



Universidad de
los Andes

Universidad de los Andes
Facultad de Medicina
Departamento de Epidemiología
y Estudios en Salud

Desafíos en seguridad laboral para proyectos de economía circular y la valorización de
residuos: Un caso de estudio

Proyecto de grado necesario para optar al grado de
Magister en Salud Ocupacional y Ambiental

Alumno:

Juan José Veas Morales

Profesor guía:

Isel Cortes Nodarse

Álvaro Montiel Ardiles

Santiago de Chile, 2025

1. Introducción y Marco Teórico

La economía circular promueve la sostenibilidad a través de la reducción, reutilización y reciclaje de recursos, disminuyendo la generación de residuos y su impacto ambiental. Sin embargo, la implementación de estos principios conlleva nuevos desafíos, especialmente en lo que respecta a la seguridad y salud de los trabajadores que operan en centros de manejo y valorización de residuos.

Este proyecto aborda los desafíos en seguridad laboral en proyectos de economía circular y la valorización de residuos, a partir de un estudio de caso en el centro de manejo de residuos de Codelco Chile, división El Teniente (CMRIS). En este centro se procesan 40 kilotoneladas anuales de materiales como chatarra ferrosa, maderas, gomas, neumáticos, escombros, entre otros. La sección destinada a la recolección y tratamiento de residuos asimilables a domiciliarios causa una particular preocupación, debido al volumen, peso y desconocimiento del contenido de las bolsas que se recolectan e ingresan, lo que presume un aumento de la exposición a riesgos laborales insuficientemente cubiertos.

Dado que la seguridad laboral es un derecho fundamental garantizado por la legislación vigente (Art. 184; Cod. Del Trabajo) y que los empleadores tienen la responsabilidad de garantizarla, este estudio buscará abordar peligros específicos, analizar políticas y prácticas de seguridad laboral que sean aplicables al caso de estudio con el propósito de mitigar la exposición a riesgos insuficientemente controlados.

2. Supuesto o Solución propuesta

¿Qué políticas y prácticas se pueden implementar para garantizar la seguridad laboral en procesos de economía circular y la valorización de residuos?

Como supuestos para abordar esta pregunta tenemos que:

- La valorización de residuos dentro de un modelo de economía circular es un trabajo que entraña riesgos para la salud de los trabajadores que se desempeñen en estas actividades.
- Por ser un sector en pleno desarrollo en Chile, no se conocen los riesgos laborales a los que se exponen los trabajadores que se desempeñen en estas actividades.

- La sección dedicada recolección y tratamiento de residuos asimilables a domiciliarios del CMRIS, presenta riesgos laborales insuficientemente identificados y no controlados
- Existen antecedentes disponibles en la literatura respecto del manejo de los riesgos laborales en centros de gestión de residuos, específicamente de residuos asimilables a domiciliarios.
- Se podrá acceder a estas experiencias para diseñar propuestas y políticas en el caso de estudio dentro de la división El Teniente.

Por lo tanto, este estudio bosqueja que la implementación de políticas y prácticas de seguridad laborales nacionales o internacionales permitirían reducir los niveles de exposición a riesgos en este tipo de procesos.

3. Objetivo General y Específicos

3.1 Objetivo General

Identificar y analizar los desafíos en seguridad laboral en proyectos de economía circular y valorización de residuos, considerando el caso de estudio del Centro de Manejo de Residuos de Codelco División El Teniente (CMRIS), para formular propuestas de mitigación y mejorar las condiciones de trabajo.

3.2 Objetivos Específicos

Los objetivos específicos que se proponen para el estudio son:

1. Identificar los peligros y evaluar los riesgos específicos de las actividades que se ejecutan en el CMRIS, dando énfasis a la sección de residuos asimilables a domiciliarios, integrando además el enfoque de género.
2. Analizar las políticas y prácticas de seguridad laboral actuales en el CMRIS y en la industria de gestión de residuos.
3. Evaluar la efectividad de las propuestas de mitigación formuladas, identificando oportunidades de mejora y buenas prácticas que puedan ser implementadas para que el trabajo se realice en condiciones seguras para los trabajadores, los procesos y el medio ambiente.

4. Metodología

Para abordar el estudio se realizará una revisión sistemática de la literatura con diseño descriptivo y enfoque narrativo, en la búsqueda se utilizan las siguientes palabras claves: Riesgos laborales, recolección de residuos, prácticas labores, residuos sólidos, esto implementado los operadores AND, OR.

Los documentos son buscados por medio de bases de datos como Pubmed, ScienceDirect, e información de la Agencia Europea de Seguridad y Salud en el Trabajo; Así mismo, se utilizará el buscador de Google Scholar. Se revisarán las prácticas laborales que se utilizan o implementan para el control de riesgos y condiciones que pueden exponer a los trabajadores a riesgos inherentes de la recolección y tratamiento de residuos sólidos, el periodo de búsqueda consta entre los años 2010 y 2025.

Se incluirá la normativa legal vigente en el territorio chileno, artículos para su revisión e información disponible en estudios nacionales e internacionales, además de literatura gris para identificar estudios relevantes buscando relaciones entre las prácticas de economía circular y gestión de residuos con sus correspondientes políticas de seguridad laboral a fin de formular los desafíos de este sector emergente del reciclaje para garantizar que el trabajo se realicen en condiciones seguras para los trabajadores, los procesos y el medio ambiente.

Para analizar los artículos utilizamos la técnica de análisis documental, ya que de esta manera nos permitimos seleccionar ideas que resultan relevantes respecto a un tema en específico y expresar el contenido de manera clara y concisa, dando paso a un subproducto, donde se requiere que el indagador realice un proceso de análisis e interpretación de la información consignada en los documentos. El análisis documental, al representar sistemática y sintéticamente los documentos originales, facilita su recuperación y consulta; ofrece las primeras noticias sobre la existencia del documento primario y con ello, facilita su obtención e incorporación al proceso posterior de análisis de la información. (Dulzaides & Molina, 2004). En este caso, resulta adecuada esta técnica debido a que se realiza una revisión de la literatura, con el fin de analizar los riesgos laborales que se encuentran expuestos los trabajadores. Así mismo, concuerda

con el diseño descriptivo y enfoque narrativo que se pretende para el desarrollo de la investigación.

El primer paso, analizar y tener en consideración es la normativa vigente en Chile, bajo el sustento del Marco Legal:

- Ley N°16.744, de 1968: Seguro Social contra Riesgos de Accidentes del Trabajo y Enfermedades Profesionales, Ministerio del Trabajo y Previsión Social.
- Ley N° 21.012, de 2017: Garantiza seguridad de los trabajadores en situaciones de riesgo y emergencia, Ministerio del Trabajo y Previsión Social.
- DFL 725/ Decreto 725, de 1968: Código Sanitario, Ministerio de Salud Pública.
- DFL N°1, de 2023: Fija el texto refundido, coordinado y sistematizado del Código del Trabajo, Ministerio del Trabajo y Previsión Social.
- Decreto Supremo N° 594, de 1999: Reglamento de las condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares del trabajo, del Ministerio de Salud.
- Decreto Supremo N° 76, de 2006: Reglamento para la aplicación del artículo N° 66 bis de la Ley N° 16.744 sobre la gestión de la seguridad y salud en el trabajo de las obras faenas o servicios que indica, del Ministerio del Trabajo y Previsión Social. Ley N° 19.345, de 1994: Dispone aplicación de la Ley N° 16.744 sobre seguro social contra riesgos de accidentes del trabajo y enfermedades profesionales a trabajadores del sector público que señala, Ministerio del Trabajo y Previsión Social.
- Decreto 2, de 2024: Aprueba texto de la Política de Seguridad y Salud en el trabajo para el periodo 2024 – 2028, Ministerio del Trabajo y Previsión Social, Subsecretaría de Previsión Social.
- Decreto 44, del 2023: Aprueba Nuevo Reglamento sobre Gestión Preventiva de los Riesgos Laborales para un Entorno de Trabajo Seguro y Saludable, Ministerio del Trabajo y Previsión Social, Subsecretaría de Previsión Social.
- Decreto Supremo N°109, de 1968: Aprueba el Reglamento para la Calificación y Evaluación de los Accidentes del Trabajo y Enfermedades Profesionales, de acuerdo con lo dispuesto en la Ley 16.744 del 1° de febrero de 1968, que

estableció el Seguro Social contra los Riesgos por estos Accidentes y Enfermedades, Ministerio de Trabajo y Previsión Social.

- Resolución Exenta N° 156 del 5 de marzo de 2018: Aprueba Compendio de Normas del Seguro Social sobre Accidentes del Trabajo y Enfermedades Profesionales de la Ley 16.744, deroga y declara inaplicables circulares que indica, Ministerio del Trabajo y Previsión Social, Subsecretaría de Previsión Social, Superintendencia de Seguridad Social.
- Resolución Exenta 1280, del 2019: Guía para la Implementación del Plan para la Reducción del Riesgo de Desastres (RRD) en Centros de Trabajo, Ministerio del Interior y Seguridad Pública, Oficina Nacional de Emergencia (ONEMI), actual Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres (SENAPRED).
- Decreto Supremo N°132, del 2004, Aprueba Reglamento de Seguridad Minera.
- Ley N° 20920, Establece marco para la gestión de residuos, la responsabilidad extendida del productor y fomento al reciclaje. 2016
- Resolución exenta E 668/25, que reemplaza al documento oficializado mediante Resolución exenta 149 de 24 /01/2020, del Instituto de Salud Pública de Chile. “Guía para la Identificación y Evaluación de Riesgos en los lugares de Trabajo”, Versión 3

La documentación del sistema de gestión del CMRIS, que consta de Manuales, Procedimientos Estructurales y Operacionales, junto con Instructivos y Registros serán analizados en las visitas periódicas que se realizan al centro de acuerdo al programa establecido; la ubicación de dicho centro es KM 2 variante Caletones al costado de la carretera el cobre. Su emplazamiento y operación se encuentra autorizada, mediante RCA N°104 del año 1999; Centro que contamos con todo su apoyo en cuando a documentación e instalaciones lo que permite conocer en detalle las particularidades de este caso con visitas periódicas programadas, entrevistas con los involucrados y verificando en terreno las condiciones en que se desenvuelven los trabajadores, especialmente las relacionadas con la sección de residuos mezclados asimilables a domiciliarios.

El procedimiento Estructural SGC-GRL-P-015, Procedimiento Divisional de Gestión de Residuos Peligrosos y no Peligrosos, cuyo objetivo es *“Establecer lineamientos ambientales seguros y claros para las actividades de manipulación, segregación, gestión y control en el manejo de los residuos peligrosos y no peligrosos generados en los procesos de la División El Teniente, poniendo énfasis en la segregación y minimización en el origen, su almacenamiento interno, entrega al transportista o al transporte propio del proceso generador en la entrega de residuos o desechos al CMRIS”*. Si bien es cierto el objetivo es atingente con la estructura divisional, donde pone énfasis en la segregación y minimización en el origen, resulta contraproducente con afirmaciones que surgen 18 años después de su primera versión, afirmaciones y dudas como: *“Estimadas (os), como es de su conocimiento hoy tenemos una alerta transversal en nuestra gerencia (GOM), esto tiene relación con el aumento exponencial de los residuos catalogados como "ASIMILABLES A DOMESTICOS", en el transcurso del año 2024 se enviaron a CMRIS aproximadamente 300 toneladas de este residuo, inclusive superando otros residuos operacionales como los RESPEL, estadística que llama la atención y nos lleva a reflexionar respecto a la gestión que estamos realizando con este tipo de residuos.*

¿Estamos valorizando los Residuos (reutilizar/reciclar)?

¿Controlamos la segregación en el origen?

¿Tenemos desafíos de reciclaje?

¿Se cumple con el compromiso del objetivo de la economía circular?

Con el contexto actual que nos presenta el aumento exponencial de residuos catalogados como asimilables a domésticos en el CMRIS y con el compromiso de cumplir con el objetivo de la economía circular y enfrentar estos nuevos desafíos en seguridad laboral; comenzamos con la búsqueda de data nacional e internacional en estas materias para saber que políticas y prácticas se están implementando para mitigar la exposición a riesgos propios del proceso de economía circular y la valorización de residuos.

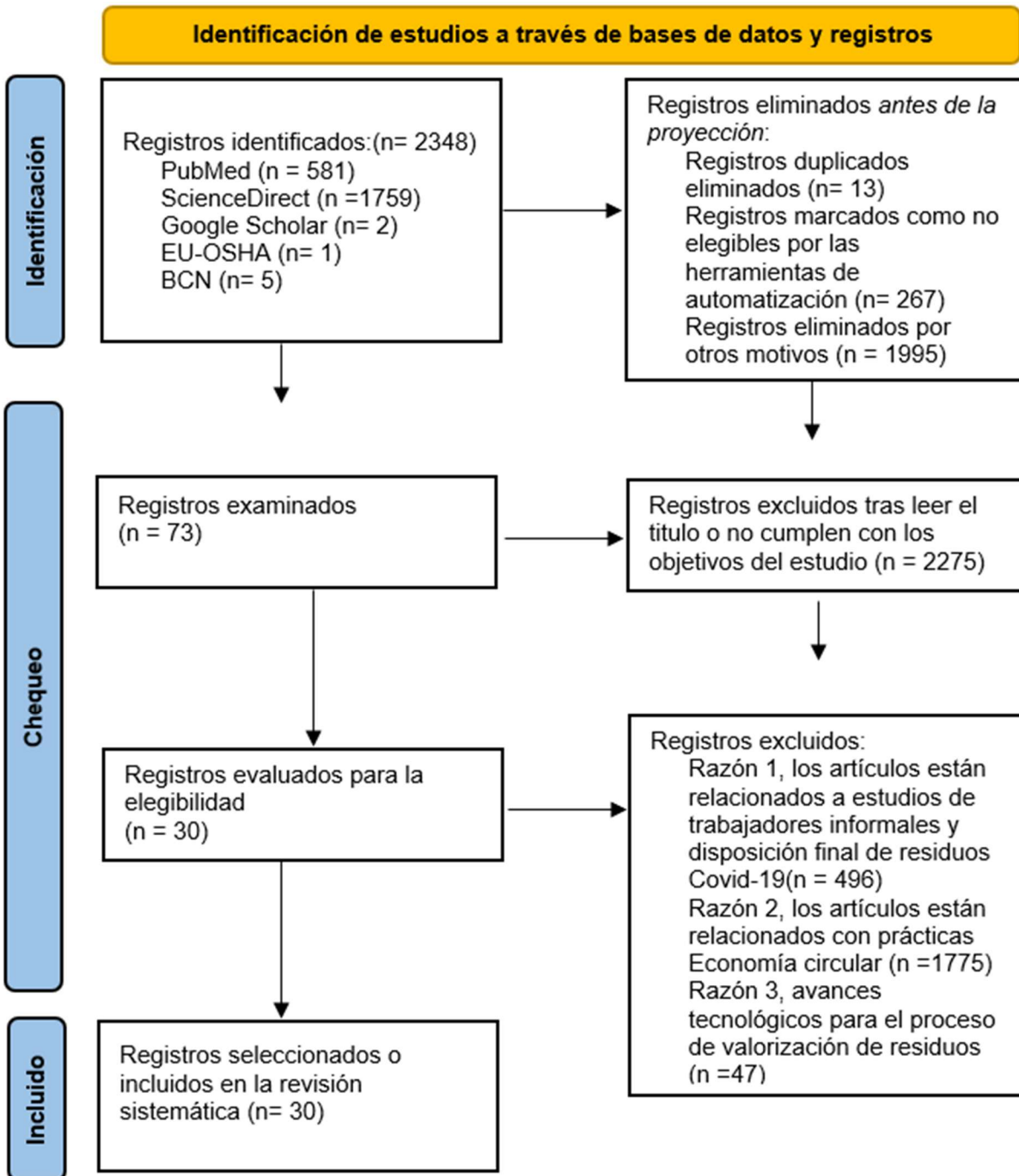
Al utilizar los buscadores antes mencionados con las palabras claves, evidenciamos un exceso de literatura que no tiene relación con los objetivos del estudio, por lo tanto, se

filtra utilizando los operadores booleanos y se realiza la siguiente búsqueda (work practices) AND (waste collection) NOT (informal) NOT (covid-19), y a su vez “riesgos laborales AND recolección de residuos” en Google scholar.

4.1 Criterios de inclusión y exclusión.

Al tratarse de un estudio que busca políticas y prácticas para implementar y mejorar la calidad y/o condiciones laborales de los trabajadores, se excluyeron artículos que se enfocan en las prácticas de economía circular y valorización de residuos como modelo de negocio, artículos de ciencias ambientales y de energía ya que se relacionan con los procesos y la ejecución de estos, trabajadores informales ya que al ser un centro que funciona en un recinto privado no se da el contexto de la informalidad y por último artículos cuyo objetivo es la disposición final de residuos pacientes Covid-19. Por otra parte, se incluyeron artículos que tienen relación con los objetivos del estudio, prácticas laborales seguras hacia el trabajador expuesto y su entorno, así como también al generador de residuos, artículos que consideren el uso de tecnologías para detectar patologías asociadas a los riesgos presentes, prácticas de automatización y control para disminuir la exposición, utilización de inteligencia artificial como herramienta de trabajo, artículos orientados a la aplicación de conductas para una correcta segregación de residuos.

5. Resultados



PRISMA 2020 Diagrama de flujo para nuevas revisiones sistemáticas

El análisis documental de los 30 estudios seleccionados entre el periodo 2010 y 2025, permite describir los principales factores de riesgo a los que están expuestos los trabajadores en procesos de economía circular y la recolección y/o valorización de residuos, así como, también, identificar los problemas de salud relacionados con dichos riesgos. Incluyendo los factores que se han visto asociados a la realización de actos inseguros generado por condiciones subestandar.

Contextualizar el escenario actual de la Economía Circular (EC) y como puede mejorar la gestión de residuos sólidos en países en desarrollo, superando barreras como la falta de políticas e inversión. se analizan los casos de Rumania (influenciada por la UE) y Bolivia (que requiere apoyo externo), concluyendo que la ayuda internacional es clave para implementar la EC. El proyecto propone un modelo teórico de EC para grandes ciudades que busca fomentar el empleo seguro y la integración del sector informal en cierta medida e impulsando el desarrollo sostenible Ferronato N et. Al (2019).

Si bien es cierto los artículos resultantes de la búsqueda son muchos, al filtrar y quedarnos con los que cumplen los criterios de inclusión, nos damos cuenta que la literatura disponible disminuye y se puede concluir que la elaboración de investigaciones sobre la temática es escasa, el resultado se ve reflejado en la cantidad de riesgos a los que están expuestos los trabajadores y la ineficacia de las medidas de control y prevención; Puesto que, tal como lo menciona Ephraim et al. (2021), dentro de las organizaciones dedicadas a la recolección de residuos, existen fallas a nivel de la gestión organizacional, hay medidas de control, pero no existe la suficiente capacitación a los trabajadores respecto a la implementación adecuada de dichas medidas, así como, tampoco hay campañas de concientización efectivas, una de las frases más recurrentes en este ámbito es que existe eficiencia en la valorización de residuos, mas no en la economía circular.

Al comenzar con la revisión de la literatura respecto a los riesgos laborales en personal de recolección de residuos sólidos, nos encontramos con que los principales problemas de salud son, las infecciones de vías respiratorias, infecciones intestinales, dolores musculoesqueléticos, esguinces y laceraciones. Los factores asociados a actos inseguros tienen relación con el grado de escolaridad, el no uso de los elementos de

protección personal y la experiencia laboral, por lo tanto, resulta fundamental, promover la oportunidad de crecimiento por parte de las empresas del sector a sus empleados. Rincón Aguilar, K. R. (2023).

Un estudio realizado en Japón, que involucró a 29 trabajadores de una planta de gestión de residuos industriales, reveló que quienes manipulan directamente desechos experimentan una alta carga psicológica y estrés, incluso con menor actividad física en su día a día, a diferencia de trabajadores de otras áreas, se utilizó un sistema de medición biométrica que registró la frecuencia cardíaca y la actividad física, se observó que los manipuladores de residuos presentan menor actividad física y temperatura corporal superficial, pero mayor estrés y menor variabilidad de la frecuencia cardíaca, indicativos de una carga psicológica elevada. Estos hallazgos resaltan la urgente necesidad de promover relaciones laborales sostenibles y comprender cuantitativamente las difíciles condiciones de este trabajo para mejorar la calidad de vida y reducir los riesgos para la salud de estos Kageyama I, et. Al (2022)

En relación a la estipulado en el Decreto 44, del 2023: Aprueba Nuevo Reglamento sobre Gestión Preventiva de los Riesgos Laborales para un Entorno de Trabajo Seguro y Saludable, con consideraciones para integrar el enfoque de género, nos encontramos con lo que indica Sánchez et al. (2017), donde realizó un análisis descriptivo transversal en ocho provincias de Andalucía (España), donde halló una diferenciación significativa en función al género del trabajador, en cuanto a los problemas de salud durante la recolección de residuos sólidos. Identificando los siguiente: las heridas causadas por objetos cortopunzantes son más frecuentes en las mujeres; los accidentes de tránsito son más comunes en los hombres; las caídas al mismo nivel se presentan con mayor frecuencia en mujeres; el sobreesfuerzo por manipulación de cargas y accidentes por caídas de objetos, herramientas o materiales son más habituales entre los hombres. Por lo tanto, una correcta identificación de peligros y evaluación de riesgos con un enfoque de género, proceso de actualización de matrices en el cual se está trabajando actualmente en el CMRIS, permite seleccionar las medidas de control y mitigación idóneas en función de lo evidenciado; ya que al considerar el estudio realizado en Maringá, Brasil, por Garcia RC. (2023) donde se evaluó la salud y aptitud física de 60

trabajadores de cooperativas de reciclaje de residuos sólidos, predominantemente mujeres. A pesar de que la mayoría de los participantes presentaba parámetros antropométricos dentro de lo normal, el estudio reveló una alta prevalencia de dolor lumbar (56,66%) y que el 70% no realizaba actividad física. Los hallazgos sugieren que, a pesar de las condiciones de trabajo desafiantes, las variables antropométricas de los cooperativistas se mantienen en rangos saludables; Sin embargo, la falta de actividad física y la alta incidencia de síntomas musculoesqueléticos representan un riesgo significativo para su salud a mediano y largo plazo.

Siguiendo esta misma línea es que nos encontramos con lo que establece Pereira-de-Paiva et al. (2017) A partir del análisis de la literatura, se identificó que los trabajadores que manejan residuos sólidos están expuestos a los seis principales riesgos laborales. Según su naturaleza, se clasifican en: Condiciones de seguridad, Biológico, Físico, Psicosocial, Químico, Biomecánico. Para contribuir a la minimización o eliminación de muchos de estos riesgos, debe prevalecer la importancia de combinar el uso guiado de EPP, la formación y capacitación constante del trabajador y la orientación a la población o trabajadores en este caso sobre la correcta disposición de residuos.

Al continuar buscando literatura, en el artículo de Forero-Gauna SJ, (2021) “Relevancia de los factores de riesgo laborales en personal de recolección de residuos, una revisión”; los resultados indican que los factores de riesgo más estudiados están relacionados con los ambientales, los psicosociales, los biológicos, los mecánicos y los ergonómicos, y dentro de este último el trastorno musculoesquelético es el factor más detectado en los artículos consultados, situación que tiene estrecha relación con el protocolo TMERT en el territorio nacional, dentro de los factores de riesgo más prevalentes están los riesgos ergonómicos y el riesgo biológico, teniendo en cuenta las posturas que realizan para la ejecución de las actividades y el contacto directo con los residuos situación particularmente importante en la aplicación del protocolo MMC del Minsal.

Reddy & Yasobant (2015), identificaron en su investigación que los síntomas musculoesqueléticos entre el personal de la recolección de residuos sólidos se pueden atribuir a las largas jornadas de trabajo sin una pausa por cada periodo de trabajo, la naturaleza de las actividades desarrolladas y a la deficiente gestión organizacional. Así

mismo, observaron relación entre el grado de escolaridad y la falta de conciencia de los trabajadores con respecto a los peligros a los cuales están expuestos y el impacto que estos pueden tener en su salud.

En el estudio denominado “Factores de riesgo individuales, físicos y organizacionales para los trastornos musculoesqueléticos entre los recolectores de desechos sólidos municipales en Shiraz, Irán” realizado por Ziaei et al. (2018), con el fin de determinar la tasa de prevalencia de los trastornos musculoesqueléticos (TME) y sus factores de riesgo asociados. Donde participaron 200 personas encargadas de la recolección de residuos sólidos. El 39% de los participantes reportaron cargas de trabajo físicas altas, y el 36,5% cargas psicológicas altas. El 92,5% de los evaluados informaron síntomas de TME en los últimos 12 meses, en al menos una región del cuerpo. Las lesiones de rodilla fueron más frecuentes y graves. Entre los factores de riesgo más frecuentes para desarrollar TME, se encontraron: factores individuales (edad, peso corporal y duración de la recolección de residuos); demandas físicas (levantar bolsas/cubetas, tirar/empujar contenedores de residuos, caminar con el carro de bolsas/cubetas, y saltar arriba/abajo del camión de la basura); y demandas organizacionales (pocas vacaciones y poca autoridad para tomar decisiones).

Si analizamos la literatura hispano americana disponible nos damos cuenta aún existen pocos estudios sobre riesgos laborales en trabajadores de residuos sólidos, lo que probablemente refleja los estereotipos históricos y sociales que enfrentan estos trabajadores. Por lo tanto, se debe enfatizar la necesidad de más investigación basada en la evidencia que pueda servir como apoyo para el desarrollo e implementación de políticas públicas y privadas que favorezcan la reducción de riesgos laborales en los grupos de trabajo. Pereira-de-Paiva et al. (2017).

Con respecto a los resultados de la investigación sobre riesgos laborales en personal de recolección de residuos sólidos, Abd El-Wahab et al. (2014), realizaron un estudio transversal entre enero y abril de 2013, donde evaluaron a 346 encargados del manejo de residuos sólidos, hallando que las medidas de higiene y seguridad no son eficientes ni adecuadas. De esta manera, las lesiones por cortes o pinchazos con objetos cortopunzantes, la presentación de enfermedades gastrointestinales, dolores

musculoesqueléticos e infecciones respiratorias y cutáneas, fueron los problemas de salud más prevalentes en la población objetivo. Concluyendo que, los trabajadores expuestos de manera directa a los desechos sólidos se encuentran en mayor riesgo de padecer afecciones a su salud.

Respecto a la implementación de buenas prácticas de prevención, Moyano et al. (2018), establecieron que, los procedimientos e instructivos de orden y limpieza, el uso de epp y el específico para la protección respiratoria y auditiva correctamente guiada, son estrategias que contribuyen a mejorar los hábitos durante el desarrollo de las actividades laborales, aumentando el nivel de seguridad y protección. Así mismo, identificaron al riesgo biológico como el más prevalente en personal de recolección de residuos sólidos, seguido de condiciones de seguridad, por caídas al mismo nivel y caídas de objetos; físico, por niveles de ruido; psicosocial, por gestión organizacional inadecuada; y biomecánico, por posturas forzadas y manipulación manual de cargas.

El estudio realizado por Trujillo y Aroca (2021), destaca porque establece que el área de la recolección es la que mayormente está relacionada con accidentes de trabajo, viéndose expuestos los trabajadores a atropellos, choques, heridas por contacto con objetos cortopunzantes, caídas del mismo nivel y sobreesfuerzo por manipulación de cargas. Las contusiones y traumatismos afectaron en mayor medida a los miembros inferiores y a las manos. Por lo anterior, concluyeron que resulta fundamental el uso adecuado de los EPP.

En cuanto a factores asociados a actos incorrectos o inseguros, Ephraim et al. (2021) relacionaron la falta de suministro de elementos de protección personal a los trabajadores como un factor de que asocia significativamente con al menos una lesión en el ámbito laboral obviamente al no existir no se utiliza. De igual manera, asociaron el trabajar en el área de recolección y transporte de residuos sólidos con mayor prevalencia de accidentes de trabajo; una constante que se replica y nos indica que los actos inseguros, ocurren por el grado de escolaridad, no uso de EPP y la experiencia laboral. Ello coincide con el estudio realizado por Ziaei, et al. (2019), en cuanto a que el nivel educativo influye en el grado de concientización que poseen los trabajadores con respecto a los riesgos a los cuales están expuestos y de qué manera pueden prevenirlos.

Temesgen et al. (2022), llevaron a cabo un estudio transversal con una muestra de 389 trabajadores de la recolección de residuos sólidos, donde encontraron que alrededor del 60,4% de los participantes estuvieron expuestos a accidentes del trabajo. Además, encontraron asociación estadísticamente significativa entre la prevalencia de accidentes del trabajo y contar con una educación primaria, educación secundaria, experiencia laboral, uso de elementos de protección temporal y capacitación. Al finalizar, recomiendan que es fundamental la capacitación del personal respecto a las medidas de seguridad, así como también el suministro de elementos de protección personal.

Una de las investigaciones más relevantes a considerar es la realizada por Mlotshwa et al. (2022), puesto que concluyen que para lograr una disminución de los riesgos para la salud del personal de recolección de residuos, se requiere no solo educar a los trabajadores, sino que también es necesario y pertinente, educar a los gobiernos locales, a las industrias público y privadas y a los ciudadanos, para de esta manera sean conscientes de la importancia de dicha labor y de los peligros a los que se ven expuestos dicho personal, así como de qué manera pueden contribuir a mejorar las condiciones laborales; situación similar es lo que se plantea Alqassab FA. (2024) en uno de los estudios realizados en la Provincia Oriental de Arabia Saudita, basado en una encuesta a 321 profesionales de la salud, reveló que la eliminación inadecuada de residuos de medicamentos es una preocupación generalizada, con el 77% de los encuestados reportando problemas. Se encontró que el personal con menos experiencia laboral tenía una menor percepción y conocimiento sobre este deseo. Las principales barreras identificadas fueron los problemas logísticos y la falta de políticas claras, mientras que la capacitación y la implementación de directrices gubernamentales fueron las soluciones más recomendadas para mejorar la concienciación y garantizar una correcta eliminación de residuos de medicamentos.

El estudio realizado por Piao X, (2022), que analizó datos de estrés laboral de más de 41.000 empleados en 11 empresas entre 2017 y 2019, investigó el impacto de las actividades ambientales, sociales y administrativas para el bienestar psicológico. Los resultados mostraron que, mientras las actividades ambientales enfocadas en reducir el estrés hídrico y adoptar tecnologías limpias, junto con programas de reducción de

emisiones y residuos disminuyen el estrés laboral, y las iniciativas sociales que mejoran la satisfacción o el equilibrio vida-trabajo también lo reducen, las actividades de administrativas corporativa se asociaron con efectos desfavorables en el bienestar de los empleados. Esto sugiere que, si bien las prácticas pueden beneficiar psicológicamente a los trabajadores, la alta dirección debe considerar el potencial de estrés de las actividades administrativas durante su implementación.

La recomendación más recurrente en cuanto a los desafíos en seguridad para proyectos de economía circular es lo especifica Ngwira M, (2024) en el estudio cualitativo donde exploró el conocimiento y las experiencias de los recolectores de residuos sólidos (RES) respecto a los riesgos laborales y el equipo de protección personal (EPP). Mediante discusiones grupales y entrevistas, se confirma que los RES son conscientes de los peligros de su trabajo, incluyendo la exposición a sustancias nocivas y objetos punzantes que causan problemas de salud a largo plazo. Sin embargo, la falta de acceso y disponibilidad de EPP es un problema grave, obligándolos a trabajar sin protección adecuada. El estudio concluye que es crucial promover iniciativas público-privadas para aumentar el uso de EPP, y que el ayuntamiento debe ofrecer capacitación constante sobre riesgos y uso de EPP, además de establecer canales eficientes para que las RES reporten problemas de salud y seguridad.

El creciente interés en el reciclaje de residuos domésticos, impulsado por nuevas tecnologías de recolección, ha revelado una escasez de información sobre los riesgos laborales para los recolectores de residuos. Estos trabajadores enfrentan una combinación de factores de riesgo, incluyendo problemas musculoesqueléticos debido a cargas físicas y la manipulación de contenedores, así como una prevalencia de problemas respiratorios como bronquitis crónica, cuya causa exacta (posiblemente exposición a bioaerosoles, endotoxinas y compuestos volátiles) aún es desconocida. Estudios recientes sugieren que los nuevos sistemas de recolección, especialmente de asimilables a domiciliarios, aumentan el riesgo de problemas gastrointestinales, irritación y síntomas del síndrome tóxico por polvo orgánico, enfatizando la necesidad urgente de más investigación epidemiológica para establecer límites de exposición y mejorar la seguridad ocupacional. Poulsen OM, (2025)

La rápida urbanización, la expansión económica y el crecimiento demográfico han incrementado la generación de residuos en muchas naciones del mundo. La investigación sobre la gestión de residuos sólidos está avanzando hacia nuevas fronteras en eficiencia y aplicabilidad debido a la creciente cantidad de datos que se recopilan en estos sistemas y a la convergencia de diversas aplicaciones tecnológicas; las técnicas de inteligencia artificial (IA) presentan alternativas novedosas y creativas para la gestión de residuos sólidos. Si bien se ha realizado mucha investigación en este campo, relativamente pocos estudios de revisión evalúan cómo los avances en las técnicas de IA pueden contribuir al avance sostenible de los sistemas de gestión de residuos. Además, existen discrepancias y una escasez de conocimiento con respecto al funcionamiento de las técnicas basadas en IA en la gestión de residuos sólidos. Para cerrar esta brecha, este estudio realiza una revisión exhaustiva de la literatura relevante con una aplicación de elementos de informe preferidos para revisiones sistemáticas y métodos basados en metaanálisis, examinando 229 publicaciones revisadas por pares para explorar el papel de la IA en diferentes áreas de la gestión de residuos sólidos, como la previsión de las características de los residuos, la monitorización del nivel de los contenedores de basura, la predicción de parámetros de proceso, el enrutamiento de vehículos y la planificación de la gestión de residuos sólidos. En esta revisión se analizan exhaustivamente las principales técnicas y modelos de IA utilizados en la optimización de la gestión de residuos sólidos, así como las áreas de aplicación y las métricas de rendimiento establecidas. Se propone un marco conceptual para guiar la investigación y la práctica con el fin de adoptar un enfoque holístico de la gestión de residuos sólidos, junto con áreas de estudio futuras que requieren exploración. Investigadores, legisladores, municipios, gobiernos y otras organizaciones de gestión de residuos se beneficiarán de este estudio para minimizar costos, maximizar la eficiencia, eliminar la necesidad de mano de obra y transformar el enfoque de la gestión de residuos sólidos. El Jaouhari A, (2025)

Lo que indica Lynda A, (2022) en el estudio donde se enfoca en la creciente preocupación por la generación de residuos sólidos y el potencial de la Inteligencia Artificial (IA) para mejorar su gestión en Australia, buscando una recuperación de recursos más sostenible. A pesar de los avances en IA y gestión de residuos, existe una brecha de conocimiento

sobre cómo la IA puede resolver problemas específicos y lograr una gestión sostenible en Australia. Analizando estudios desde 2005 hasta 2021, la investigación examina la aplicación de la IA en etapas diversas de la gestión de residuos (generación, clasificación, recolección, tratamiento, etc.), destacando que los modelos basados en IA ofrecen una mejor capacidad predictiva para la generación y el reciclaje. Concluye que, ante el aumento constante de residuos en Australia, es crucial adoptar tecnologías de reciclaje con IA bajo un enfoque nacional coherente, lo que beneficiaría a gobiernos, municipios y organizaciones al aumentar las tasas de reciclaje, reducir costos y maximizar la eficiencia.

En concordancia con la norma chilena 3322 de la ubicación, el color de la unidad y la visibilidad de los contenedores de basura pueden afectar el rendimiento de la recolección y separación de residuos. Aumentar la concienciación ciudadana mediante el diseño y la ubicación adecuados de los contenedores de basura podría permitir una recolección más eficiente de los residuos segregados. Leeabai N et. al (2021)

Asimismo, resulta interesante saber y preguntarnos ¿Que está haciendo la Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo EU-OSHA para identificar nuevos riesgos y anticiparse a los cambios que podrían afectar a la SST?

De acuerdo a la data recopilada sabemos que está trabajando para identificar nuevos riesgos y anticiparse a los cambios que podrían afectar a la seguridad y salud en el trabajo (SST). Para lograr esto, se está realizando un “Estudio Prospectivo sobre la Economía Circular y sus Efectos en la Salud y Seguridad en el Trabajo” el cual busca analizar cómo la transición a una economía circular impactará en la seguridad y salud laboral en Europa; el objetivo del estudio es proporcionar información a responsables políticos, empresas y sindicatos sobre los cambios futuros y desafíos en materia de seguridad y salud laboral derivados de la economía circular. El estudio utiliza varios métodos como la revisión bibliográfica con un análisis exhaustivo de la documentación publicada, consultas con expertos a través de entrevistas con personal especializado, además de la elaboración de escenarios como la creación de posibles futuros para 2040.

La economía circular podría tener impactos significativos en la seguridad y salud ocupacional, especialmente en sectores como la gestión de residuos. Algunos de los efectos identificados incluyen:

- a.- Digitalización: mayor uso de tecnologías digitales para mejorar la gestión de residuos y reducir riesgos laborales.
- b.- Robótica e inteligencia artificial: automatización de procesos peligrosos y cambios en la interacción humano-robot
- c.- Nuevos materiales y procesos: riesgos potenciales asociados con nuevos materiales y procesos
- d.- Reestructuración: necesidad de recualificación y formación para trabajadores en sectores afectados.

Las fases del estudio son las siguientes:

1. Desarrollo de macroescenarios: creación de escenarios sobre el futuro de la economía circular y su impacto en la seguridad y salud laboral.
2. Divulgación y adaptación: talleres con partes interesadas para adaptar y divulgar los escenarios
3. Compartir conclusiones: compartir resultados con responsables políticos y promover la toma de decisiones informadas

La Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo (EU-OSHA) lleva varios años aplicando enfoques prospectivos como parte de su misión de contribuir a unas condiciones de trabajo más seguras y saludables en la UE. Su enfoque prospectivo examina los cambios que pueden producirse en el futuro y considera cuáles podrían ser sus consecuencias para la seguridad y la salud en el trabajo (SST), con el objetivo de apoyar la elaboración de políticas y aumentar la sensibilización para reducir los accidentes y las enfermedades relacionadas con el trabajo y mejorar los entornos de trabajo seguros y saludables.

La transición hacia una economía más circular ofrece oportunidades cruciales para mejorar las condiciones de Seguridad y Salud en el Trabajo de los más vulnerables. Considerar sus necesidades antes de la transición e integrar medidas para que la seguridad en el trabajo que se adapten mejor a los riesgos específicos a los que se enfrentan. Proporcionar a las personas vulnerables formación e información

pertinente y garantizar que las medidas de Seguridad y Salud en el Trabajo se adapten a sus necesidades y circunstancias además mejoraría considerablemente los resultados futuros y, garantizar que en procesos de economía circular existan menos trabajadores vulnerables. Daheim, (Impactos futuros 2021)

Siguiendo la misma línea en la que trabaja EU-OSHA, en Chile el avance hacia la economía circular y la valorización de residuos está generando una creciente atención sobre la seguridad y salud laboral (SSL), dado que implica nuevos procesos, tecnologías y roles para los trabajadores. Aunque la legislación de seguridad laboral es transversal, se están observando esfuerzos específicos para abordar los desafíos inherentes a este sector emergente.

A nivel normativo y estratégico destacamos el marco legal general, la base de la seguridad laboral en Chile está dada por la Ley N° 16.744 sobre Accidentes del Trabajo y Enfermedades Profesionales, que es la principal ley en esta materia, junto con sus decretos reglamentarios (como el D.S. N° 594 sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo, o el D.S. N° 76 sobre sistemas de gestión de seguridad y salud en el trabajo). Estas normativas aplican a todos los trabajadores, incluyendo los del sector de valorización residuos y economía circular.

Hoja de Ruta Nacional a la Economía Circular para un Chile sin Basura 2020-2040, este es el documento estratégico más relevante del Ministerio del Medio Ambiente. Si bien su foco principal no es la seguridad laboral, al promover un "Chile Circular", la implementación de sus ejes (innovación, cultura, regulación y territorios circulares) necesariamente debe considerar la seguridad de los trabajadores que participan en estas nuevas actividades. La creación de "empleos verdes" es una de sus metas, y estos empleos deben ser seguros y saludables.

Ley N° 20.920, Ley Marco para la Gestión de Residuos, la Responsabilidad Extendida del Productor y Fomento al Reciclaje (Ley REP), esta ley incentiva la valorización de residuos. A medida que se desarrollan los sistemas de gestión para los productos prioritarios (envases y embalajes, neumáticos, pilas, aceites lubricantes, aparatos eléctricos y electrónicos, baterías), surgen nuevas plantas de clasificación, centros de

acopio y rutas de recolección, lo que requiere adaptar e intensificar las medidas de seguridad para los trabajadores involucrados.

Decreto 44, del 2023, este decreto aprueba el Nuevo Reglamento sobre Gestión Preventiva de los Riesgos Laborales para un Entorno de Trabajo Seguro y Saludable. Este reglamento es fundamental, ya que moderniza el marco legal preventivo y promueve la integración del enfoque de género en la evaluación de riesgos, lo cual es relevante en un sector con presencia de recicladores de base y otros trabajadores con perfiles diversos.

Decreto 123, 2023, Comisión Interministerial de Gestión de Residuos Sólidos y Economía Circular, la creación de esta comisión refleja una coordinación a nivel intersectorial para avanzar en la economía circular. Si bien su enfoque es amplio, es una instancia donde se pueden abordar los desafíos de seguridad laboral asociados a la gestión de residuos y la economía circular de manera integrada.

En la práctica y a través de organismos reguladores, la Superintendencia de Seguridad Social (SUSESO) es el organismo fiscalizador superior del sistema de seguridad social en Chile. La SUSESO, a través de su Intendencia de Seguridad y Salud en el Trabajo, supervisa y regula a los Organismos Administradores del Seguro de la Ley N° 16.744 (Mutualidades e ISL), quienes son los encargados directos de implementar las acciones de prevención en las empresas, incluyendo aquellas del sector de residuos y reciclaje.

Mutualidades de Empleadores y el Instituto de Seguridad Laboral (ISL), como administradores del seguro de accidentes del trabajo y enfermedades profesionales, estas entidades son clave en la implementación de medidas preventivas. Proveen capacitación, asesoría técnica, evaluación de riesgos, entrega de Elementos de Protección Personal (EPP) y seguimiento de enfermedades profesionales y accidentes laborales.

Ministerio del Trabajo y Previsión Social (Subsecretaría de Previsión Social), lidera la Política Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo y es responsable de la normativa laboral. Han impulsado actualizaciones normativas y promueven el diálogo tripartito (gobierno, empleadores y trabajadores) para abordar los desafíos de la SSL.

Guías de buenas prácticas y recomendaciones específicas que se han generado, especialmente para grupos vulnerables como los recicladores de base, abordando riesgos biológicos, físicos, ergonómicos y psicosociales inherentes a su labor, y la importancia de la capacitación y el uso de EPP. Esto es fundamental para formalizar y hacer más segura una actividad clave en la economía circular.

Una de estas guías es la "Guía de Educación Ambiental y Residuos" del Ministerio del Medio Ambiente de Chile, publicada en 2016, es un recurso fundamental para promover la conciencia y la acción ciudadana frente al manejo de residuos. Su propósito central es educar y sensibilizar sobre la importancia de una gestión de residuos sostenible, fomentando prácticas de reducción, reutilización y reciclaje tanto en el ámbito doméstico como laboral y educativo.

Este documento no solo aborda la problemática de los residuos y sus impactos, sino que también busca empoderar a la ciudadanía para que participe activamente en la búsqueda de soluciones. A través de un enfoque pedagógico, la guía busca transformar hábitos de consumo, promover la separación en origen y destacar la relevancia de la economía circular, reconociendo la corresponsabilidad de todos los actores en la construcción de un entorno más limpio y un futuro sostenible.

Por lo tanto, Chile está abordando la seguridad laboral en proyectos de economía circular y valorización de residuos a través de un marco legal general robusto, el desarrollo de estrategias nacionales para la economía circular que indirectamente implican la seguridad, y la adaptación y generación de normativas y guías específicas para los riesgos emergentes en este sector. La coordinación entre el Ministerio del Medio Ambiente, el Ministerio del Trabajo y los organismos fiscalizadores es clave para asegurar que la transición hacia una economía más sostenible también sea segura para los trabajadores.

6. Discusión

La revisión sistemática de 30 estudios (2010-2025) revela una literatura escasa y un vacío de investigación sobre los riesgos laborales asociados a la economía circular y la valorización de residuos, a pesar de la creciente preocupación global por la sostenibilidad y la gestión de desechos (Ferronato et al., 2019). Esta escasez contrasta con la evidente exposición de los trabajadores a múltiples peligros y la ineficacia de las medidas de control y prevención actuales, lo que se atribuye a fallas en la gestión organizacional y la falta de capacitación y concientización (Ephraim et al., 2021).

Los hallazgos confirman que los recolectores y manipuladores de residuos enfrentan riesgos significativos para su salud, los problemas más comunes incluyen infecciones respiratorias e intestinales, dolor musculoesquelético, esguinces y laceraciones (Rincón Aguilar, 2023; Abd El-Wahab et al., 2014; Trujillo y Aroca, 2021). Particularmente preocupante es la alta carga psicológica y estrés que experimentan los manipuladores directos de residuos, incluso con menor actividad física, lo que subraya la necesidad urgente de relaciones laborales sostenibles y una comprensión cuantitativa de estas condiciones (Kageyama et al., 2022).

La investigación también destaca la influencia de factores asociados a actos inseguros, como el grado de escolaridad, la falta de uso de equipos de protección personal (EPP) y la experiencia laboral, lo que sugiere la necesidad de programas de crecimiento y capacitación (Rincón Aguilar, 2023; Ephraim et al., 2021; Temesgen et al., 2022; Ziaei et al., 2019). La disponibilidad y el acceso limitado a EPP son barreras críticas, forzando a los trabajadores a operar sin protección adecuada, lo que requiere iniciativas público-privadas y mayor capacitación por parte de los ayuntamientos (Ngwira et al., 2024).

Además, se evidencia la necesidad de un enfoque de género en la evaluación de riesgos. Estudios como el de Sánchez et al. (2017) y García et al. (2023) demuestran diferencias significativas en los tipos y prevalencia de lesiones (ej. heridas cortospunzantes en mujeres, accidentes de tránsito y sobreesfuerzos en hombres) y condiciones de salud (ej. alto porcentaje de dolor lumbar en recicladoras), subrayando la importancia de medidas de control y mitigación específicas.

La literatura consultada coincide en la clasificación de los riesgos laborales en seis categorías principales: condiciones de seguridad, biológicas, físicas, psicosociales, químicas y biomecánicas (Pereira-de-Paiva et al., 2017). Los trastornos musculoesqueléticos son consistentemente los más prevalentes, asociados con largas jornadas, posturas forzadas y manipulación manual de cargas, así como factores organizacionales como pocas vacaciones y baja autoridad en la toma de decisiones (Forero-Gauna SJ, 2021; Reddy & Yasobant, 2015; Ziaei et al., 2018).

A nivel internacional, organismos como la EU-OSHA están adelantando estudios prospectivos para comprender el impacto de la economía circular en la seguridad y salud laboral, identificando desafíos relacionados con la digitalización, la robótica, los nuevos materiales y la reestructuración laboral (Daheim, 2021). La experiencia europea sugiere que la integración de medidas de seguridad adaptadas y la formación de trabajadores vulnerables son cruciales para una transición segura y justa hacia la CE.

En el contexto chileno, el avance hacia la economía circular se sustenta en un marco legal robusto (Ley N° 16.744, DS N° 594, DS N° 76, DS N° 44 de 2023), estrategias nacionales como la Hoja de Ruta Nacional a la Economía Circular 2020-2040, y leyes específicas como la Ley REP (Ley N° 20.920). La creación de la Comisión Interministerial de Gestión de Residuos Sólidos y Economía Circular (Decreto 123, 2023) refleja un esfuerzo coordinado. Organismos como SUSESO, Mutualidades e ISL, y el Ministerio del Trabajo, junto con guías de buenas prácticas (como la del Ministerio del Medio Ambiente de Chile, 2016), son medidas fundamentales para la implementación de preventivas. La relevancia de la norma chilena 3322 sobre el diseño y ubicación de contenedores también se destaca como un factor influyente en la eficiencia de la recolección y separación de residuos (Leeabai et al., 2021).

En síntesis, a pesar de los esfuerzos normativos y el creciente interés en la economía circular, existe una necesidad crítica de fortalecer la investigación, la capacitación y la implementación de políticas de seguridad laboral que aborden los riesgos físicos y psicosociales específicos de los trabajadores de residuos, con un enfoque de género y la participación de múltiples actores para garantizar una transición verdaderamente sostenible y segura. La experiencia de países como Rumania y Bolivia (Ferronato et al.,

2019) y el uso de tecnologías como la IA para optimizar la gestión de residuos (El Jaouhari A, 2025; Lynda A, 2022) son ejemplos de cómo se puede avanzar, pero siempre priorizando el bienestar humano.

7. Conclusión

Esta revisión sistemática subraya un vacío crítico en la investigación sobre la seguridad laboral en el ámbito de la economía circular y la valorización de residuos además de nulas propuestas hacia mejorar la calidad de las condiciones laborales, a pesar de la tipología y significancia de los riesgos que se exponen los trabajadores, los hallazgos confirman una prevalencia alarmante de problemas de salud física, como infecciones, dolores musculoesqueléticos y lesiones, sumados a una considerable carga psicológica. La ineficacia de las medidas de control actuales se atribuye a deficiencias organizacionales, la falta de capacitación, barreras en el acceso a EPP, y una insuficiente consideración del enfoque de género en la prevención de riesgos. A pesar de los marcos normativos robustos, como el caso chileno, y los esfuerzos internacionales por integrar la seguridad y salud ocupacional en la transición hacia la economía circular, es imperativo que las políticas y prácticas se orienten a una comprensión más profunda de las condiciones laborales, la promoción de la capacitación efectiva, la mejora del acceso a EPP, y la integración de perspectivas de género. Es fundamental que gobiernos, industrias y la sociedad colaboren para transformar este sector, garantizando que la indispensable valorización de residuos no comprometa el bienestar y la seguridad de quienes la hacen posible.

8. Referencias

Dulzaides, M.E. & Molina, A.M. (2004). Análisis documental y de información: dos componentes de un mismo proceso. ACIMED, 12(2).

<http://eprints.rclis.org/5013/1/analisis.pdf>

Forero-Gauna SJ, Parra-Hurtado LV, Monroy-Díaz AL. Relevancia de los factores de riesgo laborales en personal de recolección de residuos, una revisión. Revista Investig. Salud Univ. Boyacá [Internet]. 30 de junio de 2021 [citado 20 de abril de 2025];8(1):136-51. Disponible en:

<https://revistasdigitales.uniboyaca.edu.co/index.php/rs/article/view/564>

Pereira-de-Paiva MH, Conceição Calassa-Albuquerque M, Latham EE, Furtado-Bezerra C, da-Silva-Sousa A, Cunha-E-Silva-de-Araújo L, Dos-Reis MR, Ferreira-Luz R. Occupational hazards of Brazilian solid waste workers: a systematic literature review. Rev Bras Med Trab. 2017 Dec 1;15(4):364-371. doi: 10.5327/Z1679443520170056. PMID: 32377593; PMCID: PMC7200145.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7200145/>

Sánchez, A., Sánchez, F., & Ruiz-Muñoz, D. (2017). Labour risks in solid waste companies in Andalusia: a gender perspective. Saúde e Sociedade, 26(3), 798-810.

<https://www.revistas.usp.br/sausoc/article/view/139962/135191>

Abd El-Wahab, E.W., Eassa, S.M., Lotfi, S.E., El Masry, S.A., Shatat, H.Z., & Kotkat, A.M. (2014). Adverse health problems among municipality workers in alexandria (egypt). Int J Prev Med, 5(5), 545-56. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4050674>

Reddy, E.M., & Yasobant, S. (2015). Musculoskeletal disorders among municipal solid waste workers in India: A cross-sectional risk assessment. J Family Med Prim Care, 4(4), pp. 519-24. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4776602/>

Moyano, J.C., Guamán, A. G., & García, A. N. (2018). Evaluación de riesgos laborales aplicando NTP 330 para la recolección de desechos sólidos. Revista Caribeña de Ciencias Sociales. <http://www.eumed.net/2/rev/caribe/2018/02/recoleccion-desechos-solidos.html>

Trujillo, J.T., & Aroca, J.L. (2021). Causas de accidentes laborales en el proceso de recolección de residuos sólidos en la empresa ciudad limpia del municipio de Neiva durante el periodo 2019 a 2020. Revista Crecer Empresarial: Journal of Management and Development, 4.

<https://journalusco.edu.co/index.php/cempresarial/article/download/3386/4334>

Ephraim, P., Stephens, J., Myers-Hansen, G.A., Otwey, R.Y., Amon, S., Kporxah, M.K., & AbakaYawson, A. (2021). "Prevalence and Determinants of Occupational Injuries among Solid Waste Collectors of Zoomlion Ghana Limited". *Journal of Environmental and Public Health*. <https://doi.org/10.1155/2021/6914529>

Temesgen, L.M., Mengistu, D.A., Mulat, S., Mulatu, G., Tolera, S.T., Berhanu, A., Baraki, N., & Gobena, T. (2022). Occupational Injuries and Associated Factors Among Municipal Solid Waste Collectors in Harar Town, Eastern Ethiopia: A Cross Sectional Study. *Environmental Health Insights*, 16.

https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/11786302221104025?rfr_dat=cr_pub++0pubmed&url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori%3Arid%3Acrossref.org

Mlotshwa, N., Dayaram, T., Khanyile, A., Sibanda, P.A., Erwin, K., & Fleetwood, T. (2022). Working with Waste: Hazards and Mitigation Strategies Used by Waste Pickers in the Inner City of Durban. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(20). <https://doi.org/10.3390/ijerph192012986>

Cornelia Daheim, Jessica Prendergast y Jörg Rampacher (Impactos futuros). Circular economy and its effects on OSH (2021)

<https://osha.europa.eu/es/emerging-risks/circular-economy>

Ziaei, M., Choobineh, A., Abdoli-Eramaki, M., Ghaem, H., & Jaber, O. (2019). Psychological and physical job demands, decision latitude, and work-related social support among Iranian waste collectors. *Waste Management*, 95, 377-387.

<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.06.031>

Ziaei, M., Choobineh, A., Abdoli-Eramaki, M., & Ghaem, H. (2018). Individual, physical, and organizational risk factors for musculoskeletal disorders among municipality solid waste collectors in Shiraz, Iran. *Industrial Health*, 56(4), 308-319.

<https://doi.org/10.2486/indhealth.2018-0011>

Rincón Aguilar, K. R. (2023). Riesgos laborales en personal de recolección de residuos sólidos (Bachelor's thesis).

<https://alejandria.poligran.edu.co/bitstream/handle/10823/6931/Monograf%C3%ada.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ferronato N, Rada EC, Gorrity Portillo MA, Cioca LI, Ragazzi M, Torretta V. Introduction of the circular economy within developing regions: A comparative analysis of advantages and opportunities for waste valorization. *J Environ Manage*. 2019 Jan 15;230:366-378. doi: 10.1016/j.jenvman.2018.09.095. Epub 2018 Oct 4. PMID: 30293021.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30293021/>

Leeabai N, Areeprasert C, Khaobang C, Viriyapanitchakij N, Busa B, Dilinazi D, Takahashi F. The effects of color preference and noticeability of trash bins on waste collection performance and waste-sorting behaviors. *Waste Manag.* 2021 Feb 15;121:153-163. doi: 10.1016/j.wasman.2020.12.010. Epub 2020 Dec 25. PMID: 33360814.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33360814/>

Kageyama I, Hashiguchi N, Cao J, Niwa M, Lim Y, Tsutsumi M, Yu J, Sengoku S, Okamoto S, Hashimoto S, Kodama K. Determination of Waste Management Workers' Physical and Psychological Load: A Cross-Sectional Study Using Biometric Data. *Int J Environ Res Public Health.* 2022 Nov 30;19(23):15964. doi: 10.3390/ijerph192315964. PMID: 36498046; PMCID: PMC9739088.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36498046/>

Garcia RC, Dos Santos NQ, do Nascimento DE, Antunes MD, Kerber VL, Bertolini SMMG. Morphofunctional parameters, physical fitness and musculoskeletal symptoms in cooperative recyclers. *Rev Bras Med Trab.* 2023 Apr 18;21(1):e2023827. doi: 10.47626/1679-4435-2023-827. PMID: 37197344; PMCID: PMC10185395.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37197344/>

Alqassab FA, Alhujiri A, Alsheef G, Almosabeh A, Surour M, Alqurain A. Work experience, profession type, and perception of medication waste disposal among healthcare workers: A study in the Eastern Province, Saudi Arabia. *Saudi Pharm J.* 2024 Feb;32(2):101927. doi: 10.1016/j.jsps.2023.101927. Epub 2023 Dec 20. PMID: 38223204; PMCID: PMC10787295.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38223204/>

Piao X, Xie J, Managi S. Environmental, social, and corporate governance activities with employee psychological well-being improvement. *BMC Public Health.* 2022 Jan 6;22(1):22. doi: 10.1186/s12889-021-12350-y. PMID: 34991539; PMCID: PMC8740338.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34991539/>

Ngwira M, Chitete MM, Sibande M, Ngwira Y, Damazio C. Understanding Solid Waste Collectors' Awareness of Occupational Hazards and Personal Protective Equipment Practices in Northern Malawi. *Environ Health Insights.* 2024 Nov 29;18:11786302241303688. doi: 10.1177/11786302241303688. PMID: 39619772; PMCID: PMC11607751.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39619772/>

Poulsen OM, Breum NO, Ebbenhøj N, Hansen AM, Ivens UI, van Lelieveld D, Malmros P, Matthiasen L, Nielsen BH, Nielsen EM, et al. Collection of domestic waste. Review of occupational health problems and their possible causes. Sci Total Environ. 1995 Aug 18;170(1-2):1-19. doi: 10.1016/0048-9697(95)04524-5. PMID: 7569875.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7569875/>

Lynda Andeobu, Santoso Wibowo, Srimannarayana Grandhi, Artificial intelligence applications for sustainable solid waste management practices in Australia: A systematic review, Science of The Total Environment, Volume 834, 2022,
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969722024822>

El Jaouhari A, Samadhiya A, Kumar A, Mulat-Weldemeskel E, Luthra S, Kumar R. Turning trash into treasure: Exploring the potential of AI in municipal waste management - An in-depth review and future prospects. J Environ Manage. 2025 Jan;373:123658. doi: 10.1016/j.jenvman.2024.123658. Epub 2024 Dec 9. PMID: 39657479.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39657479/>

Ley 16744 Establece Normas Sobre Accidentes del Trabajo y Enfermedades Profesionales Ministerio del Trabajo y Previsión Social; Subsecretaría de Previsión Social, <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?i=28650>

Hoja de Ruta Nacional a la Economía Circular para un Chile sin Basura 2020-2040
<https://economiacircular.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2020/12/Propuesta-Hoja-de-Ruta-Nacional-a-la-Economia-Circular-para-un-Chile-sin-Basura-2020-2040.pdf>

Ley N° 20.920, Ley Marco para la Gestión de Residuos, la Responsabilidad Extendida del Productor y Fomento al Reciclaje
<https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1090894>

D.S. 44, Julio 2024 aprueba el Nuevo Reglamento sobre Gestión Preventiva de los Riesgos Laborales para un Entorno de Trabajo Seguro y Saludable.
<https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1205298>

Decreto 123, 2023 Comisión Interministerial de Gestión de Residuos Sólidos y Economía Circular <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?i=1194368>