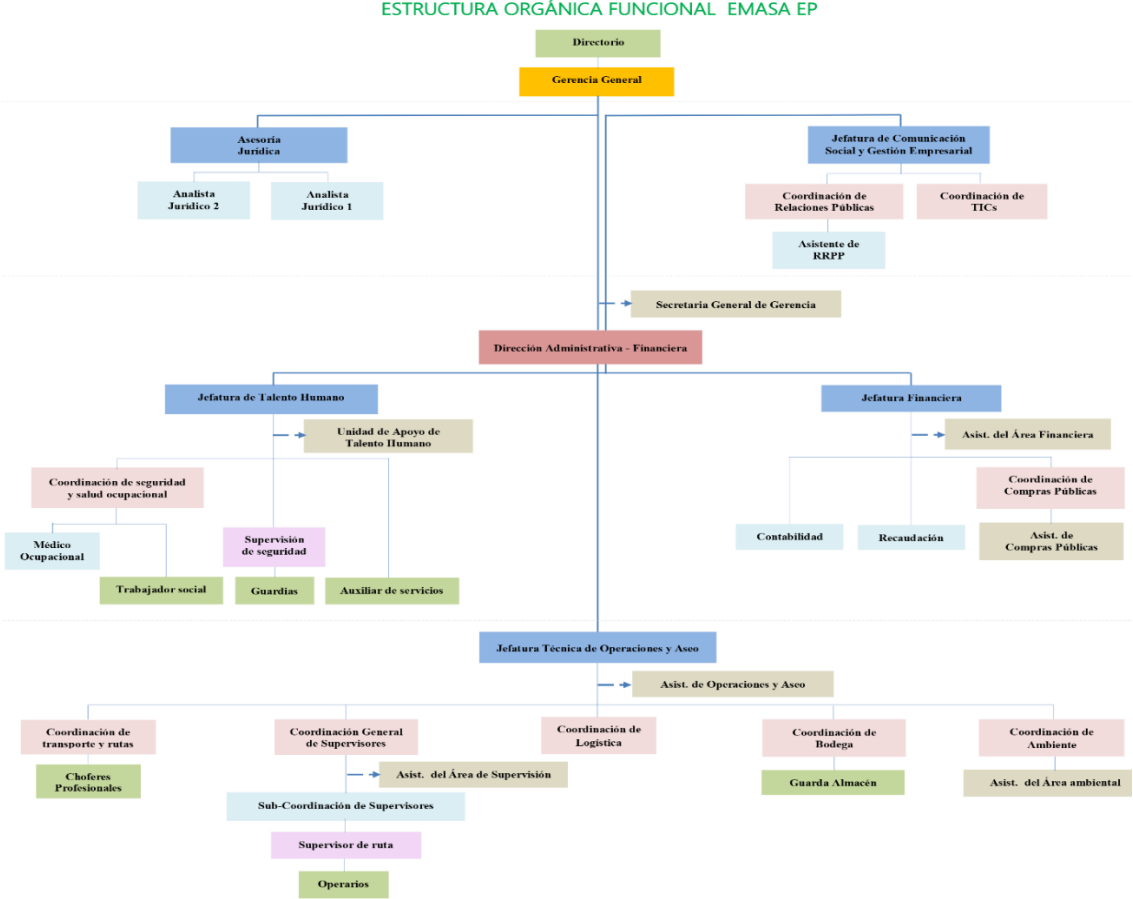
Nota. Elaborado en Google Maps.

La Empresa Pública Municipal de Aseo EMASA EP fue legalmente constituida mediante el Registro Oficial No. 271, publicado el 3 de septiembre de 2010, por iniciativa del Gobierno Autónomo Descentralizado. Su creación se fundamenta en el artículo 315 de la Constitución de

la República del Ecuador, que faculta al Estado a constituir empresas públicas con el objetivo de administrar sectores estratégicos y asegurar la provisión eficiente de servicios públicos a la ciudadanía.

De acuerdo con el artículo 5 de la Ley Orgánica de Empresas Públicas, la conformación de empresas públicas puede efectuarse, entre otras vías, mediante un acto normativo emitido de forma legal por los gobiernos autónomos descentralizados. En cumplimiento de esta disposición, se creó EMASA EP, entidad responsable de la gestión integral de los residuos sólidos, que incluye la recolección, transporte, tratamiento y disposición final, así como también la limpieza de playas. Su labor está orientada a garantizar un entorno limpio y saludable, contribuyendo al mejoramiento de la calidad de vida de la población del cantón Santa Elena.

**Figura 15:** Organigrama Estructural



Nota. Elaboración propia

La figura 15 muestra la estructura del personal de EMASA EP cumpliendo de manera articulada con su misión institucional de limpieza pública, recolección, transporte y disposición final de desechos sólidos, así como la atención ambiental en el cantón Santa Elena.

### **3.2.Marco de resultados**

El diseño metodológico adoptado en esta investigación permitió establecer una planificación estructurada y coherente para las etapas posteriores, asegurando que los procedimientos de medición, evaluaciones físicas y análisis de riesgos se desarrollaran alineados con los objetivos del estudio. El enfoque se centró específicamente en el personal operativo de EMASA EP dedicado en recolección de residuos de la zona urbana, cantón Santa Elena. Para la recolección de información, se empleó encuesta validado por expertos, con el propósito de obtener datos precisos sobre las condiciones ergonómicas a las que está expuesto este grupo de trabajadores.

Los resultados obtenidos permitieron analizar la confiabilidad interna de las escalas utilizadas y verificar la hipótesis formulada en el Capítulo II. A través de un enfoque metodológico riguroso, se aplicaron herramientas especializadas como los métodos REBA, RULA, fundamentales para identificar y valorar los riesgos ergonómicos presentes en las actividades de recolección. Este análisis sustenta la formulación del método Ergo-Lean como estrategia para reducir dichos riesgos y contribuir a la mejora del desempeño y bienestar del personal operativo.

#### **3.2.1. Etapa 1 (formulación de estudio)**

Durante la etapa de formulación, se definieron las variables del estudio y se establecieron los criterios teóricos y contextuales para la construcción del instrumento de recolección de datos. Las preguntas se orientaron a representar las actividades reales del personal de recolección, reflejando aspectos clave como posturas, esfuerzos físicos, tareas repetitivas y condiciones del entorno laboral(Ramírez & Montalvo, 2019). Este enfoque permitió garantizar que los ítems de la encuesta fueran representativos y contextualizados al ámbito de las actividades que realizan los trabajadores de recolección de residuos de EMASA EP.

### 3.2.2. Etapa 2 (Técnicas de medición)

Para la elaboración del instrumento de recolección de datos, se diseñaron preguntas enfocadas en las variables definidas en el estudio, cuidando que su redacción fuera clara, comprensible y contextualizada a las condiciones laborales reales del personal operativo encargado de la recolección de residuos sólidos en EMASA EP, Cantón Santa Elena. Esta estrategia permitió que los ítems representaran de forma precisa aspectos como las posturas adoptadas, los esfuerzos físicos requeridos, la frecuencia de movimientos repetitivos y el entorno ergonómico general.

Con el propósito de asegurar la pertinencia y calidad de los datos, se aplicaron criterios de inclusión y exclusión para seleccionar únicamente aquellos ítems que aportaran información significativa. Se descartaron preguntas ambiguas, extensas o que no guardaran relación con los objetivos del estudio, y se conservaron aquellas que eran claras, pertinentes y alineadas con las variables analizadas. Este proceso metodológico riguroso fortaleció la validez del instrumento y permitió establecer una base técnica sólida para la posterior implementación del método Ergo-Lean como propuesta de mejora ergonómica en el entorno operativo.

**Tabla 5:** Criterios de inclusión y exclusión de ítems del cuestionario

N	Criterios de exclusión	Criterios de inclusión
1	Preguntas confusas o difíciles de entender	Preguntas claras y fáciles de comprender
2	Términos técnicos poco conocidos	Lenguaje simple y accesible para el personal de recolección
3	Ítems sin relación con el objetivo del estudio	Ítems relacionados con las variables
4	Preguntas largas o con varias ideas	Preguntas breves y con una sola idea clara

Nota. Elaboración propia

### 3.2.3. Etapa 3 (Elaboración de la encuesta)

El siguiente paso metodológico, se desarrolla la construcción del instrumento de recolección de datos, que en este caso corresponde a una encuesta estructurada. Para garantizar su validez y confiabilidad, se aplica un proceso de validación mediante juicios de expertos, utilizando el método Delphi. Esta técnica permite recopilar de manera sistemática las opiniones de un panel de especialistas en ergonomía, seguridad laboral y metodologías de investigación, a través de rondas sucesivas de consulta. El objetivo es consensuar la relevancia, claridad y coherencia de cada ítem propuesto, asegurando que las preguntas sean comprensibles, pertinentes y alineadas con los objetivos del estudio. Este proceso iterativo contribuye a

fortalecer la calidad del instrumento, permitiendo su aplicación eficaz en el levantamiento de información con el personal operativo involucrado en la recolección de residuos sólidos.

**Tabla 6:** Panel de expertos

Nº	Nivel de profesión	Experiencia profesional
Experto 1	Especialista en Ergonomía Ocupacional	25 años
Experto 2	Ingeniero en Prevención de Riesgos Laborales	18 años
Experto 3	Especialista en Salud Ocupacional	20 años
Experto 4	Ingeniero Industrial con experiencia en Ergonomía Aplicada	15 años

Nota. Elaboración propia

Se realizó un análisis detallado de cada uno de los ítems de la entrevista, con el objetivo de evaluar su pertinencia en relación con el desempeño ergonómico del personal operativo encargado de la recolección de residuos sólidos en EMASA EP, en el contexto del diseño del método Ergo-Lean. Los expertos consultados coincidieron en que las preguntas se alinean con los objetivos del estudio y permiten identificar factores de riesgo ergonómico relevantes presentes en las actividades operativas.

No obstante, se sugirieron ajustes menores en la redacción de ciertos ítems, con el fin de mejorar su precisión, eliminar ambigüedades y facilitar la comprensión por parte de los trabajadores. Estas recomendaciones tienen como finalidad asegurar una interpretación coherente y uniforme de los enunciados, lo cual contribuirá a la obtención de datos confiables.

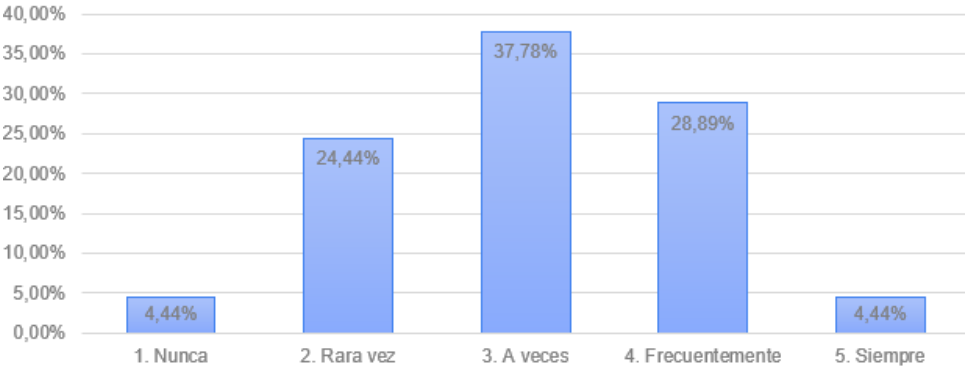
#### **3.2.4. Etapa 4 (Detección y análisis de riesgos ergonómicos)**

Durante la fase de recolección de datos, se obtuvieron resultados vinculados tanto a la variable independiente (diseño del método Ergo-Lean) como a la variable dependiente (reducción de riesgos ergonómicos), en el contexto operativo de la Empresa Municipal de Aseo EMASA EP, en el cantón Santa Elena. La información obtenida fue sistematizada, organizada y tabulada para su posterior análisis, permitiendo una evaluación tanto individual como comparativa de los factores detectados.

Este método permitió una comprensión exhaustiva de las condiciones de trabajo y los peligros ergonómicos presentes en las tareas de recolección de desechos sólidos, reconociendo los factores críticos que impactan directamente en el rendimiento del personal operativo. La información obtenida brindó pruebas fundamentales para valorar la utilidad y el efecto del método Ergo-Lean, como estrategia dirigida a la reducción de riesgos y a la optimización del ambiente de trabajo en este sector(Dhole et al., 2021).

**Figura 16:** Pregunta 1

¿Adopta posturas inclinadas o agachadas durante largos periodos al recoger bolsas o residuos?

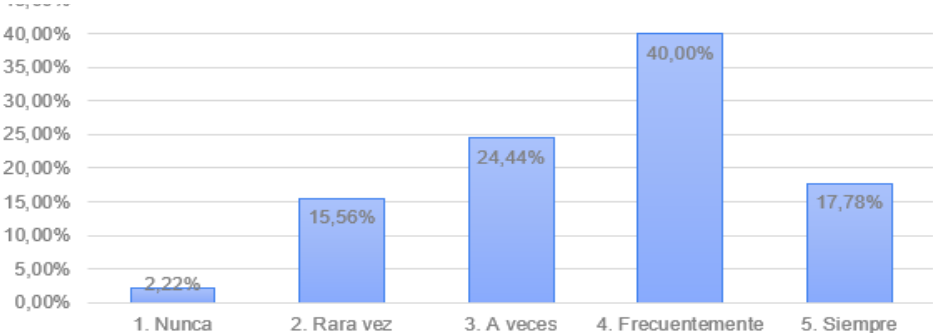


Nota. Elaboración propia

El análisis de la pregunta 1 revela que el 37,78 % quienes indicaron hacerlo “A veces” y el 28,89 % “Frecuentemente”. Un 24,44 % respondió que lo hace “Rara vez”, mientras que solo el 4,44 % se ubicó en los extremos de “Nunca” y “Siempre”. Estos resultados sugieren que, si bien el grado de exposición varía, existe una clara presencia de posturas forzadas que pueden representar un riesgo ergonómico relevante para la salud del trabajador. Esta tendencia muestra la importancia de actuar en el proceso de operación a través de estrategias orientadas a prevenir riesgos musculoesqueléticos.

**Figura 17:** Pregunta 2

¿Repite los mismos movimientos físicos varias veces durante su jornada laboral?

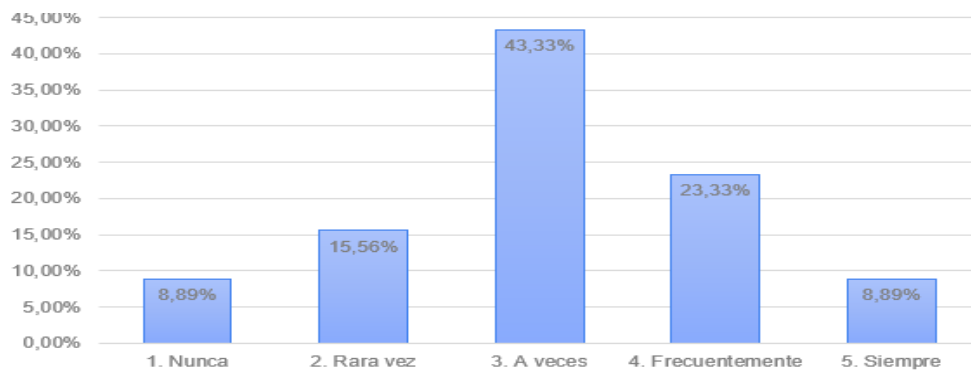


Nota. Elaboración propia

La gráfica correspondiente a la pregunta 2 muestra que al responder “Frecuentemente” (40,00 %) y “Siempre” (17,78 %). Un 24,44 % indicó hacerlo “A veces” y un 15,56 % “Rara vez”, mientras que solo un 2,22 % afirmó “Nunca”. Estos resultados reflejan una alta prevalencia de tareas repetitivas, lo cual constituye un riesgo ergonómico relevante en las labores de recolección, ya que estos movimientos sostenidos en el tiempo pueden afectar articulaciones y musculatura. Este tipo de exposición, si no es gestionada adecuadamente, puede derivar en lesiones por esfuerzo repetitivo, fatiga muscular y trastornos osteomusculares.

**Figura 18:** Pregunta 3

¿Las rutas de recolección están planificadas para evitar esfuerzo físico innecesario?

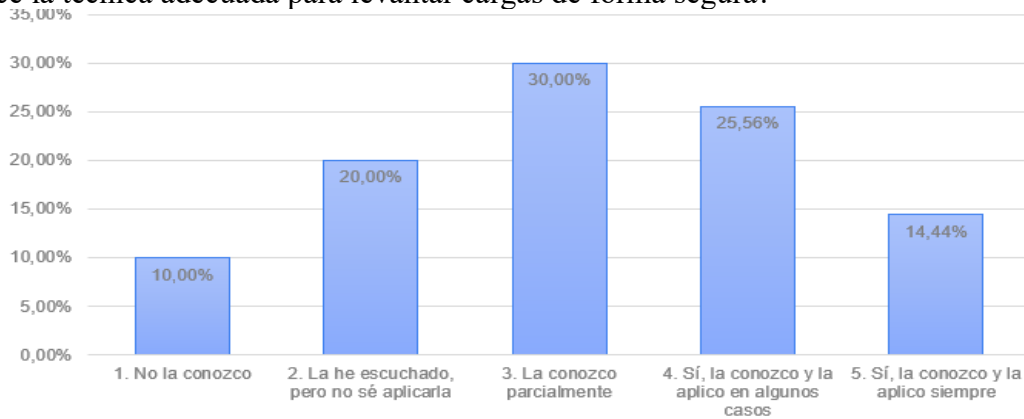


Nota. Elaboración propia

La gráfica de la pregunta 3 muestra que un 43,33 % del personal operativo respondió “A veces” que las rutas de recolección están planificadas para evitar esfuerzo físico innecesario, seguido por un 23,33 % que indicó “Frecuentemente” y un 15,56 % que eligió “Rara vez”. Los extremos “Nunca” y “Siempre” obtuvieron un 8,89 % cada uno. Esta distribución sugiere que la planificación de las rutas no es constante ni sistemática, lo que genera condiciones laborales variables entre trabajadores y turnos. Esta ausencia de uniformidad en la planificación de las rutas puede conllevar desplazamientos superfluos, un aumento en la carga física y la exposición a posiciones obligadas, impactando directamente en el bienestar del personal operativo.

**Figura 19:** Pregunta 4

¿Conoce la técnica adecuada para levantar cargas de forma segura?

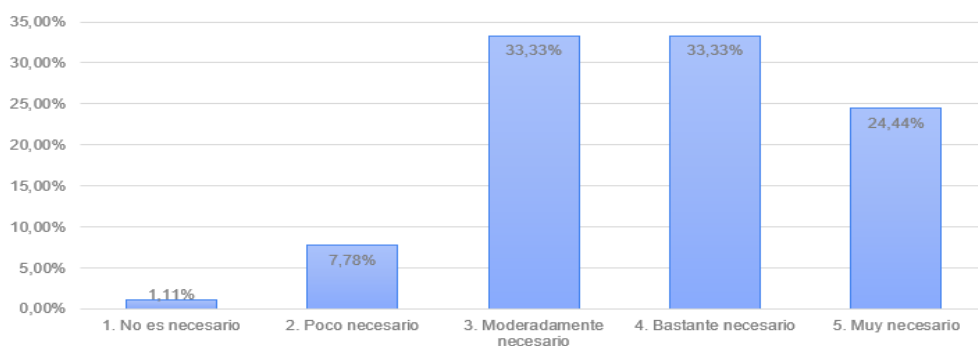


Nota. Elaboración propia

La gráfica de la pregunta 4 muestra que el 30,00 % del personal operativo indicó conocer parcialmente la técnica adecuada para levantar cargas, mientras que un 25,56 % señaló aplicarla en algunos casos. Un 20,00 % manifestó haber escuchado sobre la técnica, pero no saber cómo aplicarla, y solo un 14,44 % afirmó conocerla y utilizarla de forma constante. Finalmente, un 10,00 % declaró no tener conocimiento alguno. Esta dispersión evidencia una formación limitada y heterogénea respecto a prácticas seguras de manipulación de carga. La falta de una formación ergonómica sistemática constituye un peligro crítico, teniendo en cuenta la carga física que conlleva la recogida de desechos.

**Figura 20** Pregunta 5

¿Considera necesario implementar mejoras ergonómicas para facilitar y mejorar sus condiciones de trabajo?



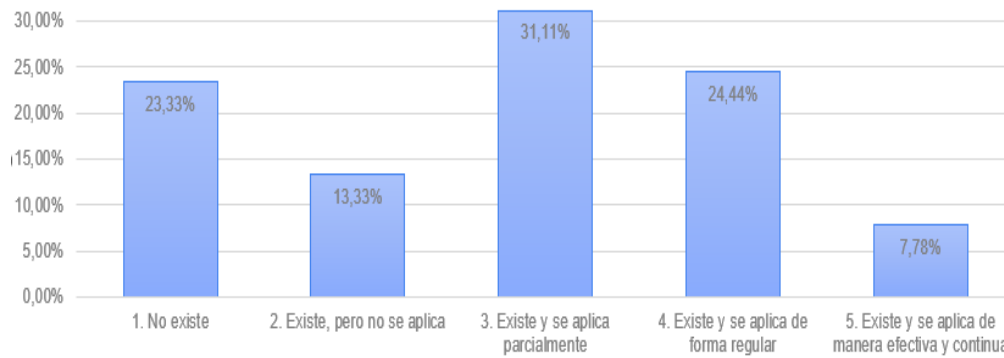
Nota. Elaboración propia

La gráfica correspondiente a la Pregunta 5, revela una percepción ampliamente favorable hacia la incorporación de intervenciones ergonómicas. El 33,33 % del personal operativo considera que estas mejoras son “Moderadamente necesarias” y otro 33,33 % las califica como “Bastante necesarias”, mientras que el 24,44 % las percibe como “Muy necesarias”. En

contraste, solo un 7,78 % indicó que son “Poco necesarias” y apenas un 1,11 % consideró que “No es necesario”. Este resultado indica la urgencia de optimizar las condiciones laborales mediante ajustes ergonómicos, lo cual responde directamente a las exigencias físicas inherentes a las tareas de recolección de residuos.

**Figura 21** Pregunta 6

¿Existe en su lugar de trabajo un sistema de prevención de accidentes y control de riesgos laborales?

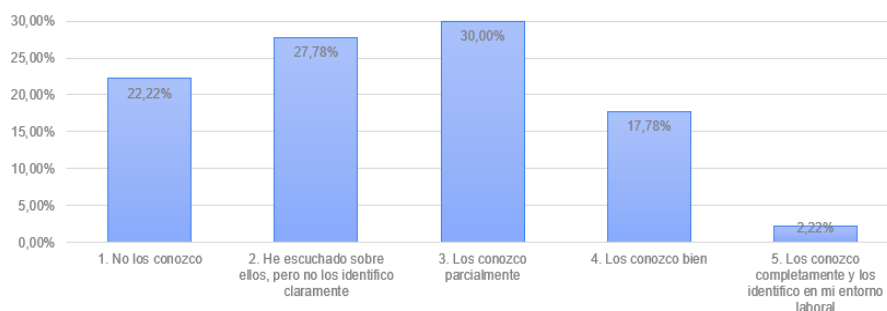


Nota. Elaboración propia

La gráfica de la Pregunta 6, muestra que el 31,11 % del personal operativo indica que dicho sistema existe, pero se aplica parcialmente mientras que el 24,44 % señala que se aplica de forma regular. Sin embargo, un 23,33 % manifiesta que no existe ningún sistema de prevención, y un 13,33 % que, aunque existe, no se implementa. Tan solo el 7,78 % percibe que se aplica de manera continua. Estos resultados evidencian la falta de los sistemas de gestión de riesgos laborales, lo cual refleja debilidades en el diseño como en la ejecución de acciones preventivas. Esta circunstancia aumenta la vulnerabilidad del personal a accidentes y peligros ergonómicos, particularmente en labores de gran demanda física como la recogida de desechos.

**Figura 22** Pregunta 7

¿Conoce usted los factores de riesgo ergonómico al que está expuesto?

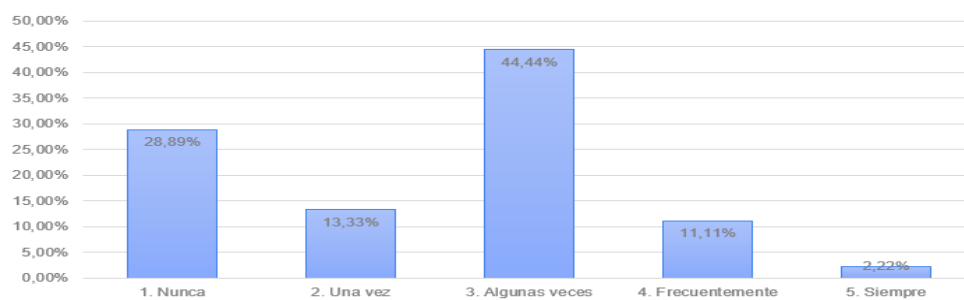


Nota. Elaboración propia

La gráfica de la Pregunta 7, evidencia la falta de conocimiento integral entre el personal operativo. El 30,00 % señaló conocerlos parcialmente, un 27,78 % manifestó haber escuchado sobre ellos sin poder identificarlos con claridad, y un 22,22 % admitió no conocerlos en absoluto. En contraste, solo el 17,78 % afirmó conocerlos bien y apenas el 2,22 % indicó tener un conocimiento completo y ser capaz de identificarlos en su entorno laboral. Este panorama refleja el desconocimiento preventivo en materia ergonómica, lo cual limita la capacidad del personal para detectar, reportar y corregir condiciones de riesgo en sus actividades diarias.

**Figura 23** Pregunta 8

¿Cuenta con capacitación continua en temas de seguridad laboral, ergonomía o mejora de procesos?

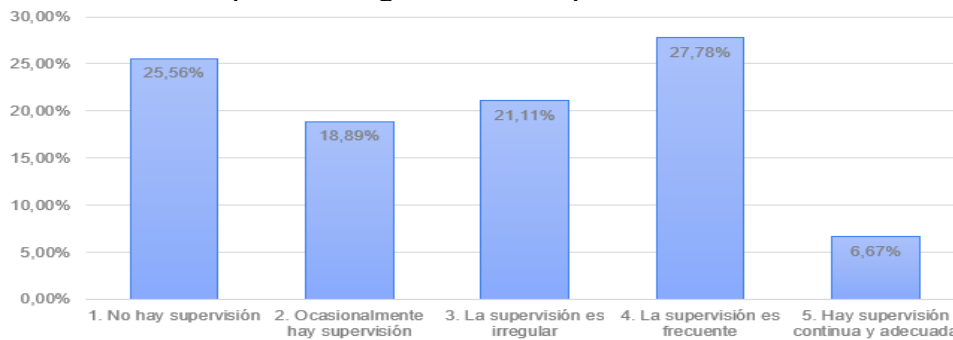


Nota. Elaboración propia

La gráfica correspondiente a la Pregunta 8 revela una notable carencia en la formación continua del personal operativo de EMASA EP. Un 44,44 % de los encuestados indicó recibir capacitación solo “Algunas veces”, mientras que un 28,89 % afirmó no haber recibido nunca instrucción en temas ergonómicos. Además, un 13,33 % manifestó haber recibido formación únicamente una vez, lo que evidencia una cobertura formativa limitada y esporádica entre los trabajadores. En contraste, apenas un 11,11 % reportó recibir capacitación “Frecuentemente” y solo un 2,22 % señaló contar con formación constante. Esta escasa sistematización en los procesos formativos debilita la adopción de prácticas laborales seguras, limita la identificación temprana de factores de riesgo ergonómico para implementar mejoras.

**Figura 24:** Pregunta 9

¿Hay supervisión sobre las prácticas ergonómicas del personal?

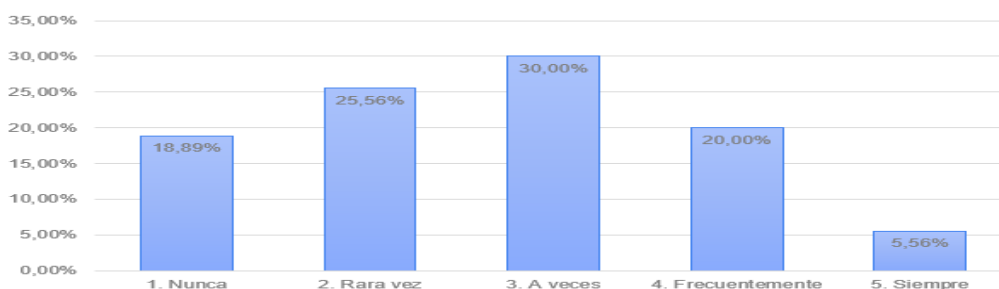


Nota. Elaboración propia

La gráfica correspondiente a la Pregunta 9, revela importantes deficiencias en los mecanismos de seguimiento de conductas seguras en el entorno laboral. Un 25,56 % del personal señaló que no existe ningún tipo de supervisión, mientras que un 18,89 % indicó que esta se realiza de forma ocasional y un 21,11 % la considera irregular. Aunque un 27,78 % percibe que la supervisión es frecuente, apenas un 6,67 % afirma contar con una supervisión continua y adecuada. Estos resultados reflejan una falta de control sistemático y sostenido en la aplicación de prácticas ergonómicas. La ausencia de un sistema de supervisión no solo compromete las medidas preventivas, sino que también debilita la sostenibilidad de cualquier intervención ergonómica aplicada.

**Figura 25:** Pregunta 10

¿Levanta objetos pesados (mayores a 25 kg) como parte de sus funciones?



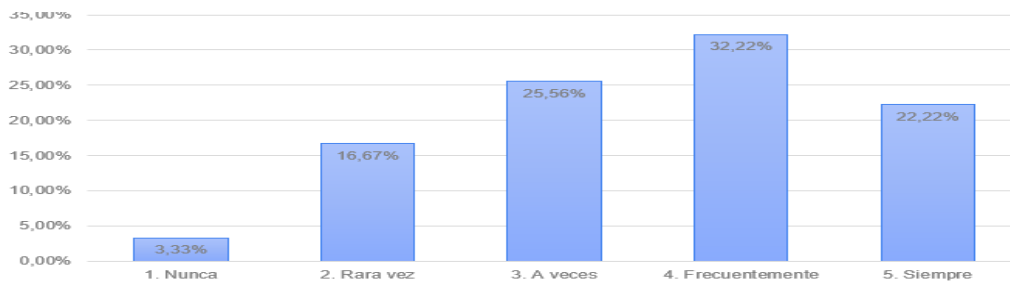
Nota. Elaboración propia

La gráfica correspondiente a la Pregunta 10 muestra que el 30,00 % del personal operativo señaló levantar cargas pesadas “A veces”, seguido de un 25,56 % que respondió “Rara vez” y un 20,00 % que lo hace “Frecuentemente”. Además, un 18,89 % indicó que “Nunca” realiza esta actividad, mientras que solo un 5,56 % manifestó hacerlo de manera constante (“Siempre”). Estos resultados reflejan que, aunque no todos los trabajadores están sometidos diariamente al

levantamiento de cargas pesadas, una proporción considerable sí enfrenta esta exigencia física de forma periódica.

**Figura 26:** Pregunta 11

¿Permanece de pie durante periodos prolongados a lo largo de su jornada?

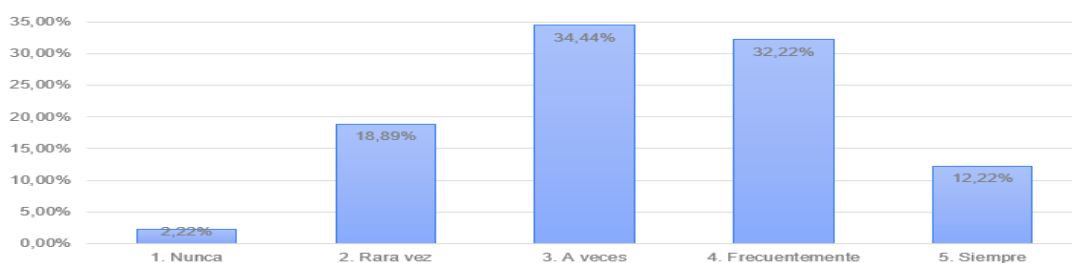


Nota. Elaboración propia

La gráfica correspondiente a la Pregunta 11, revela que el 32,22 % del personal operativo realiza Frecuentemente y el 22,22 % indicó que permanece de pie de forma siempre. Asimismo, un 25,56 % señaló que lo hace A veces, mientras que un 16,67 % lo experimenta como Rara vez y solo un 3,33 % indicó que Nunca”. Estos resultados evidencian una exposición considerable a posturas estáticas prolongadas, las cuales están directamente asociadas a la fatiga muscular en miembros inferiores, trastornos circulatorios, dolor lumbar y disminución del rendimiento físico a lo largo de la jornada.

**Figura 27** Pregunta 12

¿Al finalizar su jornada laboral se siente físicamente agotado o con fatiga excesiva?



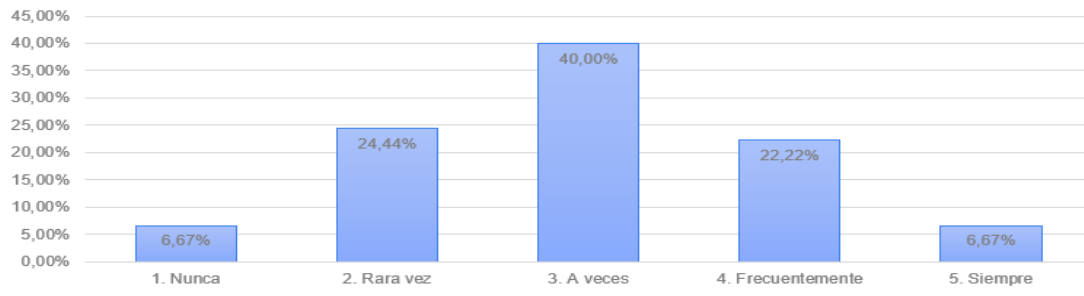
Nota. Elaboración propia

La gráfica correspondiente a la Pregunta 12, evidencia que un 34,44 % del personal operativo manifiesta sentirse fatigado “A veces”, seguido por un 32,22 % que indica sentirse así “Frecuentemente” y un 12,22 % que experimenta agotamiento físico de manera constante (“Siempre”). En contraste, el 18,89 % reporta sentirse así solo “Rara vez” y apenas un 2,22 % señala que “Nunca” presenta este tipo de fatiga. Estos resultados reflejan una alta incidencia de

agotamiento físico al cierre de la jornada, lo cual constituye una señal de alerta respecto a la intensidad de la carga laboral y a la exposición acumulativa a factores de riesgo ergonómico.

**Figura 28** Pregunta 13

¿Realiza esfuerzos físicos intensos, bruscos o en posturas inestables como torsión, inclinación o estiramiento del tronco?

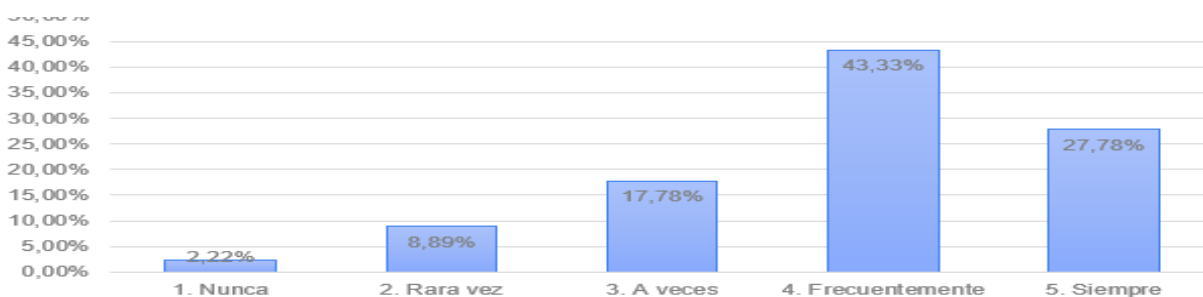


Nota. Elaboración propia

La gráfica correspondiente a la pregunta 13, muestra que el 40,00 % del personal operativo respondió que realiza este tipo de esfuerzos “A veces”, seguido por un 24,44 % que indicó hacerlo “Rara vez” y un 22,22 % que lo hace “Frecuentemente”. Por su parte, tanto el 6,67 % respondió “Nunca” como “Siempre”. Estos resultados demuestran que un porcentaje considerable del personal está, al menos de manera esporádica o regular, sometido a esfuerzos físicos intensos y posturas biomecánicamente inestables, lo que supone un peligro ergonómico crítico en las labores operativas de recolección de desechos.

**Figura 29** Pregunta 14

¿Realiza movimientos repetitivos de brazos, manos o muñecas durante su jornada laboral?



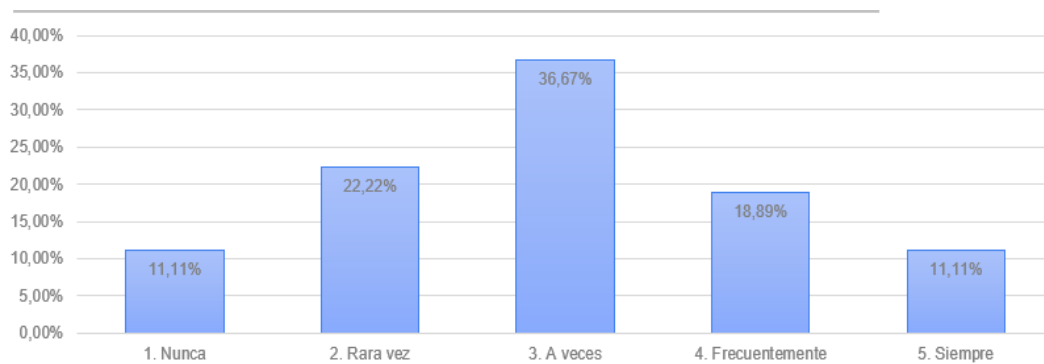
Nota. Elaboración propia

La gráfica correspondiente a la Pregunta 14, evidencia una alta exposición del personal operativo a esta condición ergonómica. El 43,33 % indicó realizar estos movimientos “Frecuentemente” y el 27,78 % lo hace de forma constante (“Siempre”), lo que representa un 71,11 % del total de trabajadores con una carga repetitiva considerable. Además, un 17,78 % respondió que los realiza “A veces”, mientras que solo el 8,89 % lo hace “Rara vez” y un

mínimo 2,22 % manifestó que “Nunca”. Esta tendencia corrobora la prevalencia de actividades con elevada repetitividad motora, lo que representa un riesgo ergonómico crítico asociado al surgimiento de enfermedades musculoesqueléticas.

**Figura 30:** Pregunta 15

¿Ha presentado molestias frecuentes en músculos, huesos o articulaciones durante el último año? (Parte superior del cuerpo)

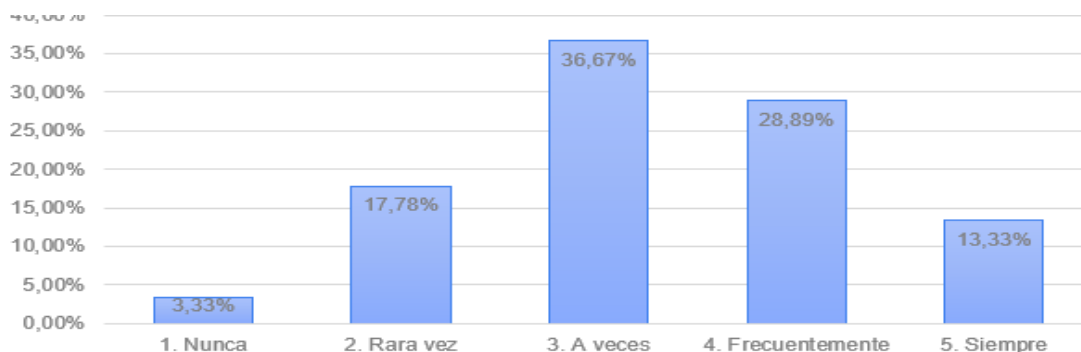


Nota. Elaboración propia

La gráfica correspondiente a la Pregunta 15, revela que el 36,67 % del personal operativo indicó haber experimentado estas molestias “A veces”, un 18,89 % respondió “Frecuentemente” y un 11,11 % señaló que las sufre de forma constante (“Siempre”). A su vez, un 22,22 % manifestó haberlas sentido “Rara vez” y solo un 11,11 % indicó que “Nunca” ha presentado este tipo de sintomatología. Estos datos demuestran que alrededor del 66,67 % de los empleados ha sufrido trastornos musculoesqueléticos en la parte superior del cuerpo en el último año, una situación estrechamente vinculada con factores de riesgo ergonómico como movimientos reiterados, posturas impuestas, torsión del tronco y uso incorrecto de instrumentos.

**Figura 31:** Pregunta 16

¿Siente dolor frecuente en piernas o pies debido a su actividad laboral?

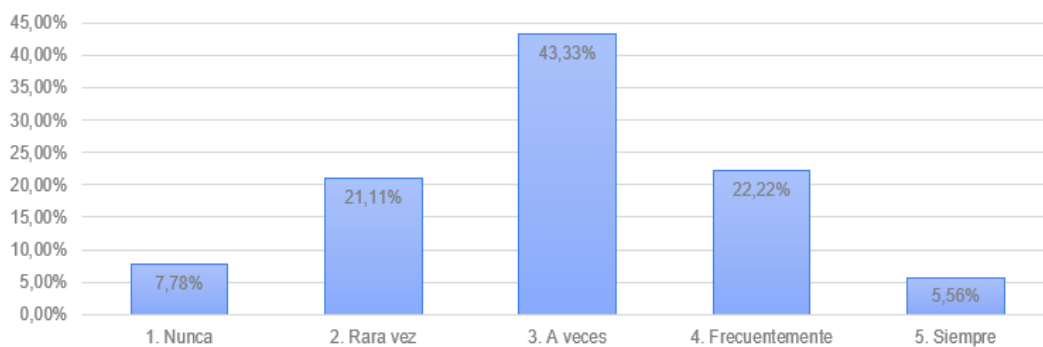


Nota. Elaboración propia

La gráfica correspondiente a la Pregunta 16, muestra que un 36,67 % del personal manifestó experimentar este tipo de molestias “A veces”, un 28,89 % señaló sentir las “Frecuentemente” y un 13,33 % indicó padecerlas de manera constante (“Siempre”). Adicionalmente, el 17,78 % respondió que las siente “Rara vez” y apenas un 3,33 % afirmó que “Nunca” ha presentado este malestar. Estos datos evidencian que más del 78 % del personal operativo ha experimentado algún grado de dolor en piernas o pies como consecuencia directa de sus funciones laborales, lo que refleja una elevada carga física derivada de factores como la prolongada de pie, desplazamientos continuos, superficies irregulares o el uso de calzado no ergonómico.

**Figura 32:** Pregunta 17

¿Las zonas de recolección tienen superficies irregulares, resbaladizas, con desniveles o malas condiciones ambientales?

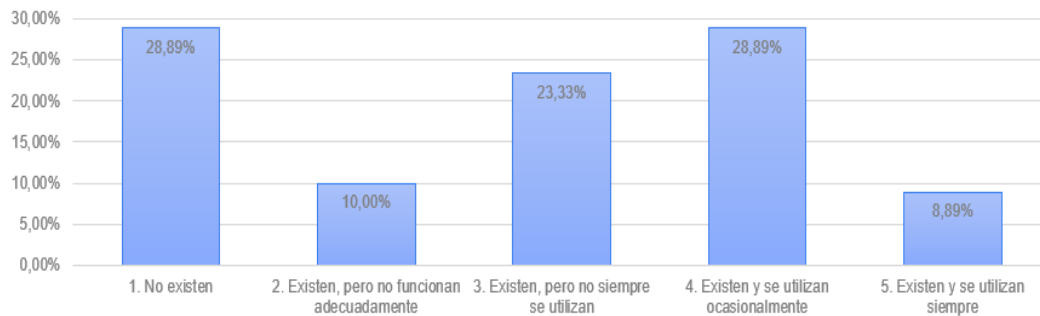


Nota. Elaboración propia

La gráfica de la Pregunta 17, muestra que el 43,33 % del personal operativo indicó que estas condiciones se presentan “A veces”, un 22,22 % señaló que ocurren “Frecuentemente” y un 5,56 % respondió que las enfrenta “Siempre”. A su vez, el 21,11 % manifestó que estas situaciones se presentan “Rara vez” y solo un 7,78 % indicó que “Nunca”. Estos resultados reflejan que el 71,11 % del personal está expuesto a condiciones físicas desfavorables en las zonas de recolección, tales como suelos inestables, superficies resbaladizas, desniveles o factores ambientales.

**Figura 33:** Pregunta 18

¿Dispone de herramientas o equipos que facilitan el levantamiento o traslado de residuos?



Nota. Elaboración propia

La gráfica correspondiente a la Pregunta 18, revela una marcada deficiencia en la disponibilidad y uso efectivo de ayudas ergonómicas. El 28,89 % del personal manifestó que estos equipos no existen, mientras otro 28,89 % indicó que existen, pero solo se utilizan ocasionalmente. Asimismo, un 23,33 % señaló que existen, pero no siempre se utilizan, y un 10,00 % reportó que no funcionan adecuadamente. Solo un 8,89 % afirmó que las herramientas existen y se utilizan siempre. Este escenario muestra que más del 90% del personal operativo no tiene acceso continuo, funcional y sistemático a herramientas de asistencia para la gestión de desechos, lo cual supone un alto riesgo ergonómico debido a la exposición constante a levantamientos manuales, tracción de cargas y movimientos constantes.

### **Confiabilidad mediante coeficiente de Alfa de Cronbach**

Según Izah et al. (2023), el coeficiente alfa de Cronbach es una herramienta estadística clave para determinar la fiabilidad interna de un instrumento, permitiendo evaluar la coherencia y consistencia de las respuestas en relación con las dimensiones que se pretende medir. En este estudio, con el objetivo de comprobar la consistencia del cuestionario aplicado al personal operativo encargado de la recolección de residuos sólidos, se utilizó el software IBM SPSS Statistics versión 29 para procesar los datos obtenidos de un instrumento previamente validado mediante juicio de expertos. El análisis realizado a través del alfa de Cronbach permitió verificar la estabilidad y precisión de las escalas, asegurando que los ítems están alineados con los constructos del estudio. Los resultados de este proceso se presentan en la Tabla correspondiente, evidenciando la calidad técnica del instrumento aplicado.

**Tabla 7:** Resumen de procesamiento de casos para la eliminación por lista

		N	%
CASOS	Valido	90	100,0
	Excluido	0	.0
	Total	90	100,0

a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento

Nota. Elaborado por Autor mediante SPSS 29

La tabla 7 muestra el resumen de procesamiento de casos donde los 90 registros correspondientes a los cuestionarios aplicados fueron considerados válidos para el análisis estadístico, representando el 100 % del total de datos recopilados.

### Valoración de alfa de Cronbach

**Tabla 8:** Análisis de coeficiente de alfa de Cronbach

Estadísticas de fiabilidad		
Alfa de Cronbach	Coeficiente Alfa de Cronbach calculado con ítems estandarizados	N° de Ítems
0,997	0,80	24

Nota. Elaborado por Autor mediante SPSS 29

La Tabla 8 muestra el análisis de fiabilidad del instrumento aplicado, el cual alcanzó un coeficiente alfa de Cronbach de 0,900 sobre un total de 18 ítems, lo que representa un nivel de consistencia interna excelente según los criterios metodológicos establecidos. Este resultado refleja una alta correlación entre los ítems del cuestionario, lo que respalda su capacidad para medir de manera precisa y coherente las dimensiones consideradas en el estudio. La estadística del resultado obtenido respalda la pertinencia del cuestionario aplicado al personal operativo encargado de la recolección de residuos sólidos, permitiendo confiar en la calidad de los datos recolectados. En este marco se alcanzó la base metodológica del estudio y permitio avanzar hacia un análisis riguroso y válido de los resultados.

### Verificación de la hipótesis

Para verificar las hipótesis propuestas en esta investigación, se empleará el programa IBM SPSS Statistics versión 29, utilizando el coeficiente de correlación de Pearson, con el propósito de examinar la relación lineal entre la variable independiente, que se refiere al diseño del método Ergo-Lean, y la variable dependiente, que simboliza la disminución de los riesgos ergonómicos en el personal operativo responsable de la recolección de residuos sólidos. Este

enfoque incorpora fundamentos de ergonomía y perfeccionamiento constante para mejorar las condiciones de trabajo, reduciendo la exposición a posturas rígidas, movimientos reiterados, esfuerzos físicos y otros elementos de riesgo.

El coeficiente de Pearson facilitará la identificación de una correlación estadísticamente relevante entre las dos variables, valorando tanto la dirección como la intensidad de la conexión (positiva, negativa o nula), basándose en un nivel de significancia definido ( $p < 0.05$ ). Así, se pretende determinar si una aplicación más global del método Ergo-Lean se vincula con una reducción tangible y cuantificable de los riesgos ergonómicos, proporcionando pruebas que respalden el modelo sugerido.

### Planteamiento de hipótesis

#### Hipótesis nula (H0):

Diseño del método Ergo-Lean para la reducción de riesgos ergonómicos en la recolección de residuos en EMASA EP, Cantón Santa Elena, no incide en la reducción de lesiones de los trabajadores.

#### Hipótesis alternativa (Ha):

Diseño del método Ergo-Lean para la reducción de riesgos ergonómicos en la recolección de residuos en EMASA EP, Cantón Santa Elena, incide en la reducción de lesiones de los trabajadores.

**Tabla 9:** Resultados de correlación de Pearson

	Correlación	VI	VD
	Correlación de Pearson	1	0,796
VI	Sig (bilateral)		0,001
	N	90	90
	Correlación de Pearson	0,796	1
VD	Significancia bilateral	0,001	
	N	90	90

La correlación es significativa en el nivel de 0,01 (bilateral)

Nota. Elaborado por Autor mediante SPSS 29

La tabla 9 de correlaciones evidencia una correlación de Pearson de 0,796 entre la variable independiente (VI) y la variable dependiente (VD), con un nivel de significancia bilateral de  $p < 0,001$ . Este valor indica que existe una correlación positiva alta y estadísticamente significativa entre el diseño del método Ergo-Lean y la reducción de los riesgos ergonómicos. Es decir, a medida que se incrementa o mejora la implementación del método Ergo-Lean, también aumenta proporcionalmente la disminución de los factores de riesgo ergonómico presentes en las tareas realizadas por el personal operativo. El hecho de que la significancia estadística sea inferior a 0.01 ( $p < 0.001$ ) demuestra que esta relación no es obra de la casualidad, sino que es altamente confiable desde un punto de vista estadístico.

Este resultado confirma la hipótesis postulada en el estudio, siendo que el Diseño del método Ergo-Lean para la reducción de riesgos ergonómicos en tareas de recolección de residuos en EMASA EP, Cantón Santa Elena. La conclusión obtenida es que la implementación del enfoque propuesto afecta significativamente la disminución de lesiones musculoesqueléticas en el personal operativo.

### **Evaluaciones físicas**

La aplicación de evaluaciones físicas en esta investigación tiene como propósito identificar, analizar y jerarquizar los factores de riesgo ergonómico asociados a las labores de recolección de residuos realizadas por el personal operativo de la Empresa Municipal de Aseo EMASA EP, en el Cantón Santa Elena. Esta etapa forma parte esencial del diseño del método Ergo-Lean, el cual combina principios de la ergonomía y del Lean Manufacturing para optimizar condiciones laborales (Vianello et al., 2022).

Para ello, se emplearon instrumentos y metodologías especializadas que permiten cuantificar con objetividad el nivel de exposición a posturas forzadas, manipulación manual de cargas, movimientos repetitivos y otros factores biomecánicos presentes en el entorno laboral. El enfoque adoptado busca comprender cómo estos afectan directamente la salud física de los trabajadores, su desempeño y actividades operativa, con el fin de desarrollar propuestas de mejora orientadas a la reducción de lesiones y al incremento de la productividad en el proceso de recolección.

Detectar los peligros ergonómicos no identifican solo su existencia, sino que permiten definir un marco estratégico para su intervención. En otras palabras, la frecuencia, duración e

intensidad de la exposición de los trabajadores al riesgo en cuestión. La prueba permite determinar qué condiciones afectan más a la salud integral de los empleados en un sentido biológico, lo que resulta de particular importancia en los sitios de trabajo con características similares al de recoger basura debido a las demandas biomecánica intensiva.

De esta manera, la evaluación integral culmina en la facilitación de la toma de decisiones con respecto a la implementación de soluciones ergonómicas efectivas que sirvan al propósito de un entorno laboral seguro y funcional. Por lo tanto, el contexto de la decisión también involucra los marcos normativos que justifican tanto la prevención como la corrección, al mismo tiempo que se ajustan a los principios de las políticas de salud ocupacional. Se convierten en una norma de referencia técnica que justifica la beneficencia de estructurar actividades para disminuir la prevalencia de los TME en general. Como se mencionó anteriormente, esto es congruente con Ergo-Lean.

### Desarrollo del método REBA

La siguiente tabla 12 presenta la ficha utilizada para la aplicación del método REBA, en la cual se registran las posturas adoptadas por el personal operativo durante las tareas de recolección de residuos sólidos. La evaluación se realiza considerando las posiciones del cuello, tronco, piernas, brazos y muñecas, clasificadas por grupos musculares y asignando puntuaciones según la severidad de la postura observada.

**Tabla 10:** Ficha para el análisis ergonómico REBA

GRUPO	Evaluación (REBA)	Descripción de postura / condición (Recolección de desechos sólidos)	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	T 8	T 9	T1 0
A	Posición del cuello	El cuello está entre 0° y 20° de flexión			X							
		El cuello está extendido o flexionado más de 20°	X	X		X	X	X		X	X	X
		Existe torsión o inclinación lateral del cuello								X		
A	Posición del tronco	El tronco está recto										
		El tronco está entre 0° y 20° de flexión o 0° y 20° de extensión										X
		El tronco está flexionado más de 20°	X	X	X	X	X	X	X	X	X	

		Existe torsión o inclinación lateral del tronco	X	X		X		X	X		X	X
A	Posición de las piernas	Soporte bilateral, andando o en posición de pie										
		Soporte unilateral, cuclillas o ligera postura inestable	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Flexión en una o ambas rodillas más de 30°										
B	Posición del brazo	El brazo está entre 0° y 20° de flexión o extensión										
		El brazo está entre 21° y 45° de flexión o más de 20° de extensión	X	X	X	X	X	X	X		X	X
		El brazo está por encima del hombro									X	
		Existe apoyo o postura a favor de la gravedad										
B	Posición del antebrazo	Antebrazo entre 60° y 100° de flexión	X	X		X	X	X	X			X
		El antebrazo está flexionado por debajo de 60° o por encima de 100°				X					X	X
B	Posición de la muñeca	La muñeca está entre 0° y 15° de flexión	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		La muñeca está flexionada o extendida más de 15°										
		Existe torsión o desviación lateral de la muñeca										

Nota: Elaboración propia en Excel

La figura 34 muestra un análisis postural capturado durante las labores de recolección de residuos sólidos. Se observa el ángulo de flexión del tronco medido mediante software Ergoniza, el cual indica una postura inclinada significativa, asociada a un nivel alto de riesgo ergonómico según la escala REBA.

La figura 35 evidencia una postura lateral del trabajador en proceso de carga, donde se analiza la desviación del tronco y el brazo respecto a la línea vertical. Los ángulos calculados permiten cuantificar el esfuerzo físico en relación con la torsión y flexión mantenida, parámetros claves dentro del análisis REBA.

**Figura 34:** Angulo extendido del tronco



Nota: Evidencia fotográfica

**Figura 35:** Angulo extendido del cuello



Nota: Evidencia fotográfica

La tabla 11 muestra los resultados obtenidos tras la evaluación de diez trabajadores (T1 a T10) mediante el método REBA. Se incluye la puntuación asignada a cada actividad, así como el nivel de riesgo correspondiente y su interpretación. Estos valores permiten identificar las tareas con mayor exigencia física y priorizar intervenciones correctivas en el entorno operativo.

**Tabla 11:** Niveles de riesgo de recolección de residuos sólido REBA

Nº	Puntuación	Nivel	Riesgo
T 1	10	3	Alto
T 2	9	3	Alto
T 3	7	2	Medio
T 4	8	3	Alto
T 5	10	3	Alto
T 6	8	3	Alto
T 7	9	3	Alto
T 8	10	3	Alto
T 9	7	2	Medio
T 10	9	3	Alto

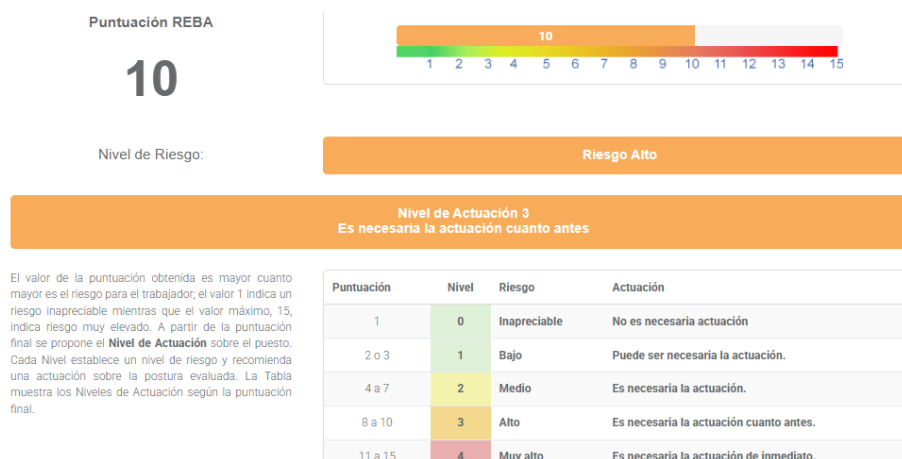
Nota. Elaborado por el autor

La figura 36 se muestra los resultados generados mediante la herramienta digital Ergoniza Web, utilizada para evaluar posturas laborales a través del método REBA (Rapid Entire Body

Assessment). En este caso, se obtuvo una puntuación de 10, lo que representa un nivel de riesgo alto (Nivel de Actuación 3). Este resultado indica que es necesaria la actuación cuanto antes sobre la tarea analizada, con el fin de prevenir daños musculoesqueléticos.

El sistema clasifica el nivel de riesgo en una escala de 1 a 15, y establece rangos interpretativos que van desde “inapreciable” hasta “muy alto”. A partir de estos valores, la herramienta recomienda acciones correctivas proporcionales al grado de riesgo detectado. Esta información refuerza la necesidad de integrar mejoras ergonómicas inmediatas como parte del diseño del método Ergo-Lean, para proteger la salud del personal operativo expuesto a estas condiciones

**Figura 36:** Resultados al aplicar el método REBA



Nota: Elaborado por el autor en la herramienta ergonomiza

### Desarrollo del método RULA

La tabla 14 presenta la ficha utilizada para la aplicación del método RULA (Rapid Upper Limb Assessment) en trabajadores de recolección de residuos sólidos. Se detallan las posiciones corporales observadas en brazos, antebrazos, muñecas, cuello, tronco y piernas, así como las condiciones de actividad muscular y las fuerzas ejercidas durante la tarea. Cada condición ha sido registrada en diez tareas (T1–T10), permitiendo una evaluación integral del riesgo ergonómico asociado a los movimientos repetitivos y posturas forzadas en extremidades superiores. Esta información es clave para definir el nivel de intervención requerido.

**Tabla 12:** Ficha para el análisis ergonómico RULA

Grupo	Evaluación (RULA)	Descripción de postura / condición (Recolección de desechos solidos)	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	T 8	T 9	T 10
GRUPO A		El brazo está entre 0° y 20° de flexión o 0° y 20° de extensión										
		El brazo está entre 21° y 45° de flexión o más de 20° de extensión				X						
	Posición del brazo	El brazo está entre 46° y 90° de flexión	x	x	x		x	x	x	x	x	x
		El brazo está flexionado más de 90°										
		El brazo está al frente o hombro elevado										
		El brazo no está soportado o solo por el brazo sin punto de apoyo										
		El antebrazo entre 60° y 100° de flexión	x	x	x	X	x	x	x	x	x	x
	Posición del antebrazo	El antebrazo está por debajo de 60° o por encima de 100°										
		El brazo está en línea media del cuerpo o realiza una actividad a un lado										
		La muñeca está en posición neutra										
Posición de la muñeca	La muñeca está entre 0° y 15° flexión o extensión	x	x	x	X	x	x	x	x	x	x	
	La muñeca está flexionada o extendida más de 15°											
	La muñeca está en desviación radial o cubital											
GRUPO B		El cuello está entre 0° y 10° de flexión										
		El cuello está entre 10° y 20° de flexión				X						x
	Posición del cuello	El cuello está flexionado más de 20°	x	x	x		x	x	x	x	x	
		El cuello está extendido										
		El cuello está en rotación o inclinación lateral										
		Postura erguida, buen apoyo y ángulo tronco-caderas ≈ 90°										

	Posición del tronco	El tronco está entre 0° y 20°									
		El tronco está entre 21° y 60°	x				x				
		El tronco está flexionado más de 60°		x	x	X		x	x	x	x
		El trabajador está sentado con las piernas y pies bien apoyados									
	Posición de las piernas	El trabajador está de pie con el peso del cuerpo distribuido en ambas piernas	x	x	x	X	x	x	x	x	x
		El trabajador está sin buen apoyo o el peso no está simétricamente distribuido									
ACTIVIDAD	Actividad	Actividad dinámica, se mantiene por más de 1 minuto seguido o es repetitiva	x	x	x	X	x	x	x	x	x
MUSCULAR		La actividad es ocasional y de corta duración									
		La carga o fuerza es menor de 2 kg y se realiza intermitentemente									
	Fuerzas ejercidas	La carga o fuerza entre 2 y 10 kg y se realiza intermitentemente		x		X	x			x	x
		La carga o fuerza es mayor de 10 kg y se realiza intermitentemente	x		x			x	x		x
		Se producen golpes bruscos o fuerzas repentinas									

Nota: Elaboración propia en Excel

La figura 37 muestra el análisis del ángulo de extensión del brazo derecho durante una tarea de carga de residuos. Se observa una flexión superior a 70°, con respecto al plano vertical, lo que indica una postura elevada y potencialmente riesgosa según los criterios del método RULA. Esta postura puede generar sobrecarga muscular en hombros y brazos si se mantiene de forma prolongada o repetitiva.

La figura 38 se muestra la postura del antebrazo, evidenciando una extensión cercana a los 67°. Esta condición representa un esfuerzo considerable en la articulación del codo, el cual, al no estar alineado con una técnica ergonómica adecuada, podría incrementar el riesgo de trastornos musculoesqueléticos. La evaluación se realizó mediante captura fotográfica y medición digital utilizando herramientas de análisis angular.

**Figura 37:** Angulo extendido del brazo



**Nota:** Evidencia fotográfica

**Figura 38:** Angulo extendido del antebrazo



**Nota:** Evidencia fotográfica

La tabla 13 muestra los resultados obtenidos tras la aplicación del método RULA al personal operativo encargado de la recolección de residuos sólidos en EMASA EP. Se detalla la puntuación final asignada a cada tarea (T1–T10), el nivel de riesgo correspondiente y la acción recomendada en función de los valores registrados. Las puntuaciones obtenidas reflejan una exposición significativa a posturas forzadas en extremidades superiores, con niveles 3 y 4, lo que indica la necesidad de rediseñar tareas o implementar cambios en el proceso operativo para prevenir lesiones musculoesqueléticas. Estos hallazgos justifican la inclusión de medidas correctivas dentro del diseño del método Ergo-Lean, orientadas a mejorar las condiciones de trabajo y reducir los factores de riesgo ergonómico.

**Tabla 13:** Nivel de riesgo de la recolección de residuos en el método RULA.

Nº	Puntuación	Nivel	Actuación
T 1	7	4	Se requieren cambios urgentes en la tarea
T 2	6	3	Se requiere el rediseño de la tarea
T 3	7	4	Se requieren cambios urgentes en la tarea
T 4	5	3	Se requiere el rediseño de la tarea
T 5	6	3	Se requiere el rediseño de la tarea
T 6	7	4	Se requieren cambios urgentes en la tarea
T 7	6	3	Se requiere el rediseño de la tarea
T 8	7	4	Se requieren cambios urgentes en la tarea
T 9	5	3	Se requieren cambios urgentes en la tarea
T 10	6	3	Se requiere el rediseño de la tarea

Nota. Elaborado por el autor

La figura 39 muestra el resultado generado por la herramienta digital Ergoniza Web, utilizada para evaluar posturas mediante el método RULA. En este caso, se obtuvo una

puntuación final de 7, lo que corresponde a un Nivel de actuación 4, según la escala establecida. Este nivel indica que se requieren cambios urgentes en la tarea del puesto de trabajo, debido a la presencia de posturas forzadas en extremidades superiores, especialmente en brazo, antebrazo y muñeca.

La plataforma Ergoniza permitió analizar fotográficamente la postura del trabajador, calcular los ángulos articulares y asignar un nivel de riesgo basado en los criterios de RULA. En este caso, refleja una situación ergonómica que requiere intervención inmediata, lo cual respalda la necesidad de implementar estrategias correctivas dentro del método Ergo-Lean, como rediseño de tareas y formación técnica del personal operativo.

**Figura 39:** Resultados al aplicar el método RULA



Nota. Elaborado por el autor en la herramienta ergoniza

### 3.2.1. Etapa 5 (Interpretación de resultado y elaboración de Propuesta)

La Etapa 5 constituye la fase final del proceso metodológico y se enfoca en la formulación de una propuesta técnica integral, basada en los resultados obtenidos durante las fases previas de recolección de datos, análisis ergonómico (mediante los métodos RULA y REBA), y el diagnóstico de las condiciones laborales del personal operativo de la empresa EMASA EP, específicamente en el área de recolección de desechos sólidos en la vía pública.

### Propuesta

La propuesta ha sido estructurada con base en las necesidades reales identificadas en el entorno de trabajo, priorizando la prevención de riesgos ergonómicos, la mejora del desempeño físico del trabajador y el fortalecimiento del sistema de Seguridad y Salud en el Trabajo (SST), bajo los principios del método Ergo-Lean.

**Tabla 14:** Plan de acción de riesgos ergonómicos para recolectores de desechos.

<b>Problema identificado</b>	<b>Medida propuesta</b>	<b>Tipo de medida</b>	<b>Acción específica</b>	<b>Normativa y lineamientos</b>
Posturas forzadas al agacharse y levantar bolsas manualmente (REBA)	Capacitación técnica sobre levantamiento ergonómico y posturas correctas	Preventiva	Organizar sesiones prácticas obligatorias mensuales para el personal operativo sobre el uso del cuerpo y técnicas de carga	ISO 45001:2018 – Gestión de SST
Movimientos repetitivos en brazos y muñecas (RULA)	Rotación de tareas entre funciones de recolección, transporte y descanso	Preventiva / Correctiva	Implementar sistema de turnos funcionales que alterne roles cada 2 horas para prevenir sobrecarga muscular	ISO 45001:2018
Fatiga muscular acumulada y sobreesfuerzo físico (REBA)	Aplicación programada de pausas activas guiadas por supervisión	Preventiva	Establecer pausas de recuperación de 10 minutos cada 3 horas con ejercicios dirigidos de estiramiento y relajación	ISO 6385:2016 – Principios ergonómicos
Las rutas de recolección no están organizadas provocando sobrecarga física y duplicidad de tareas.	Reorganización de rutas y planificación diaria.	Preventiva	El estudio de las 5s en las rutas	ISO 45001:2018
Exposición directa a condiciones climáticas y materiales contaminantes	Dotación obligatoria y uso continuo de EPP específicos	Correctiva	Distribuir guantes, chalecos reflectivos, botas, gorras y mascarillas; verificar uso diario	SST Ecuador ISO 45001:2018

Nota. Elaboración propia

### **3.3.Discusión**

Los resultados obtenidos en la presente investigación evidencian una problemática ergonómica significativa en las labores de recolección de residuos sólidos ejecutadas por el personal operativo de EMASA EP. El análisis sistemático realizado mediante instrumentos validados (cuestionario estructurado con validación por expertos y Alfa de Cronbach) y métodos reconocidos internacionalmente como REBA, RULA y OCRA, permitió identificar niveles elevados de exposición a riesgos ergonómicos, confirmando la necesidad de una intervención estructurada.

Mediante las actividades analizadas evidenciaron una elevada incidencia de posturas impuestas, movimientos reiterados, manipulación manual de cargas y carencia de conocimiento técnico sobre prácticas ergonómicas seguras. Los procedimientos REBA y RULA mostraron calificaciones dominantes en niveles de riesgo alto, destacando la urgencia de rediseñar tareas y adoptar medidas correctivas inmediatas. Estos hallazgos se corroboran con la información obtenida a través del software Ergoniza Web, permitió cuantificar ángulos articulares y evaluar posturas con precisión digital, generando evidencia visual del esfuerzo físico al que está sometido el personal.

Aplicando el coeficiente alfa de Cronbach ( $\alpha = 0,900$ ), corroboró la magnífica consistencia interna del instrumento utilizado, garantizando así la confiabilidad y consistencia de los datos obtenidos. De igual forma, el test de correlación de Pearson mostró un coeficiente de 0,796 con un nivel de significancia  $p < 0,001$ , lo que evidencia una correlación positiva y estadísticamente relevante entre la aplicación del método Ergo-Lean y la disminución de los riesgos ergonómicos. Este hallazgo confirma de manera empírica la hipótesis investigativa, evidenciando que el modelo sugerido ejerce un efecto específico en la optimización de las condiciones de trabajo del personal.

### **3.4.Diseño de módulos**

#### **3.4.1. Módulo 1: Técnicas seguras de levantamiento de cargas**

La aplicación de técnicas de levantamiento de cargas es una acción clave en la prevención de lesiones musculoesqueléticas, particularmente aquellas que afectan la zona lumbar. Este tipo de lesiones son causas de permisos en jornada laboral y discapacidad en trabajadores que realizan la actividad de recolección de desechos de EMASA EP, en la vía pública mediante movimientos repetitivos de agachamiento, flexión y carga. Este módulo se fundamenta en la

norma ISO 11228-1:2003, que establece los criterios ergonómicos para la manipulación de cargas, incluyendo la determinación de límites de peso, posturas seguras, y frecuencia aceptable de levantamientos, así como en la ISO 45001:2018, que basa en la reducción de riesgos para la salud y seguridad del trabajo.

El contenido operativo se estructura en tres momentos formativos: primero, una inducción teórica breve que expone los principios básicos de la biomecánica, las zonas vulnerables del cuerpo humano y los tipos de lesiones frecuentes por malas prácticas de levantamiento. Segundo, la demostración práctica guiada, en la que se enseña paso a paso cómo levantar las bolsas correctamente, destacando la flexión de rodillas, mantener la carga cerca del eje del cuerpo, activar los músculos de las piernas y evitar giros bruscos con carga. Y tercero, la simulación individual con retroalimentación directa, donde el instructor corrige la postura de cada trabajador en tiempo real para asegurar la correcta ejecución técnica.

## **1. Riesgo abordado**

Posturas forzadas al levantar bolsas o sacos de desechos sólidos, que generan sobrecarga en la región lumbar y aumentan el riesgo de lesiones como: distensión muscular, hernias discales y dolor lumbar crónico. Evaluar mediante método REBA como actividad de alto riesgo cuando no se aplica técnica adecuada.

## **2. Objetivo de la capacitación**

Reducir la incidencia de lesiones musculoesqueléticas mediante el aprendizaje y aplicación de técnicas seguras de levantamiento, promoviendo hábitos saludables y ergonómicos en las rutinas diarias de trabajo.

## **3. Normas aplicables**

- ISO 11228-1: Manipulación manual de cargas: Requisitos para levantamiento y transporte.
- ISO 45001:2018: Sistema de gestión de la SST: Prevención de daños y deterioro de la salud.
- Reglamento Interno de SST de EMASA EP.

## **4. Contenido Técnico del Módulo**

### **1. Fundamentos biomecánicos**

Los fundamentos biomecánicos para una manipulación segura de cargas indican que el centro de gravedad del cuerpo debe mantenerse estable durante el levantamiento, lo cual permite un mayor control del equilibrio y reduce la tensión sobre la columna vertebral. Es fundamental que esta permanezca alineada en todo momento, evitando curvaturas excesivas que puedan generar compresión en los discos intervertebrales. El esfuerzo principal debe originarse en los músculos de las piernas y los glúteos, y no en la espalda, ya que estas estructuras están anatómicamente preparadas para soportar cargas de forma más segura (Landekić et al., 2021). Además, se debe evitar realizar torsiones del tronco o movimientos bruscos, ya que estos incrementan el riesgo de lesiones musculoesqueléticas, especialmente en la región lumbar.

## **2. Técnica correcta de levantamiento**

### **1. Antes del levantamiento:**

Antes de realizar cualquier levantamiento, es necesario valorar el peso y la estabilidad del objeto, con el fin de anticipar el esfuerzo físico requerido y prevenir desequilibrios. En caso de que la carga sea demasiado pesada, voluminosa o de forma irregular, se recomienda pedir apoyo a otro compañero o emplear un implemento mecánico que facilite la manipulación. Asimismo, se debe inspeccionar el área de trabajo y retirar cualquier objeto cortopunzante o peligroso cercano que pueda representar un riesgo adicional durante el movimiento, garantizando así un entorno seguro para la ejecución de la tarea.

### **2. Durante el levantamiento:**

Durante el levantamiento, se debe adoptar una postura corporal adecuada comenzando por colocar los pies separados al ancho de los hombros, lo que proporciona una base estable. Es importante flexionar las rodillas en lugar de inclinar la cintura, manteniendo siempre la espalda recta y el abdomen ligeramente contraído para proteger la columna vertebral (Zaman et al., 2021). La carga debe ser sujetada firmemente con ambas manos, asegurando un buen agarre. Al iniciar el movimiento, se debe levantar utilizando la fuerza de las piernas, manteniendo la carga cerca del cuerpo, dentro de la zona comprendida entre la cintura y los hombros. En ningún caso se debe girar el tronco durante el levantamiento; si es necesario cambiar de dirección, se debe realizar mediante el movimiento de los pies para evitar torsiones perjudiciales.

### **3. Después del levantamiento:**

Una vez realizada la elevación de la carga, se debe avanzar manteniendo una postura erguida, con la espalda recta y la vista al frente, evitando encorvamientos que comprometan la columna. Al momento de colocar la carga, esta debe descenderse de forma controlada y suave, sin dejarla caer repentinamente, lo cual podría provocar impactos perjudiciales tanto para el cuerpo como para el entorno. Además, es fundamental evitar empujes o lanzamientos utilizando la espalda, ya que esto incrementa el riesgo de lesiones musculoesqueléticas; en su lugar, se recomienda utilizar la fuerza de las extremidades inferiores y mantener el cuerpo alineado durante toda la maniobra.

### **3. Posturas incorrectas más comunes**

Durante las labores de levantamiento de cargas, es importante evitar prácticas que comprometan la salud musculoesquelética del trabajador. Uno de los errores habituales se encuentra flexionar únicamente el tronco sin hacer uso de las piernas, lo que provoca una sobrecarga en la zona lumbar. Además, es necesario evitar levantar objetos alejados del cuerpo, ya que esto incrementa la tensión sobre la espalda. Finalmente, empujar o tirar bolsas utilizando la fuerza de la espalda, en lugar de aplicar técnicas adecuadas con el cuerpo alineado, representa un riesgo

### **5. Simulación práctica (20 min)**

- a. Se usarán sacos de 10 kg simulados para practicar la técnica.
- b. Cada trabajador realiza tres ejercicios con supervisión directa.
- c. El instructor corrige en tiempo real postura, movimiento y equilibrio.

### **6. Material de apoyo**

- a. Guía visual: “Pasos para levantar correctamente una carga”.
- b. Afiche: “Posturas permitidas y prohibidas”.
- c. Video de 3 minutos con demostración didáctica.

### **7. Recursos requeridos**

- a. Zona despejada para la práctica.
- b. Sacos simulados (reellenos de arena o aserrín).
- c. Cinta adhesiva para marcación de pies en el piso.
- d. Cronómetro.

e. Check-list de evaluación por trabajador.

## 8. Evaluación y cierre

a. Breve encuesta de conocimientos (5 preguntas de opción múltiple).

b. Evaluación práctica con puntuación individual.

c. Retroalimentación personalizada.

d. Firma de hoja de asistencia y entrega de certificado de participación.

**Figura 40:** Pasos para el levantamiento de carga



Nota: Elaborado por el autor

### 3.4.2. Módulo 2: Prevención de lesiones por movimientos repetitivos

**Riesgo abordado:** Movimientos excesivos en brazos, hombros y muñecas (RULA)

**Objetivo:** Prevenir fatiga y microlesiones mediante rotación funcional de tareas.

**Normas aplicables:** ISO 11228-3:2007 / ISO 45001:2018

#### **Contenido operativo:**

Este módulo tiene como finalidad prevenir el desgaste físico causado por movimientos repetitivos en brazos, hombros y muñecas, frecuentes en las tareas de recolección manual de desechos sólidos. Aunque toda la jornada se centra en una misma actividad general (recolección), es posible minimizar el riesgo ergonómico aplicando rotación funcional interna.

La norma ISO 11228-3:2007 establece directrices ergonómicas para la valoración y gestión de tareas que implican movimientos repetitivos de los brazos, manos y muñecas, con la finalidad de evitar alteraciones musculoesqueléticas en la parte superior del cuerpo. Esta norma considera factores como la frecuencia de movimiento, la postura, la fuerza aplicada, la duración de la tarea y los tiempos de recuperación, siendo especialmente aplicable en actividades laborales que exigen esfuerzo repetitivo, como la recolección manual de residuos.

La rotación funcional consiste en distribuir de forma estratégica la jornada entre diferentes zonas, cada una con un nivel de esfuerzo diferente. De esta forma, se logra variar la carga muscular y permitir la recuperación de grupos musculares específicos, reduciendo la probabilidad de lesiones como tendinitis, síndrome del túnel carpiano o fatiga crónica. Para ello, la jornada se divide en bloques de 30 minutos, durante los cuales los trabajadores rotan entre tres zonas de trabajo diferenciadas dentro del proceso de recolección: acera/vereda, cunetas y esquinas, y carga/traslado de sacos al contenedor. Cada zona exige distintas posturas, movimientos y niveles de esfuerzo, por lo que su combinación estratégica contribuye al bienestar físico del empleado.


Además, se incorpora una pausa activa dirigida a media jornada (después de las 3 primeras horas), que permite liberar tensión muscular y mejorar la circulación. Este modelo de rotación funcional se complementa con una hoja de control diario, un cronograma visible y la supervisión directa de un líder de cuadrilla para garantizar su aplicación.

### **Cronograma de Rotación Funcional – Recolectores de Desechos Manuales**

**Turno: 06h00 – 12h00**

**Tabla 15:** Cronograma de rotación de funciones

<b>Bloque Horario</b>	<b>Zona A: Acera y vereda</b>	<b>Zona B: Cunetas / Esquinas</b>	<b>Zona C: Carga y traslado de sacos al contenedor</b>
<b>06:00 – 06:30</b>	Trabajador 1	Trabajador 2	Trabajador 3
<b>06:30 – 07:00</b>	Trabajador 2	Trabajador 3	Trabajador 1
<b>07:00 – 07:30</b>	Trabajador 3	Trabajador 1	Trabajador 2
<b>07:30 – 08:00</b>	Trabajador 1	Trabajador 2	Trabajador 3

08:00 – 08:30	Trabajador 2	Trabajador 3	Trabajador 1
08:30 – 09:00	Trabajador 3	Trabajador 1	Trabajador 2
09:00 – 09:10	 Pausa activa dirigida por líder de cuadrilla		
09:10 – 09:40	Trabajador 1	Trabajador 2	Trabajador 3
09:40 – 10:10	Trabajador 2	Trabajador 3	Trabajador 1
10:10 – 10:40	Trabajador 3	Trabajador 1	Trabajador 2
10:40 – 11:10	Trabajador 1	Trabajador 2	Trabajador 3
11:10 – 11:40	Trabajador 2	Trabajador 3	Trabajador 1
11:40 – 12:00	Trabajador 3	Trabajador 1	Trabajador 2

Nota. Elaboración propia

Descripción de las zonas de trabajo:

- Zona A (Acera y vereda): Recolección en trayectos planos, caminata constante. Menor exigencia de fuerza, más exigencia en pies y hombros.
- Zona B (Cunetas y esquinas): Flexiones de tronco, posturas incómodas, más impacto en muñecas, caderas y espalda.
- Zona C (Carga al contenedor): Esfuerzo físico mayor, levantamiento de sacos, empuje y arrastre.

### Instrucciones de aplicación:

1. Asignar a cada trabajador su número (1, 2, 3, etc.).
2. Cada 30 minutos deben rotar de zona.
3. Supervisores registran cumplimiento y observan signos de fatiga o dolor.
4. Aplicar una pausa activa diaria de al menos 10 minutos.
5. Adaptar el cronograma si hay más de 3 trabajadores.

### Recursos necesarios:

Para la implementación adecuada del sistema de rotación de funciones, se requerirá una lista de roles asignados a cada cuadrilla, lo que permitirá organizar de manera clara las tareas a realizar por cada integrante. Adicionalmente, se deberá disponer de una pizarra con la

planificación semanal de rotación, ubicada en un lugar visible para todo el equipo, con el fin de facilitar la consulta diaria y asegurar el cumplimiento del cronograma establecido. Estos recursos facilitarán una administración organizada de las actividades, favoreciendo la disminución del desgaste físico por tareas repetitivas.

### 3.4.3. Módulo 3: Aplicación de pausas activas programadas

**Riesgo abordado:** Fatiga muscular acumulada por esfuerzo continuo (REBA)

**Objetivo:** Reducir tensión muscular y recuperar la energía a lo largo de la jornada.


**Normas aplicables:** ISO 6385:2016







El método de pausas activas constituye una herramienta ergonómica y organizacional, diseñada para interrumpir de manera temporal la exposición constante a factores de riesgo musculoesquelético en tareas laborales de gran exigencia física, como la recolección de residuos sólidos. Esta estrategia se sustenta en los principios establecidos por la **norma ISO 6385:2016**, que orienta el diseño de sistemas de trabajo centrados en el bienestar del trabajador, y que establece la necesidad de adaptar las condiciones laborales a las capacidades humanas, considerando tanto factores fisiológicos como psicosociales. En el contexto operativo de la Empresa (EMASA EP) donde los trabajadores de recolección están expuestos a posturas forzadas, levantamiento de cargas, caminatas prolongadas y movimientos repetitivos, esta herramienta resulta esencial para preservar la salud ocupacional y garantizar la sostenibilidad del desempeño laboral.

**Contenido operativo:**

#### Procedimiento de Pausa Activa Programada

**Tabla 16:** Procedimiento de Pausa Activa Programada

Etapas	Descripción del Procedimiento	Instrumento Asociado
Paso 1: Inicio de jornada	 Registro de asistencia y verificación de equipo operativo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lista de asistencia impresa</li> <li>• Verificación visual del equipo de protección personal (EPP)</li> </ul>

Paso 2: 3 Horas de actividad laboral	 Trabajo continuo en recolección manual de residuos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cronograma de ruta asignada</li> <li>• Supervisión del cumplimiento por parte del líder de cuadrilla</li> </ul>
Paso 3: Alarma programada	 Activación automática con cronómetro o celular.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dispositivo móvil o reloj con alarma preestablecida</li> </ul>
Paso 4: Reunión en zona segura	 Coordinación por líder de cuadrilla en espacio previamente definido.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Señalización de zona segura</li> <li>• Instrucciones impresas visibles para el grupo</li> </ul>
Paso 5: Pausa activa – 10 minutos	 Estiramientos por zonas musculares (8 min) y respiración controlada (2 min).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Afiche ilustrado con la rutina</li> <li>• Cronómetro para el control del tiempo</li> </ul>
Paso 6: Registro de cumplimiento	 Firma del líder de turno en hoja de control diario.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hoja de control con lista de trabajadores</li> <li>• Bolígrafo</li> <li>• Carpeta archivadora</li> </ul>
Paso 7: Reinicio de actividades	 Continuación de jornada laboral con menor carga muscular.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Supervisión del reinicio</li> <li>• Revisión de condiciones físicas y de carga posterior a la pausa</li> </ul>

Nota. Elaborado por el autor

#### Recursos necesarios:

- Cronómetro o alarma móvil.
- Afiche con rutina ilustrada.
- Hoja de registro firmada por el líder de turno.

#### 3.4.4. Módulo 4: Reorganización de rutas con enfoque Ergo-Lean y 5S

**Riesgo abordado:** Sobrecarga física y duplicidad de tareas por desorganización operativa.

**Objetivo:** Optimizar rutas, equilibrar carga laboral.

**Normas aplicables:** ISO 45001:2018 / Principios Lean – 5S

#### Contenido operativo:

La reestructuración de rutas operativas a través de la metodología Ergo-Lean y el enfoque 5S constituye una estrategia completa para la mejora del trabajo físico y la mejora constante de

procesos dentro de la recolección de residuos. En el caso de EMASA EP, la realización diaria de recorridos prolongados y no estandarizados genera sobrecarga física, duplicidad de esfuerzos, descoordinación entre cuadrillas y tiempos improductivos, lo que impacta negativamente en la salud del personal.

Este módulo parte de un estudio técnico de las rutas existentes, evaluando parámetros como: distancia total recorrida, volumen de residuos por zona, frecuencia, tiempo promedio, puntos de acumulación crítica, accesibilidad y esfuerzo físico requerido. Con base en esos datos, se reorganizan los recorridos utilizando mapas impresos, códigos de zona y planificación semanal, aplicando criterios de distribución equitativa de carga laboral y reducción de pasos innecesarios.

El rediseño se apoya en la aplicación de la metodología 5S, proveniente del sistema de producción japonés y adoptada por el enfoque Lean Manufacturing (Luna Altamirano et al., 2020). Las 5S permiten estructurar el entorno operativo y el flujo de trabajo con orden y eficiencia:

**Tabla 17:** Procedimiento 5S Programada

<b>Etapa 5S</b>	<b>Operación específica</b>	<b>Instrumento o recurso necesario</b>	<b>Beneficio esperado</b>	<b>ergonómico</b>
<b>Seiri (Clasificar)</b>	Separar residuos que requieren manipulación especial.	Guantes gruesos, etiquetas de identificación de riesgo.	Reduce accidentes por objetos ocultos o mal embalados.	
<b>Seiton (Ordenar)</b>	Reorganizar la ruta de recolección evitando retrocesos.	Plano de recolección, cronograma de zonas.	Disminuye carga física por exceso de recorrido y mejora ritmo de trabajo.	
<b>Seiso (Limpiar)</b>	Limpiar área interna del camión al finalizar el turno.	Cepillo, trapo industrial, desinfectante.	Reduce riesgo de resbalones, mal olor y contaminantes en EPP.	
<b>Seiketsu (Estandarizar)</b>	Establecer rutina de pausas activas cada 3 h.	Cronómetro o alarma, guía ilustrada de estiramientos.	Disminuye fatiga acumulada y tensión muscular.	
<b>Shitsuke (Disciplinar)</b>	Capacitar mensualmente sobre levantamiento seguro carga.	Manual de ergonomía, video breve, pizarra móvil.	Refuerza buenas prácticas y disminuye reincidencia de malas posturas.	
	Asignar responsable de cuadrilla para revisión de 5S.	Bitácora de campo, distintivo de rol.	Mejora cumplimiento continuo y fomenta liderazgo operativo.	

Nota: Elaborado por el autor

**Tabla 18:** Rutas de recolección en cabecera cantonal

Hora	Ruta	Vehículo	Chofer	Supervisor	Operarios	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
7:00 - 14:00	Galápagos	PLACA YAA-2864	Calvin Suárez	Reinaldo Muñoz	Carlos Aguilar Bryan Aquino Darwin San Martín Ronny Rodríguez	X	X	X	X	X	X	Libre
7:00 - 14:00	Periférica	PLACA YAA-1262	Jorge Lainez	Elvis Suárez	Klever Tomalá Karl Montero Edwin González	X	X	X	X	X	X	Libre
7:00 - 14:00	Márquez de la plata	PLACA YAA-2811	Fidel D. A.	Héctor Montenegro	Jonathan Solízano Anthony Salinas	X	X	X	X	X	X	Libre
7:00 - 14:00	Ballenita	PLACA YAA-1262	Pedro Vera	Hernán Dominguez	Arón Rodríguez Segundo Castro Erick Granados Stalin Ricardo	X	X	X	X	X	X	Libre
7:00 - 14:00	Centro	PLACA YAA-1132	César Quimbuy	Kleiner Alejandro	Micho Ordoñez Anthony Salinas	X	X	X	X	X	X	Libre

Nota. Elaboración propia

Estas acciones se alinean con la norma ISO 45001:2018, que promueve entornos de trabajo seguros mediante la identificación y eliminación de peligros, y con la ISO 6385:2016, que fundamenta el rediseño de sistemas de trabajo con enfoque ergonómico.

Finalmente, la implementación se valida mediante observación directa en campo utilizando formatos estructurados de verificación, lo que permite realizar ajustes continuos y garantizar la sostenibilidad del cambio. Esta intervención no solo reduce el riesgo ergonómico por exceso de recorrido, sino que también fortalece la planificación, el control visual, la cultura preventiva y servicio de recolección de residuos.

## **Recursos necesarios:**

Mapa físico por zonas.

Planificador de rutas semanales

## **Reorganizar la ruta de recolección**

### **Justificación de la Optimización de las rutas**

La zona central del cantón Santa Elena constituye un eje urbano de alta densidad demográfica, distinguido por una elevada producción de residuos sólidos originados de fuentes de viviendas, comercio y servicios. Sin embargo, el análisis de los recorridos actuales evidencia ineficiencias operativas, tales como superposición de trayectos, desplazamientos prolongados y ausencia de una planificación secuencial y zonificada. Estas deficiencias generan sobrecarga física en el personal operativo, aumentan los tiempos improductivos y elevan el consumo de recursos logísticos como el combustible (Shahparvari et al., 2021). La reestructuración y optimización de las rutas permitiría disminuir el tiempo total de operación, reducir las distancias recorridas, optimizar el consumo energético y mejorar significativamente las condiciones ergonómicas del trabajador al prevenir traslados redundantes, maniobras innecesarias y esfuerzos físicos excesivos.

### **Objetivo**

Elaborar una ruta optimizada que cubra las zonas de mayor densidad urbana del cantón Santa Elena, priorizando la reducción de tiempos de recorrido, el orden lógico de recolección por sectores y la mejora de las condiciones ergonómicas del personal operativo.

### **Metodología Aplicada**

#### **a. Diagnóstico Inicial**

Se analizó el recorrido original de la zona central, identificando calles con cobertura duplicada, rutas sin una secuencia lógica definida y transiciones ineficientes entre sectores.

#### **b. Herramientas de Optimización**

Se utilizaron herramientas SIG (Sistemas de Información Geográfica) y OpenRouteService para trazar rutas adecuadas. Además, organizando la ruta por cuadrantes y trazados continuos.

### c. Parámetros Considerados

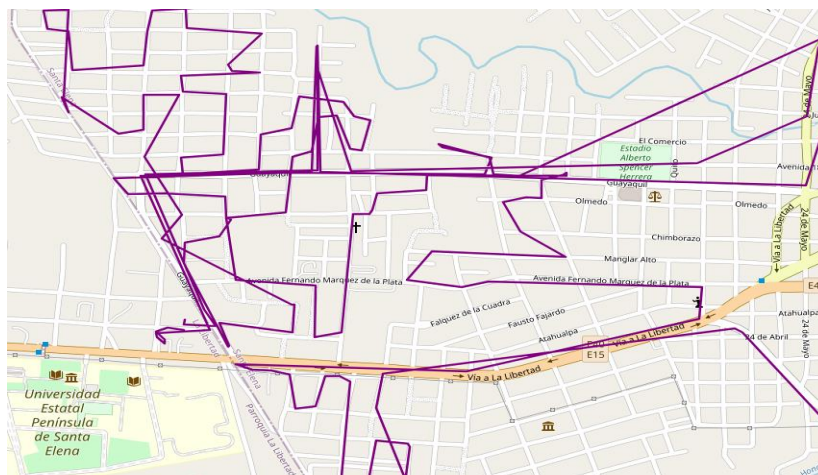
**Tabla 19:** Parámetros de rutas

Parámetro	Valor Considerado
Punto de partida	Base central de operaciones EMASA EP
Tipo de ruta	Circular (ida y retorno al punto de partida)
Criterio de optimización	Menor distancia total con cobertura completa
Criterios ergonómicos	Reducción de maniobras, giros y retrocesos

Nota. Elaboración propia

Ruta Márquez de la plata (ruta original)

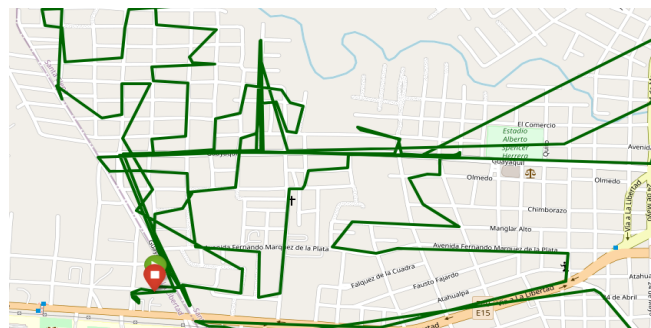
**Figura 41:** Rutas de recolección de residuos trazadas en la actualidad



Nota. Elaboración propia

Ruta Márquez de la plata (ruta optimizada)

**Figura 42:** Rutas de recolección de residuos optimizada Márquez de la plata



Nota. Elaboración propia

### Resultados de la Optimización

La comparación entre la ruta original y la ruta optimizada arroja los siguientes resultados:

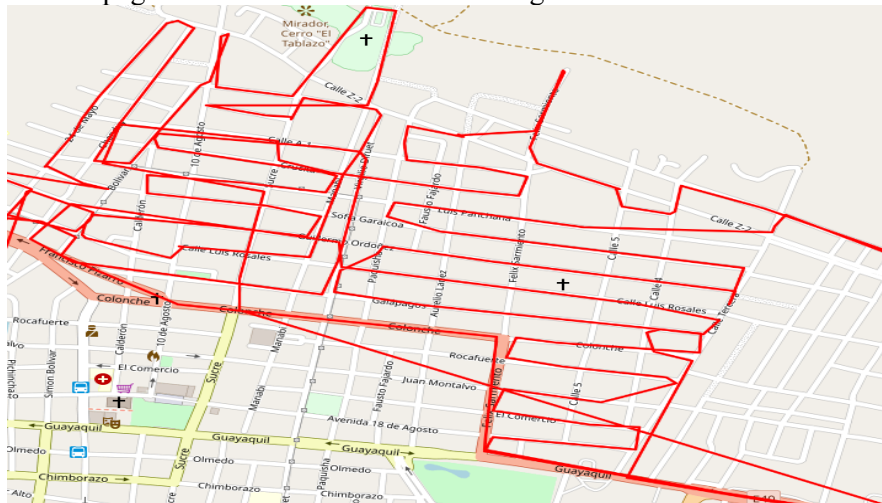
**Tabla 20:** Ruta comparativa Márquez de la plata

Indicador	Ruta Original	Ruta Optimizada	Mejora (%)
Longitud total del recorrido	63 km	55 km	13.36 %
Tiempo estimado de operación	6h 40 min	6h 10 min	30.0 %
Calles con retrabajo	11	0	100 %
Puntos de giro brusco	8	4	50 %

Nota. Elaboración propia

**Ruta Galápagos (ruta original)**

**Figura 43:** Ruta Galápagos de recolección de residuos original



Nota. Elaboración propia

**Ruta Galápagos (ruta optimizada)**

**Figura 44:** Ruta Galápagos de recolección de residuos optimizada



Nota. Elaboración propia

**Resultados de la Optimización**

La comparación entre la ruta original y la ruta optimizada arroja los siguientes resultados:

**Tabla 21:** Ruta comparativa Ruta Galápagos

Indicador	Ruta Original	Ruta Optimizada	Mejora (%)
Longitud total del recorrido	43 km	36 km	16 %
Tiempo estimado de operación	6h 40 min	6h 10 min	30 %
Calles con retrabajo	11	0	100 %
Puntos de giro brusco	8	3	62.5 %

Nota. Elaboración propia

**Ruta Ballenita (ruta original)**

**Figura 45:** Ruta Ballenita de recolección de residuos original



Nota. Elaboración propia

**Ruta Ballenita (ruta optimizada)**

**Figura 46:** Ruta Ballenita de recolección de residuos optimizada



Nota. Elaboración propia

**Resultados de la Optimización**

La comparación entre la ruta original y la ruta optimizada arroja los siguientes resultados:

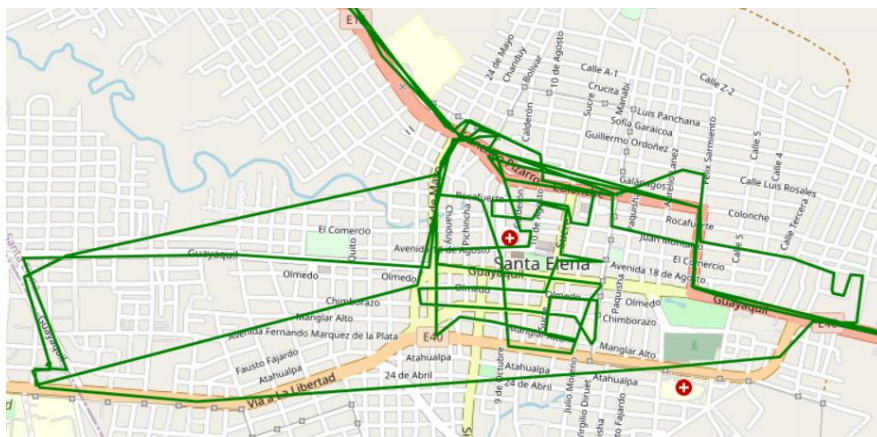
**Tabla 22:** Ruta comparativa Ruta Ballenita

Indicador	Ruta Original	Ruta Optimizada	Mejora (%)
Longitud total del recorrido	70 km	62 km	11.42 %
Tiempo estimado de operación	6h 40 min	6h 10 min	30 %
Calles con retrabajo	11	0	100 %
Puntos de giro brusco	12	8	33.3 %

Nota. Elaboración propia

**Ruta Centro (ruta original)**

**Figura 47:** Ruta Centro de recolección de residuos original



Elaborado por el autor

**Ruta Centro (ruta optimizada)**

**Figura 48:** Ruta Ballenita de recolección de residuos optimizada



Nota. Elaboración propia

**Resultados de la Optimización**

La comparación entre la ruta original y la ruta optimizada arroja los siguientes resultados:

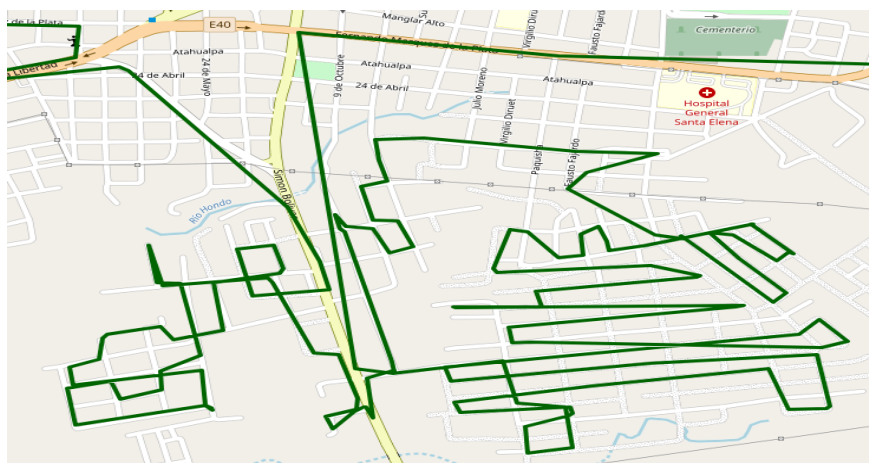
**Tabla 23:** Ruta comparativa Ruta Ballenita

Indicador	Ruta Original	Ruta Optimizada	Mejora (%)
Longitud total del recorrido	40 km	36 km	10 %
Tiempo estimado de operación	6h 40 min	6h 10 min	30 %
Calles con retrabajo	11	0	100 %
Puntos de giro brusco	10	6	40 %

Nota. Elaboración propia

**Ruta Periférica (ruta original)**

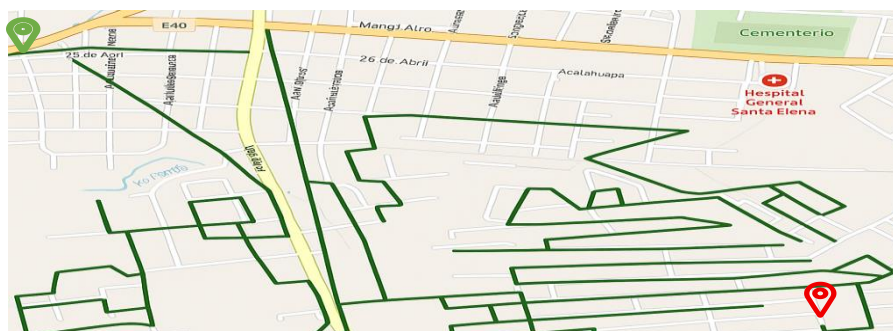
**Figura 49:** Ruta Periférica de recolección de residuos original



Nota. Elaboración propia

**Ruta Periférica (ruta optimizada)**

**Figura 50:** Ruta Periférica de recolección de residuos optimizada



Nota. Elaboración propia

## Resultados de la Optimización

La comparación entre la ruta original y la ruta optimizada arroja los siguientes resultados:

**Tabla 24:** Ruta comparativa Ruta Periférica

Indicador	Ruta Original	Ruta Optimizada	Mejora (%)
Longitud total del recorrido	31 km	27 km	13%
Tiempo estimado de operación	6h 40 min	6h 10 min	30 %
Calles con retrabajo	11	0	100 %
Puntos de giro brusco	10	5	50 %

Nota. Elaboración propia

### 3.4.5. Módulo 5: Dotación y uso obligatorio del EPP adecuado

**Riesgo abordado:** Exposición directa a clima, agentes contaminantes y riesgos físicos.

**Objetivo:** Proteger la integridad del trabajador durante toda la jornada.

**Normas aplicables:** Reglamento de SST Ecuador / ISO 45001:2018

#### Contenido operativo:

La utilización de Equipos de Protección Personal (EPP) es un elemento crucial en toda estrategia de Seguridad y Salud Laboral, particularmente en tareas de alto riesgo como la recolección manual de residuos sólidos. En el contexto de EMASA EP, el personal expuesto diariamente a condiciones climáticas extremas, agentes contaminantes, objetos punzantes, ruido y polvo, necesitan una protección continua para mantener su integridad física y prevenir enfermedades laborales y accidentes en el trabajo.

Este módulo se basa en los lineamientos establecidos por el Reglamento de Seguridad y Salud del Trabajo de Ecuador, así como en la norma internacional ISO 45001:2018, que establece la obligación de detectar riesgos y manejar los peligros mediante estrategia de prevención y uso del EPP. Bajo esta perspectiva, la dotación de protección no es una acción independiente, sino parte de un proceso sistemático y verificable que garantiza su correcta utilización y seguimiento.

El procedimiento contempla la distribución inicial de un kit completo de EPP, que incluye chaleco reflectivo, guantes, mascarilla, gorro, pantalones, buso y zapatos apropiados para realizar la recolección en las vías públicas. Además de esta entrega, se realiza una capacitación

práctica sobre el uso adecuado, instalación y conservación del equipo, destacando la relevancia y promoviendo una cultura de autocuidado.

Posteriormente, se ejecuta un registro personal firmado que demuestre la recepción responsable del EPP. Antes del inicio de cada ruta, el supervisor realiza una verificación visual diaria del uso completo del equipo mediante una lista de chequeo, asegurando el cumplimiento de la normativa y fomentando una cultura de autocuidado.

La implementación de este módulo no solo cumple con los marcos legales vigentes, sino que también fortalece el componente preventivo del método Ergo-Lean, al reducir la probabilidad de incidentes y enfermedades relacionadas con la exposición directa a riesgos físicos y biológicos en el entorno de trabajo.

**Figura 51:** Kits completo de EPP



Nota. Elaboración propia

#### **Recursos necesarios:**

Kit completo de EPP.

Ficha de entrega firmada.

Lista de chequeo visual del supervisor.

#### **Beneficios de la Propuesta**

De acuerdo con el diagnóstico ergonómico y de condiciones laborales realizado en EMASA EP (Etapa 4), así como las propuestas de mejora integradas bajo el enfoque del método Ergo-Lean

(Etapa 5), y considerando los hallazgos de investigaciones similares presentadas en la matriz referencial del estado del arte, se proyecta que la implementación de esta propuesta generaría los siguientes beneficios específicos para la empresa:

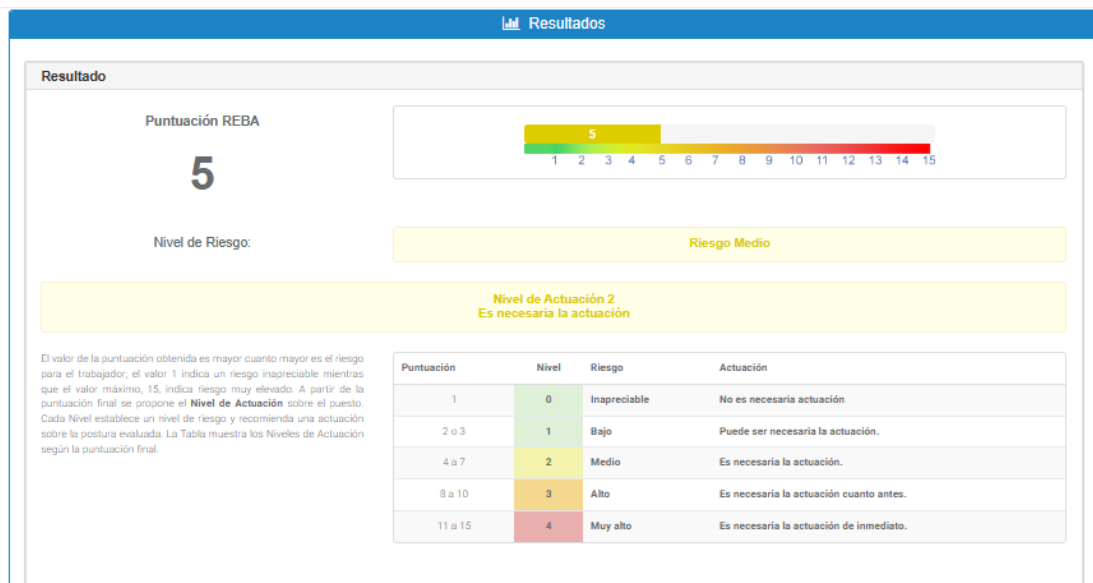
- Entornos de trabajo más seguros y saludables: Gracias al rediseño ergonómico de las actividades de recolección manual de residuos en vía pública, se mitigan posturas forzadas, movimientos repetitivos y esfuerzos físicos innecesarios, mejorando el bienestar del personal operativo.
- Reducción de riesgos ergonómicos hasta en un 57%: La aplicación de técnicas del método Ergo-Lean y la implementación de pausas activas, rotación funcional de tareas y uso adecuado de EPP contribuirán a una disminución significativa del nivel de riesgo y sus consecuencias negativas (lesiones osteomusculares, ausentismo, etc.).
- Mayor motivación e implicación del personal recolector: La mejora en las condiciones laborales y la percepción de cuidado hacia la salud del trabajador favorecen un mejor clima laboral y fortalecen el compromiso con la institución.
- Incremento del 15% en la productividad operativa: La optimización de tiempos mediante procedimientos estandarizados, como levantamiento seguro de cargas, distribución de funciones, capacitación técnica, reflejado en una recolección más fluida, continua y estructurada, con menor desgaste físico del personal operativo.
- Fortalecimiento de la imagen institucional y competitividad: La empresa proyecta una gestión moderna y responsable en Seguridad y Salud en el Trabajo (SST), lo que impulsa la mejora continua y eleva su reputación ante la ciudadanía y entes de control.
- Fundamento técnico para la futura implementación de normativas SST: La propuesta sirve como base para la incorporación progresiva de normas internacionales como la ISO 45001:2018 e ISO 11228, fortaleciendo la cultura preventiva de la empresa.

### **Resultado REBA post las capacitaciones**

Al finalizar la evaluación ergonómica después de aplicar el desarrollo de las capacitaciones, se utilizó el método REBA para evaluar los niveles de riesgo postural en las tareas de recolección de residuos. El puntaje alcanzado fue de 5, correspondiente a un riesgo medio (Nivel de Actuación 2). Este valor muestra una mejora en comparación con evaluaciones anteriores, evidenciando que las capacitaciones contribuyeron positivamente en la concienciación del

personal operativo y en la adopción de mejores prácticas en el levantamiento de cargas, posturas y pausas activas.

**Figura 52:** Resultado de método REBA (Post capacitación)



Nota. Elaboración propia

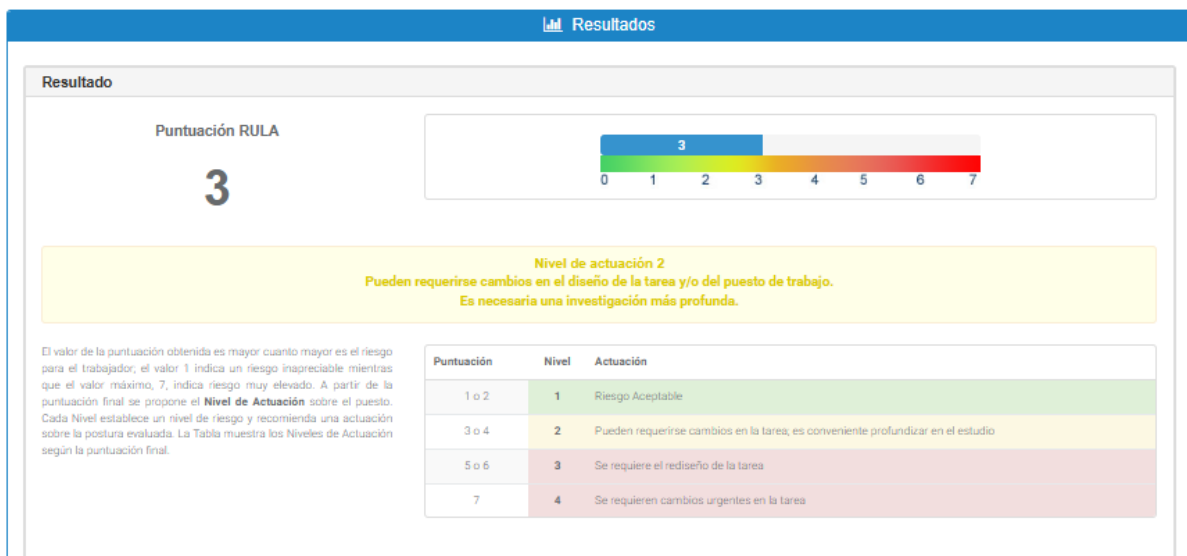
Al comparar los resultados obtenidos mediante el método REBA antes y después de la implementación del plan de capacitaciones ergonómicas, se evidencia una mejora sustancial en la puntuación alcanzada. En la evaluación inicial, se registró un puntaje de **10**, correspondiente a un riesgo alto (Nivel de Actuación 3), lo que exigía una intervención inmediata para mitigar los efectos negativos derivados de posturas inadecuadas. Tras la ejecución del plan de acción que contempló capacitaciones sabatinas, pausas activas programadas, reorganización de tareas y dotación adecuada de equipos de protección personal la puntuación REBA disminuyó a 5, ubicándose en el rango de riesgo medio (Nivel de Actuación 2), donde aún se requiere intervención, aunque con menor urgencia. Esta reducción representa una mejora del 50 % en los niveles de riesgo postural, lo que demuestra el impacto positivo de las medidas implementadas y respalda la necesidad de mantener y fortalecer las estrategias preventivas en el entorno laboral.

### Resultado RULA post las capacitaciones

Como parte de la evaluación postural complementaria a la intervención ergonómica, se aplicó el método RULA con el objetivo de analizar el riesgo asociado a posturas adoptadas principalmente en el tronco superior, cuello, hombros y brazos durante las tareas operativas. El resultado obtenido fue una puntuación de 3, correspondiente al Nivel de actuación 2, lo que

indica que pueden requerirse cambios en el diseño de la tarea y/o del puesto de trabajo, siendo recomendable realizar una investigación más profunda. Esta puntuación sugiere que, si bien las condiciones observadas no representan un riesgo inmediato, existen aspectos que deben ser revisados para evitar el desarrollo de trastornos musculoesqueléticos a mediano plazo. El resultado refuerza la importancia de continuar con medidas preventivas, como la evaluación del mobiliario, las herramientas utilizadas y la adecuación del entorno de trabajo al perfil biomecánico del trabajador.

**Figura 53:** Resultado de método RULA (Post capacitación)



Nota. Elaboración propia

Al comparar los resultados obtenidos mediante el método RULA antes y después de la ejecución del plan de intervención ergonómica, se evidencia una mejora sustancial en el nivel de riesgo postural asociado a las tareas operativas. En la evaluación inicial se obtuvo una puntuación de 7, correspondiente al Nivel de actuación 4, lo que implicaba la necesidad de realizar de manera inmediata cambios en el diseño de la tarea y/o del puesto de trabajo. Después de implementar estrategias como sesiones de formación, pausas activas, reestructuración del ambiente de trabajo y aprovisionamiento apropiado de herramientas, la calificación se disminuyó a 3, situándose en el Nivel de actuación 2. Este nivel indica que pueden necesitarse algunas modificaciones en el diseño del trabajo, aunque ya no se percibe como urgente, lo que constituye una mejora considerable. En términos numéricos, esta disminución representa un incremento del 57,1% en la estimación del riesgo postural.

## Cronograma de capacitaciones para el personal operativo

El siguiente cronograma presenta la planificación de las sesiones de capacitación dirigidas al personal operativo de recolección de residuos sólidos. Estas actividades han sido diseñadas como parte de la estrategia de intervención ergonómica para fortalecer las competencias del personal en temas relacionados con la prevención de riesgos laborales, la mejora de las condiciones de trabajo y la aplicación de buenas prácticas en el desempeño de sus funciones.

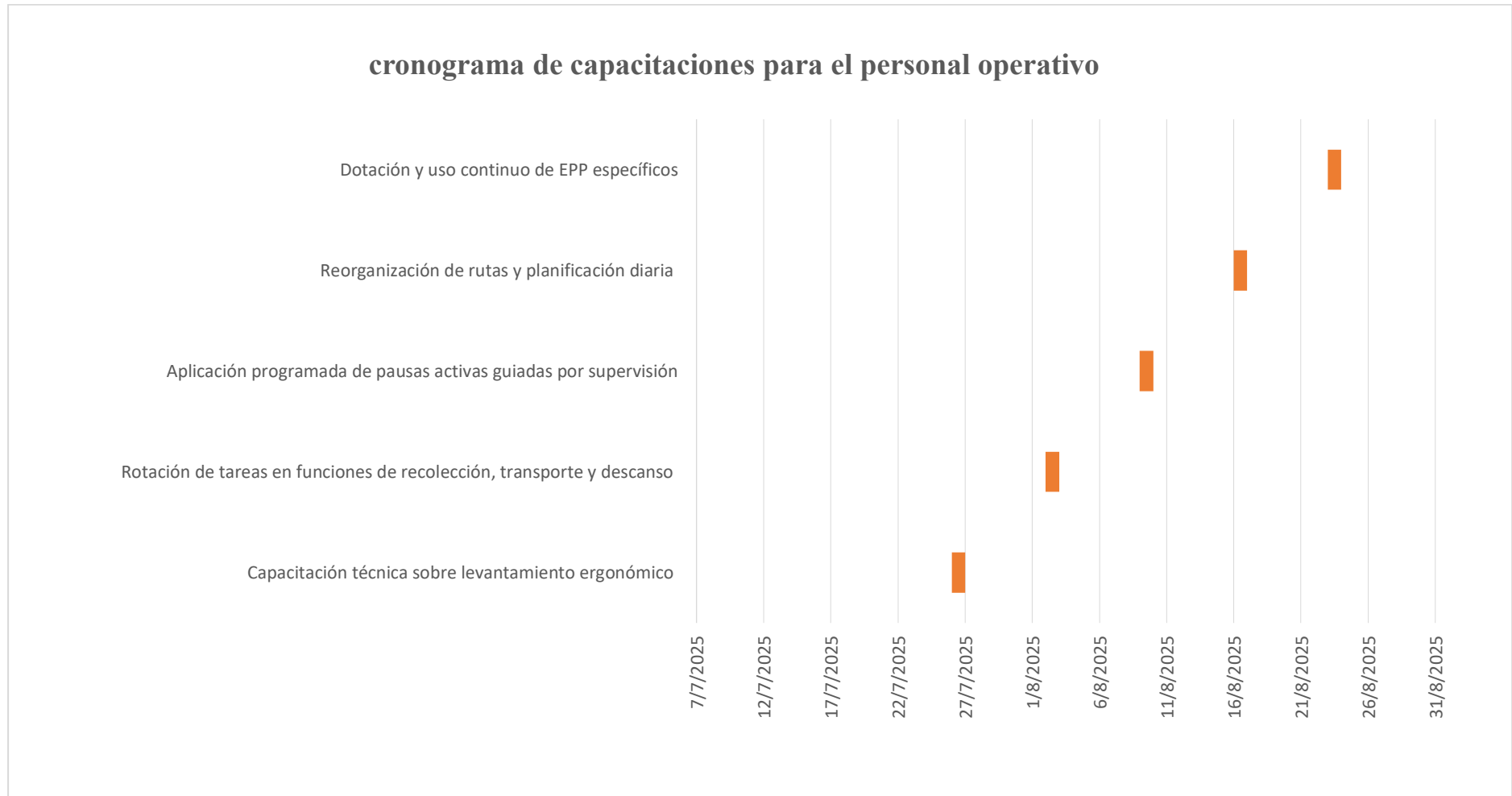
**Tabla 25:** Cronograma de capacitación al personal operativo

Nombre	Día	Inicio	Final	Fase	Observación
Capacitación técnica sobre levantamiento ergonómico	1	26/07/25	26/07/25	Formación y capacitación	Capacitación después de la jornada laboral
Rotación de tareas en funciones de recolección, transporte y descanso	1	02/08/25	02/08/25	Implementación operativa	Capacitación después de la jornada laboral
Aplicación programada de pausas activas guiadas por supervisión	1	09/08/25	09/08/25	Formación y capacitación	Capacitación después de la jornada laboral
Reorganización de rutas y planificación diaria	1	16/08/25	16/08/25	Diagnóstico y planificación	Capacitación después de la jornada laboral
Dotación y uso continuo de EPP específicos	1	23/08/25	23/08/25	Implementación operativa	Capacitación después de la jornada laboral

Nota. Elaboración propia

Las capacitaciones se realizarán de manera presencial los sábados, después de la jornada laboral habitual, con una duración estimada de 2 horas por sesión. Esta modalidad busca facilitar la participación del personal sin interferir con las actividades operativas diarias, garantizando así un proceso formativo continuo, ordenado y pertinente con los objetivos del plan de acción ergonómico.

**Figura 54:** Diagrama de Gantt de post capacitación



Nota. Elaboración propia

### 3.5.Presupuesto

**Tabla 26:** Presupuesto de implementación de la propuesta

Rubro	Descripción	Cant.	Costo Unitario	Costo Total
<b>Humano</b>	Investigador	1	\$ 800,00	\$ 800,00
	Asistente del Jefe de Planta	1	\$ 800,00	\$ 800,00
<b>Tecnología</b>	Computador	1	\$ 1.300,00	\$ 1.300,00
	Impresora	1	\$ 450,00	\$ 450,00
	Softwares	1	\$ 100,00	\$ 100,00
	Internet	1	\$ 30,00	\$ 30,00
<b>Materiales de Oficina</b>	Hojas, carpetas, bolígrafos, etc.	1	\$ 50,00	\$ 50,00
	Tintas	2	\$ 30,00	\$ 60,00

Nota. Elaboración propia

**Tabla 27:** Presupuesto de implementación de la propuesta otros

Rubro	Descripción	Cant.	Costo Unitario	Costo Total
<b>Otros</b>	Capacitaciones	5	\$ 300,00	\$ 1.500,00
	Transportes	1	\$ 400,00	\$ 400,00

Nota. Elaboración propia

**Tabla 28:** Presupuesto total de implementación de la propuesta

Subtotal	<b>\$ 5.490,00</b>
Imprevistos (7%)	\$ 384,30
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 5.874,30</b>

Nota. Elaboración propia

## CONCLUSIONES

El análisis bibliográfico permitió identificar que los peligros ergonómicos en la recolección de residuos sólidos son una problemática común en contextos similares al de EMASA EP. Se observó una alta recurrencia de lesiones en la zona lumbar y en extremidades superiores, causadas principalmente por posturas forzadas, levantamiento manual de cargas y movimientos repetitivos. Las metodologías empleadas en diversos estudios, como REBA, RULA, han sido aplicadas en sectores operativos con características similares para describir y clasificar los niveles de riesgo presentes en las actividades.

La aplicación de instrumentos como el cuestionario estructurado, junto con los procedimientos REBA y RULA a través de la herramienta Ergoniza, facilitó la descripción de las condiciones laborales del personal de recolección. Los resultados mostraron niveles de riesgo que requieren atención inmediata, con presencia reiterada de posturas inclinadas, manipulación manual de cargas y falta de conocimiento en técnicas adecuadas de levantamiento. Las condiciones observadas señalan la necesidad de reconsiderar elementos del ambiente y de las actividades operativas.

Basándose en los resultados obtenidos, se elaboró un plan basado en el método Ergo-Lean, con el propósito de disminuir los riesgos ergonómicos identificados en las tareas de recolección. Este plan contempla medidas vinculadas con la organización laboral, pausas activas, rediseño de herramientas, y capacitación técnica del personal. Su aplicación puede contribuir a mejorar las condiciones físicas en que se desarrolla la jornada laboral y evitar incomodidades o lesiones derivadas de esfuerzos repetitivos y posturas incorrectas.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda aplicar de manera progresiva el método Ergo-Lean en las operaciones de recolección de residuos sólidos, iniciando por aquellas tareas que exponen al trabajador a posturas forzadas, levantamiento manual de cargas y movimientos repetitivos. Esta implementación debe partir de una evaluación inicial de riesgos, utilizando herramientas como REBA y RULA. Posteriormente, se deben incorporar principios de mejora continua, estandarización y eliminación de desperdicios operativos. La aplicación gradual permitirá validar los resultados en zonas críticas antes de ampliar el modelo. La participación del personal operativo será clave en la identificación de oportunidades de mejora.

Se sugiere desarrollar un programa de capacitación ergonómica trimestral de formación al personal operativo, enfocado en prevenir lesiones musculoesqueléticas. Este programa debe contener información acerca del uso adecuado del cuerpo, técnicas seguras de levantamiento y estrategias de rotación de tareas. Las sesiones necesitan fusionar teoría, ejemplos prácticos y evaluación de competencias. Además, se aconseja proporcionar recursos visuales de respaldo y llevar a cabo un seguimiento posterior en terreno. Esta capacitación ayudará a disminuir la exposición a peligros físicos y a potenciar la sensibilidad ergonómica entre los empleados.

Es importante reestructurar las rutas de recolección considerando criterios ergonómicos y logísticos, con el fin de disminuir la carga física innecesaria y optimizar el recorrido. Es necesario analizar la secuencia de carga, la inclinación de las vías, la accesibilidad y la frecuencia de recolección. Esta reestructuración posibilitará reducir los traslados manuales de carga, balancear el trabajo entre turnos y prevenir sobrecargas en áreas específicas. Se recomienda el uso de herramientas de georreferenciación para mejorar los trayectos. La correcta organización de rutas contribuirá a la salud del trabajador y al rendimiento operativo.

Finalmente, se debe establecer un sistema de monitoreo regular para medir el impacto de las mejoras aplicadas. Este sistema necesita contar con herramientas validadas como REBA y RULA para identificar variaciones en los niveles de riesgo. La aplicación regular de estas herramientas facilitará tomar decisiones preventivas y ajustar las condiciones laborales cuando se requiera. Los resultados deben documentarse y comunicarse al personal para fomentar la participación y la mejora continua. Este seguimiento será esencial para asegurar la permanencia del método Ergo-Lean a lo largo del tiempo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, R. H. (2022). Working conditions, ergonomic risks and their effects on the health of nursing personnel. *Salud, Ciencia y Tecnología*, 2, 61. <https://doi.org/10.56294/saludcyt202261>
- Alfaro-Pozo, R., & Bautista-Valhondo, J. (2024). Impact of limiting the ergonomic risk on the economic and productive efficiency of an assembly line. *International Journal of Production Research*, 62(1–2), 122–140. <https://doi.org/10.1080/00207543.2023.2283577>
- Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959–975. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>
- Atiencia-Campoverde, J. C., & Solano-Peláez, J. L. (2024). Riesgos ergonómicos asociados a la operación de maquinaria pesada: volquetes del Gobierno Municipal, Sucúa- Ecuador. *MQRInvestigar*, 8(3), 20–36. <https://doi.org/10.56048/mqr20225.8.3.2024.20-36>
- Bazaluk, O., Tsopa, V., Cheberichko, S., Deryugin, O., Radchuk, D., Borovytskyi, O., & Lozynskyi, V. (2023). Ergonomic risk management process for safety and health at work. *Frontiers in Public Health*, 11. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1253141>
- Capodaglio, E. M. (2022). Participatory ergonomics for the reduction of musculoskeletal exposure of maintenance workers. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 28(1), 376–386. <https://doi.org/10.1080/10803548.2020.1761670>
- Carrasco, J., López Asqui, A. I., & Barreno Gadvay, A. D. (2023). Riesgos ergonómicos y su influencia en el desempeño laboral. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 4(2). <https://doi.org/10.56712/latam.v4i2.836>

- Carvalho Alves, A., Ferreira, A. C., Costa Maia, L., P. Leão, C., & Carneiro, P. (2019). A symbiotic relationship between Lean Production and Ergonomics: insights from Industrial Engineering final year projects. *International Journal of Industrial Engineering and Management*, 10(4), 243–256. <https://doi.org/10.24867/IJIEM-2019-4-244>
- Cervantes Morant, A. H. (2023). 1132-6255-medtra-32-03-189.
- Chambergo-Michilot, D., Diaz-Barrera, M. E., & Benites-Zapata, V. A. (2021). Revisiones de alcance, revisiones paraguas y síntesis enfocada en revisión de mapas: aspectos metodológicos y aplicaciones. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 38(1), 136–142. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2021.381.6501>
- Del Cid, A., Méndez Rojas, R., & Sandoval, F. (2011). *Investigación. Fundamentos y metodología (2.ª ed.)* (Segunda).
- Díaz Dumont, J. R., Suárez Mansilla, S. L., Santiago Martínez, R. N., & Bizarro Huamán, E. M. (2020). Accidentes laborales en el Perú: Análisis de la realidad a partir de datos estadísticos. *Revista Venezolana de Gerencia*, 25(89), 312–329.
- Dominguez-Alfaro, D., Mendoza-Muñoz, I., Navarro-González, C. R., Montoya-Reyes, M. I., Cruz-Sotelo, S. E., & Vargas-Bernal, O. Y. (2021). ErgoVSM: A new tool that integrates ergonomics and productivity. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 14(3), 552. <https://doi.org/10.3926/jiem.3507>
- Dörflinger, N., & Tisch, A. (2023). Occupational health in a post-pandemic world of work. Introduction to this special issue. *Zeitschrift Für Sozialreform*, 69(4), 241–252. <https://doi.org/10.1515/ZSR-2023-0021>
- Ergonautas. (2023). *Software para la gestión de la ergonomía de puestos de trabajo*. 2024.
- Evinia, E., & Sitokdana, M. N. N. (2023). Risk Management Based IT Analysis Using ISO 31000 (Case Study: PT Bawen Mediatama). *Journal of Information Systems and Informatics*, 5(1), 380–390. <https://doi.org/10.51519/journalisi.v5i1.420>

- Fan, C., Mei, Q., & Li, X. (2024). 3D pose estimation dataset and deep learning-based ergonomic risk assessment in construction. *Automation in Construction*, 164. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2024.105452>
- Germán Fiallos. (2021). La Correlación de Pearson y el proceso de regresión por el Método de Mínimos Cuadrados. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(3), 2491–2509. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v5i3.466](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i3.466)
- Gómez Gonzales, W., Gonzales Santos, E., & Rosales Rojas, R. (2015). *Metodología de la Investigación*. Universidad María Auxiliadora. <https://hdl.handle.net/20.500.12970/96>
- Gómez-García, A. R., Merino-Salazar, P., Reiban, T. C. G., & Yela, L. A. R. (2023). Long working hours and occupational injuries: estimates from the First Survey on Safety and Health Conditions at Work in Ecuador. *Archivos de Prevención Riesgos Laborales*, 26(1), 25–40. <https://doi.org/10.12961/aprl.2023.26.01.03>
- Guillermina Baena Paz. (2017). *Metodología de la INVESTIGACIÓN Serie integral por competencias* (tercera).
- Hardjomidjojo, H., Pranata, C., & Baigorria, G. (2022). Rapid assessment model on risk management based on ISO 31000:2018. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1063(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1063/1/012043>
- Hernández Sampieri et al., R. (2014). *Metodología de la Investigación Sampieri. Sexta Edición*. <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>
- Ikhwan, M. F., Mansor, W., Khan, Z. I., Adzhar Mahmood, M. K., Bujang, A., & Haddadi, K. (2024). Pearson Correlation and Multiple Correlation Analyses of the Animal Fat S-Parameter. *TEM Journal*, 155–160. <https://doi.org/10.18421/TEM131-15>

- Izah, S. C., Sylva, L., & Hait, M. (2023). Cronbach's Alpha: A Cornerstone in Ensuring Reliability and Validity in Environmental Health Assessment. *ES Energy & Environment*. <https://doi.org/10.30919/esee1057>
- Javier Santabárbara. (2019). Cálculo del intervalo de confianza para los coeficientes de correlación mediante sintaxis en SPSS. *REIRE Revista d Innovació i Recerca En Educació*, 12 (2). <https://doi.org/10.1344/reire2019.12.228245>
- José Luis Arias Gonzáles, & Mitsuo Covinos Gallardo. (2021). *Diseño y metodología de la investigación* (Primera).
- Landekić, M., Martinić, I., Mijoč, D., Bakarić, M., & Šporčić, M. (2021). Injury Patterns among Forestry Workers in Croatia. *Forests*, 12(10), 1356. <https://doi.org/10.3390/f12101356>
- Luna Altamirano, K. A., Quizhpe Peralta, L. G., & Bravo Chimbo, K. M. B. C. (2020). Plan de mejora enfocado en la seguridad industrial para la empresa Inmeplast basado en las 5S. *Ciencia Digital*, 4(1), 111–125. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v4i1.1074>
- Mamani Hualpa, R. S. (2021). Impacto de la ergonomía en la productividad, una revisión sistemática entre los años 2016 – 2021. *Qantu Yachay*, 1(1), 46–50. <https://doi.org/10.54942/qantuyachay.v1i1.6>
- Mozzi, V., Catia, P., & Principi, M. (2019). Ergolean: quando ergonomia e lean manufacturing integrano il management e la sicurezza aziendale. *Journal of Advanced Health Care*, 2(1). <https://doi.org/10.36017/jahc20202157>
- Nabi, M. H., Kongtip, P., Woskie, S., Nankongnab, N., Sujirarat, D., & Chantanakul, S. (2021). Factors Associated with Musculoskeletal Disorders Among Female Readymade Garment Workers in Bangladesh: A Comparative Study Between OSH Compliant and Non-Compliant Factories. *Risk Management and Healthcare Policy*, Volume 14, 1119–1127. <https://doi.org/10.2147/RMHP.S297228>

- Ñaupas Paitán, Humberto., Mejía Mejía, Elías., & Novoa Ramírez, Eliana. (2014). *Metodología de la investigación: Cuantitativa - Cualitativa y Redacción de la Tesis, 4ta Edición*. <http://librodigital.sangregorio.edu.ec/librosusgp/B0028.pdf>
- Onofrejova, D., Andrejiova, M., Porubcanova, D., Pacaiova, H., & Sobotova, L. (2024). A Case Study of Ergonomic Risk Assessment in Slovakia with Respect to EU Standard. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 21(6), 666. <https://doi.org/10.3390/ijerph21060666>
- Organización Panamericana de la Salud Ministerio de Salud Pública. (2021). *PANORAMA NACIONAL DE SALUD DE LOS TRABAJADORES*.
- Ortiz Porras, J., Bancovich Erquínigo, A., Candia Chávez, T., Huayanay Palma, L., & Ruez Guevara, L. (2023). Método ergonómico para reducir el nivel de riesgo de trastornos musculoesqueléticos en una pyme de confección textil de Lima - Perú. *Industrial Data*, 25(2), 143–169. <https://doi.org/10.15381/idata.v25i2.22769>
- Pfendtner-Heise, J., Ackerschott, A., Schwenck, C., Lang, D. J., & von Wehrden, H. (2024). Making mutual learning tangible: Mixed-method Delphi as a tool for measuring the convergence of participants' reciprocal understanding in transdisciplinary processes. *Futures*, 159, 103365. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2024.103365>
- Ramírez-Pozo, E. G., & Montalvo Luna, M. (2019). Frecuencia de trastornos musculoesqueléticos en los trabajadores de una refinería de Lima, 2017. *Anales de La Facultad de Medicina*, 80(3), 337–341. <https://doi.org/10.15381/anales.803.16857>
- Renuka Dhole, Deepali Patil, & Angela Kapoor. (2021). Impact of Workstation Exercise and Ergonomic Exercise on Nursing Population – A Randomized Clinical Trial Research Protocol. *Indian Journal of Forensic Medicine & Toxicology*. <https://doi.org/10.37506/ijfmt.v15i1.13483>
- Roberto Hernández Sampieri, Carlos Fernández Collado, & María del Pilar Baptista Lucio. (2014). *Metodología de la Investigación (Sexta)*.

- Rodríguez-Rodríguez, J., & Reguant-Álvarez, M. (2020). Calcular la fiabilidad de un cuestionario o escala mediante el SPSS: el coeficiente alfa de Cronbach. *REIRE Revista d Innovació i Recerca En Educació*, 13(2). <https://doi.org/10.1344/reire2020.13.230048>
- Sabino, I., Fernandes, M. do C., Cepeda, C., Quaresma, C., Gamboa, H., Nunes, I. L., & Gabriel, A. T. (2024). Application of wearable technology for the ergonomic risk assessment of healthcare professionals: A systematic literature review. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 100, 103570. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2024.103570>
- Shahparvari, S., Soleimani, H., Govindan, K., Bodaghi, B., Fard, M. T., & Jafari, H. (2021). Closing the loop: Redesigning sustainable reverse logistics network in uncertain supply chains. *Computers & Industrial Engineering*, 157, 107093. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.107093>
- Shi, X., He, X., Liu, Q., Feng, L., Li, Y., Zhang, X., Cheng, Z., Zhang, C., & Gao, Y. (2024). Conducting and reporting the Delphi method in traditional Chinese medicine syndrome diagnosis research: A cross-sectional analysis. *Heliyon*, 10(3), e25162. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e25162>
- Sreenivasan, A., & Suresh, M. (2023). Exploring the contribution of sustainable entrepreneurship toward sustainable development goals: A bibliometric analysis. *Green Technologies and Sustainability*, 1(3), 100038. <https://doi.org/10.1016/j.grets.2023.100038>
- Tao, Y., Hu, H., Xue, J., Zhang, Z., & Xu, F. (2024). Evaluation of Ergonomic Risks for Construction Workers Based on Multicriteria Decision Framework with the Integration of Spherical Fuzzy Set and Alternative Queuing Method. *Sustainability*, 16(10), 3950. <https://doi.org/10.3390/su16103950>
- Tortorella, G., Cómbita-Niño, J., Monsalvo-Buelvas, J., Vidal-Pacheco, L., & Herrera-Fontalvo, Z. (2020a). Design of a methodology to incorporate lean manufacturing tools in risk management, to reduce work accidents at service companies. *Procedia Computer Science*, 177, 276–283. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.10.038>

- Tricco, A., Lillie, E., Zarin, W., O'Brien, K. K., Colquhoun, H., Levac, D., Moher, D., Peters, M. D. J., Horsley, T., Weeks, L., Hempel, S., Akl, E. A., Chang, C., McGowan, J., Stewart, L., Hartling, L., Aldcroft, A., Wilson, M. G., Garritty, C., ... Straus, S. E. (2018). PRISMA Extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR): Checklist and Explanation. *Annals of Internal Medicine*, 169(7), 467–473. <https://doi.org/10.7326/M18-0850>
- Tsopa, V., Cheberiachko, S., Cheberiachko, Y., Deryugin, O., Chencheva, O., Rieznik, D., Klimov, E., Lashko, Y., Pashko, D., & Biliaieva, V. (2024). Development of a new ergonomic risks management algorithm on the example of drivers. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2(3 (128)), 38–49. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.302886>
- Vanessa C. ERAZO-CHAMORRO, Ricardo P. ARCINIEGA-ROCHA, & Gyula SZABO. (2022). *Safety Workplace: From of Point of View of Ergonomics and Occupational Biomechanics*.
- Vianello, L., Gomes, W., Stulp, F., Aubry, A., Maurice, P., & Ivaldi, S. (2022). Latent Ergonomics Maps: Real-Time Visualization of Estimated Ergonomics of Human Movements. *Sensors*, 22(11), 3981. <https://doi.org/10.3390/s22113981>
- Vinoth Kumar, H., Annamalai, S., & Bagathsingh, N. (2021). Impact of lean implementation from the ergonomics view: A research article. *Materials Today: Proceedings*, 46, 9610–9612. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.07.113>
- Yungán Pintag, Lidia Nodriza, Andrade Ayala, & Sandra Magdalena. (2021). *Aplicación de los cinco criterios para investigar una enfermedad profesional de un trabajador operativo de máquinas circulares en una empresa de textiles de la ciudad de Quito en el periodo 2015*. UCE.
- Zaman, R., Xiang, Y., Cruz, J., & Yang, J. (2021). Three-dimensional asymmetric maximum weight lifting prediction considering dynamic joint strength. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part H: Journal of Engineering in Medicine*, 235(4), 437–446. <https://doi.org/10.1177/0954411920987035>

# ANEXOS

## Anexo 1: Posturas observadas en tareas de recolección



Nota. Evidencia fotográfica para evaluación REBA/RULA



Nota. Evidencia fotográfica para evaluación REBA/RULA



Nota. Evidencia fotográfica para evaluación REBA/RULA



Nota. Evidencia fotográfica para evaluación REBA/RULA



Nota. Evidencia fotográfica para evaluación REBA/RULA



Nota. Evidencia fotográfica para evaluación REBA/RULA



Nota. Evidencia fotográfica para evaluación REBA/RULA



Nota. Evidencia fotográfica para evaluación REBA/RULA



Nota. Evidencia fotográfica para evaluación REBA/RULA



Nota. Evidencia fotográfica para evaluación REBA/RULA

## Anexo 2: Resultados del método RULA en software Ergoniza parte 1



Nota. Elaborado en software Ergoniza

## Anexo 3: Resultados del método RULA en software Ergoniza parte 2



Nota. Elaborado en software Ergoniza

## Anexo 4: Resultados del método RULA en software Ergoniza parte 3



Nota. Elaborado en software Ergoniza

## Anexo 5: Resultados del método REBA en software Ergoniza parte 1



Nota. Elaborado en software Ergoniza

## Anexo 6: Resultados del método REBA en software Ergoniza parte 2



Nota. Elaborado en software Ergoniza

## Anexo 7: Resultados del método REBA en software Ergoniza parte 3



Nota. Elaborado en software Ergoniza

## Anexo 8: Resultados del método REBA en software Ergoniza parte 4



Nota. Elaborado en software Ergoniza

## Anexo 9: Los datos de la encuesta en el SPSS V29

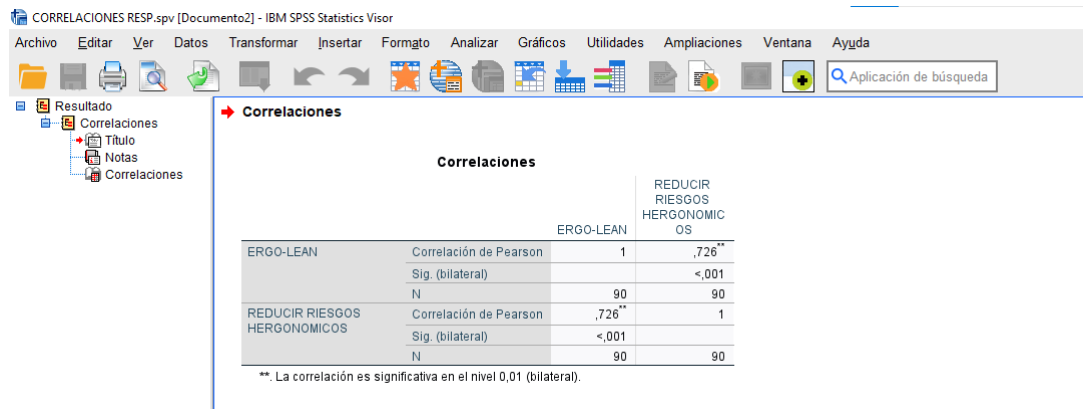
Nota. Elaborado en Software SPSS 29

## Anexo 10: Resultados del método REBA en software Ergoniza parte 5

Nombre	Tipo	Anchura	Decimales	Etiqueta	Valores	Pérdidos	Columnas	Alineación	Medida	Rol
1 PRE1	Numérico	40	0	¿Adopta posturas inclinadas o agachadas durante largos periodos al recoger bultos o residuos?	{1, Nunca}...	Ninguna	9	Derecha	Escala	Entrada
2 PRE2	Numérico	40	0	¿Repite los mismos movimientos físicos varias veces durante su jornada laboral?	{1, Nunca}...	Ninguna	9	Derecha	Escala	Entrada
3 PRE3	Numérico	40	0	¿Las tareas de recolección están planificadas para evitar esfuerzo físico innecesario?	{1, Nunca}...	Ninguna	9	Derecha	Escala	Entrada
4 PRE4	Numérico	40	0	¿Conoce la técnica adecuada para levantar cargas de forma segura?	{1, No la conozco}...	Ninguna	9	Derecha	Escala	Entrada
5 PRE5	Numérico	40	0	¿Considera necesario implementar mejoras ergonómicas para facilitar y mejorar sus condiciones de trabajo?	{1, No es necesario}...	Ninguna	9	Derecha	Escala	Entrada
6 PRE6	Numérico	40	0	¿Existe en su lugar de trabajo un sistema de prevención de accidentes y control de riesgos laborales?	{1, No existe}...	Ninguna	9	Derecha	Escala	Entrada
7 PRE7	Numérico	40	0	¿Conoce usted los factores de riesgo ergonómico al que está expuesto?	{1, No los conozco}...	Ninguna	9	Derecha	Escala	Entrada
8 PRE8	Numérico	40	0	¿Cuenta con capacitación continua en temas de seguridad laboral, ergonomía o mejora de procesos?	{1, Nunca}...	Ninguna	9	Derecha	Escala	Entrada
9 PRE9	Numérico	40	0	¿Hay supervisión sobre las prácticas ergonómicas del personal?	{1, No hay supervisión}...	Ninguna	9	Derecha	Escala	Entrada
10 PRE10	Numérico	40	0	¿Levanta objetos pesados (mayores a 25 kg) como parte de sus funciones?	{1, Nunca}...	Ninguna	10	Derecha	Escala	Entrada
11 PRE11	Numérico	40	0	¿Permanece de pie durante periodos prolongados a lo largo de su jornada?	{1, Nunca}...	Ninguna	10	Derecha	Escala	Entrada
12 PRE12	Numérico	40	0	¿Al finalizar su jornada laboral se siente físicamente agotado o con fatiga excesiva?	{1, Nunca}...	Ninguna	10	Derecha	Escala	Entrada
13 PRE13	Numérico	40	0	¿Realiza esfuerzos físicos intensos, bruscos o en posturas inestables como torsión, inclinación o estiramiento del tronco?	{1, Nunca}...	Ninguna	10	Derecha	Escala	Entrada
14 PRE14	Numérico	40	0	¿Realiza movimientos repetitivos de brazos, manos o muñecas durante su jornada laboral?	{1, Nunca}...	Ninguna	10	Derecha	Escala	Entrada
15 PRE15	Numérico	40	0	¿Ha presentado molestias frecuentes en músculos, huesos o articulaciones durante el último año?	{1, Nunca}...	Ninguna	10	Derecha	Escala	Entrada
16 PRE16	Numérico	40	0	¿Siente dolor frecuente en piernas o pies debido a su actividad laboral?	{1, Nunca}...	Ninguna	10	Derecha	Escala	Entrada
17 IPRE17	Numérico	40	0	¿Las zonas de recolección tienen superficies regulares, resbaladizas, con desvíes o malas condiciones ambientales?	{1, Nunca}...	Ninguna	10	Derecha	Escala	Entrada
18 PRE18	Numérico	40	0	¿Dispone de herramientas o equipos que facilitan el levantamiento o traslado de residuos?	{1, No existen}...	Ninguna	10	Derecha	Escala	Entrada
19										
20										
21										
22										

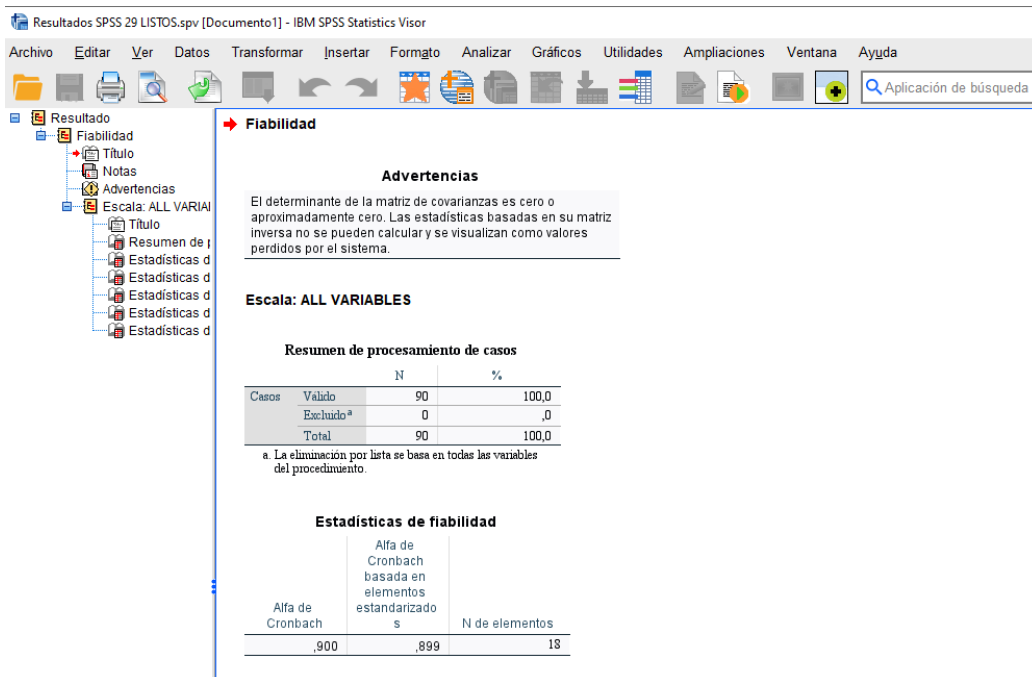
Nota. Elaborado en Software SPSS 29

## Anexo 11: Resultado de correlación de variable



Nota. Elaborado en Software SPSS 29

## Anexo 12: Resultado de fiabilidad del instrumento ALFA DE CRONBACH



Nota. Elaborado en Software SPSS 29

**Anexo 13:** Modulo 1 (Levantamiento de cargas)

Encuesta de conocimientos teóricos (post capacitación)

Objetivo: Evaluar la comprensión de los conceptos clave impartidos durante la capacitación.

Instrucciones: Marque únicamente la opción correcta en cada pregunta.

1. ¿Cuál es la lesión más frecuente por una técnica inadecuada al levantar cargas?

- A) Dolor en los pies
- B) Distensión ocular
- C) Lesión en la región lumbar
- D) Rigidez en los dedos

2. ¿Qué postura es la más adecuada al levantar una carga?

- A) Flexionar la espalda sin doblar las rodillas
- B) Mantener la espalda recta y flexionar las rodillas
- C) Levantar con un solo brazo
- D) Doblar el cuello hacia el suelo

3. Si una bolsa de residuos es pesada o inestable, ¿qué debe hacer el trabajador?

- A) Continuar con el levantamiento sin asistencia
- B) Empujarla con el pie
- C) Solicitar ayuda o utilizar una herramienta adecuada
- D) Estabilizarla manualmente durante el levantamiento

4. ¿Cómo debe realizarse un cambio de dirección mientras se transporta una carga?

- A) Girando solo el tronco
- B) Dando un salto
- C) Moviendo los pies junto con todo el cuerpo
- D) Apoyando la carga en una pierna

5. ¿En qué zona del cuerpo debe mantenerse la carga durante el transporte?

- A) A la altura de la cabeza
- B) A la altura de las rodillas
- C) Alejada del cuerpo
- D) Entre la cintura y los hombros, lo más cerca posible del cuerpo

**Anexo 14:** Ficha de evaluación práctica

Nombre del trabajador: \_\_\_\_\_

Cargo: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_ / \_\_\_ / 2025

Criterio técnico evaluado	Cumple (1 pt)	No cumple (0 pt)
Evalúa el peso y estabilidad de la carga antes de levantarla	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Coloca los pies separados al ancho de los hombros	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mantiene la espalda recta y flexiona las rodillas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sujeta firmemente la carga, manteniéndola cerca del cuerpo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Evita giros del tronco y gira utilizando los pies	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Deposita la carga suavemente y bajo control	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Total obtenido: \_\_\_ / 6 puntos

Resultado:  Aprobado ( $\geq 5$  pts)  Requiere refuerzo

**Anexo 15:** Hoja de Asistencia

Empresa: EMASA EP

Área: Recolección manual de residuos sólidos en vía pública

Turno:  Mañana  Tarde  Noche

Fecha: \_\_\_ / \_\_\_ / 2025

Nº	Apellidos y Nombres	Cédula de Identidad	Cargo / Departamento	Firma del Participante
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

Nota. Elaboración propia

## Anexo 16: Pausa activa del módulo 4

### PAUSA ACTIVA – RUTINA ILUSTRADA

(Cada 3 horas desde las 7:00 am. hasta 14:00 pm.)

Pausa Activa – Recupera Energía, Evita Lesiones

Realiza esta rutina breve cada 3 horas para prevenir la fatiga muscular y mantener el bienestar físico durante la jornada de recolección.

Horarios recomendados: 07:00 – 10:00 – 13:00

RUTINA ILUSTRADA (10 minutos)

---

<b>Ejercicio</b>	<b>Instrucción</b>
<b>1. Cuello relajado</b>	Gira la cabeza a los lados y hacia adelante (3 veces por dirección).
<b>2. Hombros activos</b>	Rota los hombros hacia adelante y atrás (10 repeticiones cada sentido).
<b>3. Brazos aliviados</b>	Estira hacia arriba, luego al frente y a los costados (mantén 10 segundos).
<b>4. Flexiones ligeras</b>	Realiza sentadillas suaves sin peso (10 repeticiones).
<b>5. Respiración profunda</b>	Inhala lentamente por la nariz, exhala por la boca (5 repeticiones).

---

Nota. Elaboración propia

“Una pausa a tiempo mejora tu postura, tu ánimo y tu jornada.”

**Anexo 17:** Hoja de registro – pausas activas

Empresa: EMASA EP

Área: Recolección manual de residuos sólidos en vía pública

Nombre del trabajador: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Turno:  Mañana  Tarde  Noche

**REGISTRO DE PAUSAS ACTIVAS**

Hora de Pausa	Zona / Ruta asignada	Ejercicios realizados	Firma del trabajador	Firma del líder de turno
07:00 07:10	_____	<input checked="" type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No		
10:00 10:10	_____	<input checked="" type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No		
13:00 13:10	_____	<input checked="" type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No		
16:00 16:10	_____	<input checked="" type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No		

Nota. Elaboración propia

**INDICACIONES ADICIONALES:**

- Cada pausa debe realizarse en un lugar seguro, con conos de señalización si se encuentra en vía pública.
- El líder de turno supervisa y firma el cumplimiento de la rutina.
- El formulario debe archivararse semanalmente como parte del sistema de gestión SST de la empresa.

- En caso de interrupciones (lluvia, tráfico, inseguridad), se debe dejar constancia en la bitácora de la cuadrilla.

## Anexo 18: Validación del instrumento (encuesta) 1 parte 1.

### HOJA DE REGISTRO PARA VALIDACIÓN DE EXPERTOS

Estudiante: Yagual González Mario Vinicio

Universidad Estatal Península de Santa Elena: [mario.yagualgonzalez1983@upse.edu.ec](mailto:mario.yagualgonzalez1983@upse.edu.ec).

#### DATOS DEL EXPERTO

Nombre/Apellidos	GERARDO ANTONIO HERRERA BRUNETT
Última titulación académica	DOCTOR EN CIENCIAS AMBIENTALES
Institución de adscripción	UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
Cargo	DOCENTE
Teléfono celular	0983178375
Dirección de correo	<a href="mailto:gherrera@upse.edu.ec">gherrera@upse.edu.ec</a>

#### DATOS GENERALES DEL INVESTIGADOR

Nombre/Apellidos	Mario Vinicio Yagual González
Formación profesional	Estudiante de tercer nivel
Ocupación actual	Estudiante

#### Instrumento.

Formato de encuesta dirigida a los trabajadores de recolección de desechos sólidos EMASA EP, Cantón Santa Elena

#### Sobre el instrumento.

Se presenta para su validación el formato de encuesta dirigido al personal operativo y técnico de EMASA EP, cuyo propósito es recopilar información sobre las condiciones ergonómicas presentes en las labores de recolección de residuos sólidos. La encuesta tiene como finalidad identificar factores de riesgo ergonómico, evaluar la eficiencia de los dispositivos y métodos actualmente implementados, y recopilar observaciones técnicas que contribuyan al diseño e implementación del método Ergo-Lean. Este método está orientado a optimizar los procesos operativos mediante la integración de principios ergonómicos y herramientas del Lean Manufacturing, con el fin de reducir la exposición a trastornos musculoesqueléticos y mejorar la seguridad y productividad del trabajo en el contexto del cantón Santa Elena.

## Anexo 19: Validación del instrumento (encuesta) 1 parte 2.

### Tema

“DISEÑO DEL MÉTODO ERGO-LEAN PARA LA REDUCCIÓN DE RIESGOS ERGONÓMICOS EN LA RECOLECCIÓN DE RESIDUOS DE EMASA EP, CANTÓN SANTA ELENA”

### Sobre la validación

A continuación, se presentan las tablas con la referencia numérica de los ítems o aspectos sobre los que se indaga a través del cuestionario.

Por favor, valore cada ítem de acuerdo con los siguientes criterios:

**Suficiencia:** El instrumento va relacionado con el objetivo de la investigación.

**Claridad:** Las preguntas descritas dan respuesta a la intención investigativa.

**Coherencia:** Las preguntas tienen relación con el objeto de estudio que se indaga.

**Relevancia:** Buena argumentación y descripción en redacción de las preguntas

Para ello, coloque en la casilla una “X” correspondiente un número del uno (1) hasta el cuatro (4) de acuerdo con la siguiente escala:

Calificación	Expresión cualitativa
4	Alto nivel
3	Moderado nivel
2	Bajo nivel
1	No cumple con el contenido

Además de su valoración, por favor agregue las observaciones que se explican o ayuden a mejorar la pregunta.

Nota. Elaboración propia

**Anexo 20:** Validación del instrumento (encuesta) 1 parte 3.

RÚBRICA: INSTRUMENTO DE ENCUESTA PARA LOS TRABAJADORES DE RECOLECCIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS																		
N	PREGUNTAS	Suficiencia				Claridad				Coherencia				Relevancia				OBSERVACIÓN
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
1	¿Adopta posturas inclinadas o agachadas durante largos periodos al recoger bolsas o residuos? 1. Nunca 2. Rara vez 3. A veces 4. Frecuentemente 5. Siempre				✓				✓				✓				✓	
2	¿Realiza esfuerzos físicos intensos, bruscos o en posturas inestables como torsión, inclinación o estiramiento del tronco? 1. Nunca 2. Rara vez 3. A veces 4. Frecuentemente 5. Siempre			✓					✓				✓				✓	
3	¿Conoce usted los factores de riesgo ergonómico al que está expuesto? 1. No los conozco 2. He escuchado sobre ellos, pero no los identifico claramente 3. Los conozco parcialmente 4. Los conozco bien 5. Los conozco completamente y los identifico en mi entorno laboral				✓				✓				✓				✓	

Nota. Elaboración propia

**Anexo 21:** Validación del instrumento (encuesta) 1 parte 4.

4	¿Considera necesario implementar mejoras ergonómicas para facilitar y mejorar sus condiciones de trabajo? 1. No es necesario 2. Poco necesario 3. Moderadamente necesario 4. Bastante necesario 5. Muy necesario				✓				✓				✓				✓	
5	¿Cuenta con capacitación continua en temas de seguridad laboral, ergonomía o mejora de procesos? 1. Nunca 2. Una vez 3. Algunas veces 4. Frecuentemente 5. Recibo capacitación periódica				✓				✓				✓				✓	
6	¿Existe en su lugar de trabajo un sistema de prevención de accidentes y control de riesgos laborales? 1. No existe 2. Existe, pero no se aplica 3. Existe y se aplica parcialmente 4. Existe y se aplica de forma regular 5. Existe y se aplica de manera efectiva y continua			✓					✓				✓				✓	
7	¿Hay supervisión sobre las prácticas ergonómicas del personal? 1. No hay supervisión 2. Ocasionalmente hay supervisión 3. La supervisión es irregular 4. La supervisión es frecuente 5. Hay supervisión continua y adecuada				✓				✓				✓				✓	

Nota. Elaboración propia

**Anexo 22:** Validación del instrumento (encuesta) 1 parte 5.

8	¿Realiza movimientos repetitivos de brazos, manos o muñecas durante su jornada laboral? 1. Nunca 2. Rara vez 3. A veces 4. Frecuentemente 5. Siempre				✓				✓				✓				✓	
9	¿Permanece de pie durante periodos prolongados a lo largo de su jornada? 1. Nunca 2. Rara vez 3. A veces 4. Frecuentemente 5. Siempre				✓				✓				✓				✓	
10	¿Conoce la técnica adecuada para levantar cargas de forma segura? 1. No la conozco 2. La he escuchado, pero no sé aplicarla 3. La conozco parcialmente 4. Si, la conozco y la aplico en algunos casos 5. Si, la conozco y la aplico siempre				✓				✓				✓				✓	
11	¿Siente dolor frecuente en piernas o pies debido a su actividad laboral? 1. Nunca 2. Rara vez 3. A veces 4. Frecuentemente 5. Siempre				✓				✓				✓				✓	

Nota. Elaboración propia

### Anexo 23: Validación del instrumento (encuesta) 1 parte 6.

12 ¿Levanta objetos pesados (mayores a 25 kg) como parte de sus funciones? 1. Nunca 2. Rara vez 3. A veces 4. Frecuentemente 5. Siempre	✓	✓	✓	✓	✓
13 ¿Dispone de herramientas o equipos que facilitan el levantamiento o traslado de residuos? 1. No existen 2. Existen, pero no funcionan adecuadamente 3. Existen, pero no siempre se utilizan 4. Existen y se utilizan ocasionalmente 5. Existen y se utilizan siempre	✓	✓	✓	✓	✓
14 ¿Las zonas de recolección tienen superficies irregulares, resbaladizas, con desniveles o malas condiciones ambientales? 1. Nunca 2. Rara vez 3. A veces 4. Frecuentemente 5. Siempre	✓	✓	✓	✓	✓
15 ¿Las rutas de recolección están planificadas para evitar esfuerzo físico innecesario? 1. Nunca 2. Rara vez 3. A veces 4. Frecuentemente 5. Siempre	✓	✓	✓	✓	✓

Nota. Elaboración propia


### Anexo 24: Validación del instrumento (encuesta) 1 parte 7.

16 ¿Repite los mismos movimientos físicos varias veces durante su jornada laboral? 1. Nunca 2. Rara vez 3. A veces 4. Frecuentemente 5. Siempre	✓	✓	✓	✓	✓
17 ¿Al finalizar su jornada laboral se siente físicamente agotado o con fatiga excesiva? 1. Nunca 2. Rara vez 3. A veces 4. Frecuentemente 5. Siempre	✓	✓	✓	✓	✓
18 ¿Ha presentado molestias frecuentes en músculos, huesos o articulaciones durante el último año? 1. Nunca 2. Rara vez 3. A veces 4. Frecuentemente 5. Siempre	✓	✓	✓	✓	✓

Nota. Elaboración propia

### Anexo 25: Validación del instrumento (encuesta) 1 parte 8.

Sugerencias y recomendaciones

  
GERARDO ANTONIO HERRERA BRUNETT  
Email: gherera@upse.edu.ec  
Cell: 0983178375

Nota. Elaboración propia

## Anexo 26: Validación de experto 1 parte 1.

**HOJA DE REGISTRO PARA VALIDACIÓN DE EXPERTOS**  
Estudiante: Yagual González Mario Vinicio  
Universidad Estatal Península de Santa Elena: [mario.yagualgonzalez1983@upse.edu.ec](mailto:mario.yagualgonzalez1983@upse.edu.ec).

**DATOS DEL EXPERTO**

Nombre/Apellidos	FRANKLIN ENRIQUE REYES SORIANO
Ultima titulación académica	MAGISTER EN SISTEMAS INTEGRADOS DE GESTION
Institución de adscripción	UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
Cargo	DIRECTOR DE CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL HASTA EL PERIODO 2023, ACTUALMENTE DOCENTE
Teléfono celular	0969789623
Dirección de correo	fereyes@upse.edu.ec

**DATOS GENERALES DEL INVESTIGADOR**

Nombre/Apellidos	Mario Vinicio Yagual González
Formación profesional	Estudiante de tercer nivel
Ocupación actual	Estudiante

**Instrumento.**  
Formato de encuesta dirigida a los trabajadores de recolección de desechos sólidos EMASA EP, Cantón Santa Elena

**Sobre el instrumento.**  
Se presenta para su validación el formato de encuesta dirigido al personal operativo y técnico de EMASA EP, cuyo propósito es recopilar información sobre las condiciones ergonómicas presentes en las labores de recolección de residuos sólidos. La encuesta tiene como finalidad identificar factores de riesgo ergonómico, evaluar la eficiencia de los dispositivos y métodos actualmente implementados, y recopilar observaciones técnicas que contribuyan al diseño e implementación del método Ergo-Lean. Este método está orientado a optimizar los procesos operativos mediante la integración de principios ergonómicos y herramientas del Lean Manufacturing, con el fin de reducir la exposición a trastornos musculoesqueléticos y mejorar la seguridad y productividad del trabajo en el contexto del cantón Santa Elena.

Nota. Elaboración propia

## Anexo 27 Validación de experto 1 firma de aceptación.

Sugerencias y recomendaciones

  
FRANKLIN ENRIQUE REYES SORIANO  
Email: fereyes@upse.edu.ec  
Cell: 0969789623

Nota. Elaboración propia

## Anexo 28: Validación de experto 2 parte 1.

**HOJA DE REGISTRO PARA VALIDACIÓN DE EXPERTOS**  
Estudiante: Yagual González Mario Vinicio

Universidad Estatal Península de Santa Elena: [mario.yagualgonzalez1983@upse.edu.ec](mailto:mario.yagualgonzalez1983@upse.edu.ec).

**DATOS DEL EXPERTO**

Nombre/Apellidos	DARWIN GUSTAVO JAQUE PUCA
Ultima titulación académica	MAGÍSTER EN DISEÑO INDUSTRIAL Y PROCESOS
Institución de adscripción	UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
Cargo	DOCENTE
Teléfono celular	0995551966
Dirección de correo	jaquedarwin@hotmail.com

**DATOS GENERALES DEL INVESTIGADOR**

Nombre/Apellidos	Mario Vinicio Yagual González
Formación profesional	Estudiante de tercer nivel
Ocupación actual	Estudiante


**Instrumento.**  
Formato de encuesta dirigida a los trabajadores de recolección de desechos sólidos EMASA EP, Cantón Santa Elena

**Sobre el instrumento.**  
Se presenta para su validación el formato de encuesta para asesores de vicerrectorado, decanos, directores y docentes, cuyo objetivo es "Recopilar percepciones y experiencias de los miembros de la Universidad Estatal Península de Santa Elena sobre la evaluación del desempeño docente. Analizar la eficacia de las herramientas utilizadas, identificar áreas de mejora y obtener sugerencias para fortalecer el proceso".

Nota. Elaboración propia

## Anexo 29: Validación de experto 2 firma de aceptación.

Sugerencias y recomendaciones

  
DARWIN GUSTAVO JAQUE PUCA  
Email: [jaquedarwin@hotmail.com](mailto:jaquedarwin@hotmail.com)  
Cell: 0995551966

Nota. Elaboración propia

### Anexo 30: Validación de experto 3 parte 1.

**HOJA DE REGISTRO PARA VALIDACIÓN DE EXPERTOS**  
Estudiante: Yagual González Mario Vinicio  
Universidad Estatal Península de Santa Elena: [mario.yagualgonzalez1983@upse.edu.ec](mailto:mario.yagualgonzalez1983@upse.edu.ec).

**DATOS DEL EXPERTO**

Nombre/Apellidos	JUAN CARLOS MUYULEMA ALLAICA
Última titulación académica	Magíster en Ingeniería Industrial mención Planeación y Control de la Producción y los Servicios
Institución de adscripción	UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
Cargo	DOCENTE
Teléfono celular	0994619506
Dirección de correo	<a href="mailto:jmuyulema@upse.edu.ec">jmuyulema@upse.edu.ec</a>

**DATOS GENERALES DEL INVESTIGADOR**

Nombre/Apellidos	Mario Vinicio Yagual González
Formación profesional	Estudiante de tercer nivel
Ocupación actual	Estudiante

**Instrumento.**  
Formato de encuesta dirigida a los trabajadores de recolección de desechos sólidos EMASA EP, Cantón Santa Elena


**Sobre el instrumento.**  
Se presenta para su validación el formato de encuesta dirigido al personal operativo y técnico de EMASA EP, cuyo propósito es recopilar información sobre las condiciones ergonómicas presentes en las labores de recolección de residuos sólidos. La encuesta tiene como finalidad identificar factores de riesgo ergonómico, evaluar la eficiencia de los dispositivos y métodos actualmente implementados, y recopilar observaciones técnicas que contribuyan al diseño e implementación del método Ergo-Lean. Este método está orientado a optimizar los procesos operativos mediante la integración de principios ergonómicos y herramientas del Lean Manufacturing, con el fin de reducir la exposición a trastornos musculoesqueléticos y mejorar la seguridad y productividad del trabajo en el contexto del cantón Santa Elena.

Nota. Elaboración propia

### Anexo 31: Validación de experto 3 firma de aceptación.

Sugerencias y recomendaciones

*Pensar, Preguntar y Ponerle un ejemplo a nuestra para la validación de Surveys*



JUAN CARLOS MUYULEMA ALLAICA  
Email: [jmuyulema@upse.edu.ec](mailto:jmuyulema@upse.edu.ec)  
Cell: 0994619506

Nota. Elaboración propia

## Anexo 32: Validación de experto 4 parte 1.

**HOJA DE REGISTRO PARA VALIDACIÓN DE EXPERTOS**  
Estudiante: Yagual González Mario Vinicio

Universidad Estatal Península de Santa Elena: [mario.yagualgonzalez1983@upse.edu.ec](mailto:mario.yagualgonzalez1983@upse.edu.ec).

**DATOS DEL EXPERTO**

Nombre/Apellidos	GERARDO ANTONIO HERRERA BRUNETT
Última titulación académica	DOCTOR EN CIENCIAS AMBIENTALES
Institución de adscripción	UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
Cargo	DOCENTE
Teléfono celular	0983178375
Dirección de correo	<a href="mailto:gherrera@upse.edu.ec">gherrera@upse.edu.ec</a>

**DATOS GENERALES DEL INVESTIGADOR**

Nombre/Apellidos	Mario Vinicio Yagual González
Formación profesional	Estudiante de tercer nivel
Ocupación actual	Estudiante

**Instrumento.**

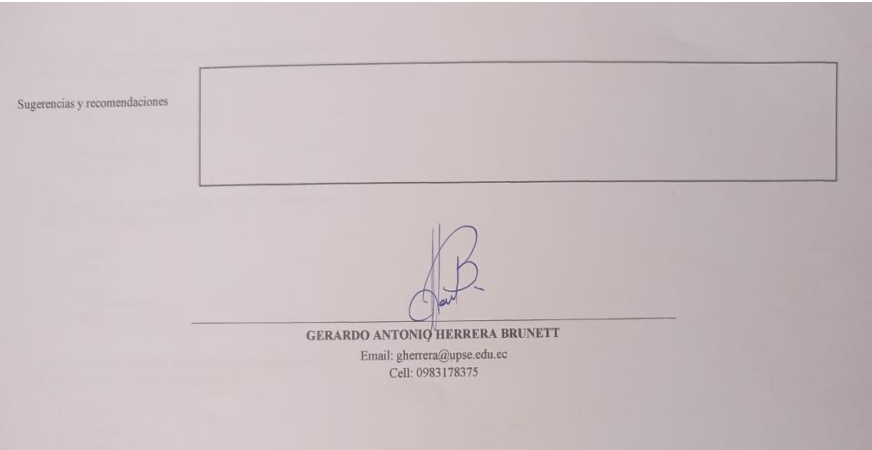
Formato de encuesta dirigida a los trabajadores de recolección de desechos sólidos EMASA EP, Cantón Santa Elena

**Sobre el instrumento.**

Se presenta para su validación el formato de encuesta dirigido al personal operativo y técnico de EMASA EP, cuyo propósito es recopilar información sobre las condiciones ergonómicas presentes en las labores de recolección de residuos sólidos. La encuesta tiene como finalidad identificar factores de riesgo ergonómico, evaluar la eficiencia de los dispositivos y métodos actualmente implementados, y recopilar observaciones técnicas que contribuyan al diseño e implementación del método Ergo-Lean. Este método está orientado a optimizar los procesos operativos mediante la integración de principios ergonómicos y herramientas del Lean Manufacturing, con el fin de reducir la exposición a trastornos musculoesqueléticos y mejorar la seguridad y productividad del trabajo en el contexto del cantón Santa Elena.


Nota. Elaboración propia

**Anexo 33: Validación de experto 4 firma de aceptación.**



Nota. Elaboración propia

**Anexo 34:** Carta de aceptación de la empresa.

  
*¡Santa Elena limpio!*

OFICIO No 0102-2024-TH-EMASA EP  
Santa Elena, 20 de diciembre del 2024.

Sr.  
**Mario Vinicio Yagual González**

De mi consideración:

A través del presente, me permito expresar un atento y cordial saludo, deseándole éxitos en su vida cotidiana.

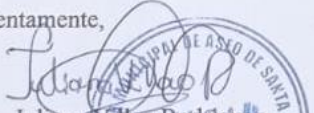
Dando atención al oficio sin numeración, recibido con fecha 18 de diciembre del 2024, en el cual usted solicita la autorización para realizar su proyecto de tesis dentro de la Empresa Municipal de Aseo EMASA EP, con el tema **“DISEÑO DEL MÉTODO ERGO-LEAN PARA LA REDUCCIÓN DE RIESGOS ERGONÓMICOS EN LA RECOLECCIÓN DE RESIDUOS DE EMASA EP, CANTON SANTA ELENA - ECUADOR”**.


Con lo antes expuesto, bajo autorización del Ing. Dalton Rodríguez Jaime, Gerente General de EMASA EP, mediante sumilla **“...TTHH Coordinar con SISO y atender...”**, y en calidad de responsable de la Unidad Administrativa de Talento Humano de la **EMPRESA MUNICIPAL DE RECOLECCIÓN, TRANSPORTE, TRATAMIENTO DE DESECHOS SÓLIDOS PELIGROSOS Y NO PELIGROSOS ASEO Y LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO DE LUGARES PÚBLICOS Y DEMÁS DEL CANTÓN SANTA ELENA EMASA EP** con RUC 2460000850001, cumplo con informar que su solicitud ha sido aprobada favorablemente.

Quedamos a su disposición para coordinar los pasos a seguir para el desarrollo de su proyecto de tesis dentro de nuestra institución.

Particular que comunico a usted, para los fines consiguientes.


Atentamente,


  
Ing. Juliana Viltao Rodríguez  
**JEFA DE TALENTO HUMANO**  
EMASA EP



Cc/ Archivo

ena - Barrio Galápagos- Av. Simón Bolívar  
ulis Rosales (esq) Detrás del Distrito de Educación

 [emasaep@outlook.com](mailto:emasaep@outlook.com)  
0988092844

 [www.emasaep.gob.ec](http://www.emasaep.gob.ec)

Nota. Carta de aceptación

## Anexo 35: Aprobación del capítulo I



UNIVERSIDAD ESTATAL  
"PENÍNSULA DE SANTA ELENA"



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

Santa Elena, 11 de junio de 2025

### APROBACIÓN DE LOS CAPÍTULOS DE LA TESIS

Yo, Ing. Buenaño Buenaño Edison Noé, Mgtr, en mi calidad de tutor(a) de la tesis titulada:

"Diseño del método Ergo-Lean para la reducción de riesgos ergonómicos en la recolección de residuos de EMASA EP, cantón Santa Elena", presentada por el(la) estudiante Yagual González Mario Vinicio, con matrícula 2400011983, para optar por el título de Ingeniero(a) Industrial, he revisado y aprobado el capítulo I que conforman el presente trabajo investigativo, de acuerdo con las normas establecidas por la Universidad Estatal Península de Santa Elena -UPSE, y considero que cumple con los requisitos metodológicos, académicos y científicos exigidos.

Por lo tanto, autorizo la continuación del proceso de titulación conforme a lo establecido en el Reglamento de Régimen Académico vigente.

Ing. Buenaño Buenaño Edison Noé, Mgtr  
Tutor(a) de Tesis  
Facultad de Ciencias de la Ingeniería UPSE


Nota. Aprobación de capítulos

## Anexo 36: Aprobación del capítulo II



Nota. Aprobación de capítulos

## Anexo 37: Aprobación del capítulo III



**UNIVERSIDAD ESTATAL  
"PENÍNSULA DE SANTA ELENA"**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**

Santa Elena, 11 de junio de 2025

**APROBACIÓN DE LOS CAPÍTULOS DE LA TESIS**

Yo, **Ing. Buenaño Buenaño Edison Noé, Mgtr**, en mi calidad de tutor(a) de la tesis titulada:

**"Diseño del método Ergo-Lean para la reducción de riesgos ergonómicos en la recolección de residuos de EMASA EP, cantón Santa Elena"**, presentada por el(la) estudiante **Yagual González Mario Vinicio**, con matrícula **2400011983**, para optar por el título de Ingeniero(a) Industrial, he revisado y aprobado el capítulo III que conforman el presente trabajo investigativo, de acuerdo con las normas establecidas por la **Universidad Estatal Península de Santa Elena -UPSE**, y considero que cumple con los requisitos metodológicos, académicos y científicos exigidos.

Por lo tanto, autorizo la continuación del proceso de titulación conforme a lo establecido en el Reglamento de Régimen Académico vigente.



**Ing. Buenaño Buenaño Edison Noé, Mgtr**  
Tutor(a) de Tesis  
Facultad de Ciencias de la Ingeniería UPSE

Nota. Aprobación de capítulos