



Pontificia Universidad Católica Argentina
Facultad de Humanidades y Ciencias Económicas

Proyecto de trabajo Final

Impacto de la implementación de inteligencia artificial en la seguridad laboral durante la recolección de residuos en Rosario, Santa Fe, Argentina.

Autor: Paredes Gonzalo M.

Profesores: Lic. Jorge Vera

Prof. Casado Débora

Mendoza, 23 de Octubre de 2025

DECLARACIÓN JURADA

"Los conceptos y opiniones vertidos en el texto publicado y del uso que otros puedan hacer de ellos son de exclusiva responsabilidad del autor. Dicha responsabilidad se asume con la sola impresión y presentación del trabajo de tesina ante el tribunal por el autor."

Declaración jurada: "Por la presente declaro que esta propuesta es mi propio trabajo y hasta donde yo sé y creo, no contiene material previamente publicado o escrito por otra persona, ni material que de manera substancial haya sido aceptado para el otorgamiento de premios de cualquier otro grado o diploma de la universidad u otro instituto de enseñanza superior, excepto donde se ha hecho reconocimiento debido en el texto".

"Nota del Autor: Las fotografías con derecho de autor han sido incluidas en este trabajo de investigación respondiendo únicamente a un interés académico, sin un fin de lucro".



Paredes Gonzalo Marcelo
24903403

ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN JURADA.....	2
NÓMINA DE ABREVIATURAS.....	4
RESUMEN.....	5
ABSTRACT.....	7
INTRODUCCIÓN.....	9
CAPÍTULO I. GENERALIDADES	
MARCO TEÓRICO.....	11
METODOLOGÍA.....	14
HIPÓTESIS.....	16
CAPÍTULO II. MARCO LEGAL	
MARCO LEGAL.....	17
CAPÍTULO III. DESARROLLO	
RECOLECCIÓN DE RESIDUOS DE ROSARIO.....	42
EXPERIENCIA DE OTRAS CIUDADES.....	49
LESIONES EN PERSONAL DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS.....	53
ADAPTACIÓN DEL PERSONAL AL USO DE IA.....	58
CAPÍTULO IV. CONCLUSIÓN FINAL	
CONCLUSIÓN.....	59
BIBLIOGRAFÍA.....	63
ANEXO I	
Estrategias efectivas para reciclaje en Corea del Sur.....	64
ANEXO II	
Encuesta.....	68

NÓMINA DE ABREVIATURAS

IA: Inteligencia Artificial.

IoT: Internet de las Cosas, son objetos físicos que están conectados a internet y tienen la capacidad de recopilar, enviar y recibir datos. Están diseñados para interactuar entre sí y con sus usuarios, permitiendo automatizar tareas, mejorar la eficiencia y simplificar diversos aspectos de la vida cotidiana o industrial

RSU: Residuos sólidos urbanos.

ART: Aseguradora de Riesgos de Trabajo.

TMS: Trastornos musculoesqueléticos.

AM: Actividad manual.

GPS: Sistemas de posicionamiento global.

RESUMEN

El propósito de este trabajo es investigar y evaluar la implementación de sistemas de inteligencia artificial en el servicio de recolección de RSU en la ciudad de Rosario, Santa Fe. Se busca determinar cómo la inteligencia artificial puede optimizar las rutas de recolección, mejorar la eficiencia operativa, reducir los costos, y aumentar la seguridad laboral. Además, se explorará el impacto de estas tecnologías en la sostenibilidad ambiental y la calidad del servicio.

El enfoque de esta investigación será mixto: combinará métodos cuantitativos para analizar datos numéricos sobre índices de accidentes, consumos de combustible, tiempos ocupados para la realización de los servicios y cualitativos para entender la percepción de los trabajadores sobre el uso de inteligencia artificial (IA) en sus tareas. El diseño no es experimental, ya que no se manipulan variables y se realizará en un período específico sin repetición en el tiempo.

Esta investigación tiene un alcance exploratorio y correlacional. Explorará el impacto potencial de la IA en la seguridad laboral de los recolectores de residuos en Rosario y analizará si existe una mejora con la implementación de IA y una reducción de accidentes en el sector.

Los materiales involucrados son:

Software: Plataformas y algoritmos de IA para la optimización de rutas y gestión de residuos.

Hardware: Sensores inteligentes, vehículos de recolección automatizados y dispositivos de monitoreo.

Datos: Información sobre patrones de generación de residuos, rutas actuales de recolección, y registros de incidentes laborales.

Instrumentos a utilizar:

Sensores, Dispositivos IoT y cualquier objeto físico que puede conectarse a internet y comunicarse con otros dispositivos y sistemas a través de la red: Para la recolección de datos en tiempo real sobre el tránsito, la cantidad y ubicación de residuos.

Plataformas de Análisis de Datos: Software para procesar y analizar grandes volúmenes de datos.

Cuestionarios y Entrevistas: Para recoger opiniones y experiencias de los trabajadores y la comunidad.

El estudio se realizará utilizando los siguientes métodos:

Revisión bibliográfica: Análisis de estudios previos y literatura relevante sobre el uso de inteligencia artificial en la gestión de residuos.

Estudio de caso: Implementación o análisis de utilización de tecnologías de inteligencia artificial en un sector específico de la ciudad de Rosario.

Análisis de datos: Uso de técnicas de análisis estadístico para evaluar la eficiencia de las rutas optimizadas y/o la reducción de accidentes laborales.

Algunos de los resultados esperados son:

- Reducción en el tiempo y distancia recorrida por los vehículos de recolección.
- Disminución de costos operativos y mejor utilización de recursos.
- Reducción de la cantidad de accidentes laborales debido a la implementación de tecnologías más seguras.
- Menor impacto ambiental gracias a rutas de recolección más eficientes y una mejor gestión de los residuos.
- Mayor satisfacción de la comunidad debido a un servicio de recolección de residuos más eficiente y confiable.

El estudio abarca un período de implementación y análisis de 6 meses, comenzando en Octubre de 2024 y finalizando en Marzo de 2025.

El interrogante de la investigación es si la utilización de inteligencia artificial aplicada al sistema de recolección de residuos en la ciudad de Rosario disminuiría la cantidad de accidentes laborales.

ABSTRACT

The purpose of this work is to investigate and evaluate the implementation of artificial intelligence systems in the municipal solid waste (MSW) collection service in the city of Rosario, Santa Fe. It aims to determine how artificial intelligence can optimize collection routes, improve operational efficiency, reduce costs, and increase workplace safety. Furthermore, it will explore the impact of these technologies on environmental sustainability and service quality.

The approach of this research will be mixed: it will combine quantitative methods to analyze numerical data on accident rates and qualitative methods to understand workers' perceptions of the use of AI in their tasks. The design is non-experimental, as no variables will be manipulated, and cross-sectional, as it will be conducted during a specific period without repetition over time.

This research has an exploratory and correlational scope. It will explore the potential impact of AI on the occupational safety of waste collectors in Rosario and analyze whether there is an improvement between the implementation of AI and the reduction of accidents in the sector.

Materials Involved:

- **Software:** Platforms and AI algorithms for route optimization and waste management.
- **Hardware:** Smart sensors, automated collection vehicles, and monitoring devices.
- **Data:** Information on waste generation patterns, current collection routes, and records of workplace incidents.

Instruments to be Used:

- **Sensors and IoT Devices:** Physical objects connected to the internet that communicate with other devices and systems to collect real-time data on traffic, waste quantity, and location.
- **Data Analysis Platforms:** Software for processing and analyzing large volumes of data.
- **Surveys and Interviews:** To gather opinions and experiences from workers and the community.

The study will be conducted using the following methods:

- **Literature Review:** Analysis of previous studies and relevant literature on the use of artificial intelligence in waste management.
- **Case Study:** Implementation or analysis of AI technologies in a specific sector of the city of Rosario.
- **Data Analysis:** Application of statistical analysis techniques to evaluate the efficiency of optimized routes and the reduction of workplace accidents.

Expected Outcomes:

- **Route Optimization:** Reduction in the time and distance traveled by collection vehicles.
- **Operational Efficiency:** Decrease in operational costs and better resource utilization.
- **Workplace Safety:** Reduction in the number of workplace accidents due to the implementation of safer technologies.
- **Environmental Sustainability:** Lower environmental impact through more efficient collection routes and improved waste management.
- **Improved Service Quality:** Greater community satisfaction due to a more efficient and reliable waste collection service.

The study will cover a 6-month implementation and analysis period, starting in October 2024 and ending in March 2025.

The research question is whether the use of artificial intelligence applied to the waste collection system in the city of Rosario reduces the number of workplace accidents.

INTRODUCCIÓN

La seguridad laboral implica mucho más que simplemente prevenir accidentes de trabajo. Es un enfoque integral que busca proteger la salud física, mental y emocional del trabajador, mientras desarrolla las actividades en un ambiente seguro y eficiente, con el menor impacto ambiental posible.

El uso de tecnologías actualizada en la gestión de residuos sólidos urbanos ha evolucionado significativamente en las últimas décadas, impulsado por la necesidad de mejoras en la eficiencia y seguridad en el servicio de recolección de residuos.

A nivel internacional, se han implementado diversas soluciones tecnológicas basadas en inteligencia artificial (IA), para abordar los desafíos en la recolección de residuos, reducir los riesgos laborales y minimizar el impacto ambiental que la actividad conlleva.

La capacidad de control en tiempo real permite mediante el uso de la inteligencia artificial (IA) y la Internet of Things (IoT), la obtención de datos y su tratamiento algorítmico, facilitando la posibilidad de identificar situaciones potenciales de riesgo o conductas indebidas de los trabajadores, entre otras cosas y la automatización de tareas para evitar o minimizar situaciones de riesgo.

El tratamiento de los datos con una finalidad preventiva implica un mayor control de los riesgos, lo que debe conllevar una mayor protección y una disminución de situaciones peligrosas. Lo que implica para el trabajador un mayor grado de intencionalidad en conductas de riesgo y, por otro lado, una disminución del deber objetivo de cuidado del empleador.

Hay ciudades como Barcelona, Singapur, Seúl, Ámsterdam y otras ciudades de Estados Unidos de Norteamérica donde se ha implementado el uso de sensores inteligentes y plataformas de gestión de residuos basadas en IA, para optimizar la recolección de residuos, predecir patrones de generación de basura y mejorar el reciclaje mediante la clasificación automática de materiales.

La ciudad de Rosario fue declarada en el año 2003 por el Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo como "Ciudad modelo" de América Latina y el Caribe, por su experiencia ejemplar en la gobernabilidad democrática y sus programas sociales innovadores, además de ofrecer una infraestructura urbana adecuada para el estudio y la implementación de tecnologías avanzadas en la gestión de RSU.

En la actualidad la recolección de RSU en la ciudad de Rosario es una de las actividades más riesgosas dentro del sector de servicios públicos de la ciudad.

Las lesiones más comunes incluyen problemas musculoesqueléticos producidas por contusiones, esguinces, escoriaciones, golpes durante la ejecución de las tareas o y accidentes de tránsito. Las condiciones laborales pueden empeorar en situaciones de lluvia, falta de visibilidad y manejo de residuos peligrosos o con desechos médicos mal gestionados.

Si bien el municipio de Rosario ha estado trabajando en mejoras sustanciales del sistema de recolección de residuos sólidos, pasando de una recolección manual y artesanal de los residuos domiciliarios casa por casa a un sistema con contenedores para los residuos con tapas y ruedas con capacidades que van de 1 m³, 3 m³, 5 m³ y hasta 20 m³ distribuidos estratégicamente según las necesidades existentes.

El manejo de los RSU es un tema de gran complejidad porque involucra aspectos técnicos, económicos, sociales, institucionales, legales, territoriales y ambientales.

Las prácticas culturales afectan significativamente en la gestión de los mismos, ya que determinan el cómo se manejan o disponen los desechos y de qué forma se organizan y ejecutan los procesos de recolección de los mismos.

La implementación de IA en la recolección de RSU podría representar un avance significativo hacia una gestión más segura, eficiente y sostenible, siendo esta herramienta clave para la optimización de los procesos y la minimización de riesgos implícitos, permitiendo encontrar soluciones innovadoras a las distintas problemáticas; logrando de esta manera una mejora en la seguridad de los trabajadores, en la calidad de vida de la comunidad y abriendo nuevas posibilidades a un futuro más sostenible y tecnológicamente más avanzado.

CAPÍTULO I GENERALIDADES

MARCO TEÓRICO

La Inteligencia Artificial y el Aprendizaje Automático

La inteligencia artificial es un campo de la informática que se basa en la creación de sistemas y programas con capacidad para lograr que máquinas puedan simular procesos cognitivos humanos, como el razonamiento, la toma de decisiones y el aprendizaje.

En el caso de la recolección de residuos, los algoritmos de aprendizaje automático permiten que los sistemas analicen datos en tiempo real, mejoren la eficiencia operativa y tomen decisiones que minimicen el riesgo laboral.

La teoría de la IA plantea que los sistemas pueden aprender a identificar patrones complejos y tomar decisiones más eficientes que los seres humanos en ciertos contextos, como la optimización de rutas y la prevención de riesgos.

Automatización y la Robótica

La automatización es un campo teórico que se refiere al uso de tecnologías para realizar tareas sin intervención humana directa. En la recolección de residuos, esto incluye el uso de vehículos autónomos y robots que pueden realizar tareas repetitivas o peligrosas, reduciendo la exposición de los trabajadores a riesgos también se refiere al tiempo que mejora la eficiencia operativa.

Los sistemas autónomos pueden tomar decisiones en tiempo real sobre la recolección, basados en datos generados por sensores en los contenedores inteligentes, cámaras y sistemas de geo localización.

Los contenedores inteligentes de residuos equipados con sensores de llenado e identificadores inteligentes de materiales, están conectados a plataformas de análisis de datos en tiempo real con algoritmos de IA para optimizar rutas y frecuencias de recolección. También permiten identificar los usuarios mediante tarjetas o apps móviles.

Ergonomía y la Seguridad Laboral

La ergonomía es una disciplina científica que se centra en la adaptación de las condiciones de trabajo a las capacidades y limitaciones humanas para mejorar la

seguridad y el bienestar de los empleados. En el ámbito de la recolección de residuos, se aplica para minimizar las lesiones musculoesqueléticas y otros accidentes relacionados con la manipulación manual de cargas pesadas y el trabajo físico repetitivo.

Al automatizar las tareas rutinarias y peligrosas se puede aliviar la carga cognitiva de los trabajadores, reduciendo el estrés, la fatiga y los errores humanos.

Un entorno laboral mejor adaptado a las necesidades humanas, en combinación con tecnologías de apoyo como la IA, puede mejorar tanto la productividad como la seguridad.

Gestión de Riesgos Laborales

La gestión de riesgos en el ámbito laboral se refiere a la identificación, evaluación y mitigación de los peligros a los que se exponen los trabajadores. En la recolección de residuos, esto incluye riesgos asociados al tránsito, el manejo de residuos peligrosos y el esfuerzo físico repetitivo.

El análisis predictivo de riesgos puede reducir accidentes mediante el análisis de patrones y la detección de situaciones desfavorables antes de que se conviertan en incidentes, lo que mejora la prevención proactiva y permite una respuesta más rápida ante eventos de riesgo reduciendo la frecuencia y gravedad de los mismos.

Residuos sólidos urbanos (RSU)

Los residuos sólidos urbanos son aquellos materiales que se descartan después de su vida útil y, en general, no tienen valor económico por sí mismo y son generados por actividades domésticas, comerciales e industriales urbanas. Se clasifican según su tipo en tres grandes grupos, los orgánicos compuestos por materiales biodegradables, los inorgánicos compuestos por plásticos, vidrios, metales y otros materiales reciclables y los peligrosos que son residuos con potencial contaminante o patógeno, como bacterias y productos químicos.

Gestión de residuos

La gestión de residuos comprende un conjunto de procesos y estrategias orientadas a la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de residuos. La misma abarca todas las etapas desde la generación hasta la disposición final de los

misimos. Estas etapas pueden ser realizadas en su totalidad o parcialmente por entidades públicas, privadas o mixtas.

Incluye:

- Recolección y transporte de los residuos desde los ejidos urbanos o parques industriales a las plantas de tratamiento o centros de disposición final de residuos.
- Clasificación y reciclaje, separando los materiales reciclados en origen o en centros de recuperación y compostaje.
- Tratamiento y disposición final de residuos en centros monitoreados y fiscalizados por el organismo gubernamental correspondiente. En este caso el Ministerio de Medio Ambiente y Cambio Climático de la Provincia de Santa Fe y sus Secretarías.

Sostenibilidad y la Gestión de Residuos

La gestión sostenible de residuos se enfoca en reducir el impacto ambiental a través de prácticas que optimizan la recolección, el tratamiento y el reciclaje.

La optimización de rutas permite planificar rutas dinámicas de recolección haciéndolas más cortas y eficientes, reduciendo el consumo de combustible y las emisiones de gases de efecto invernadero, lo que contribuye a los objetivos de sostenibilidad. Esto es posible procesando la información, prediciendo patrones de llenado según el día, la hora y la ubicación y generando rutas que priorizan los puntos críticos.

La clasificación automatizada de residuos es posible al aplicar el uso de IA en plantas de tratamiento de residuos, lo que mejora la tasa de reciclaje al identificar y clasificar automáticamente los materiales reciclables (plásticos, vidrios, metal, papel), contribuyendo a la sostenibilidad ambiental y al cumplimiento de normativas ecológicas. Son utilizadas cámaras y sensores para la detección de los materiales y brazos robóticos para la separación de los mismos logrando una reducción de la contaminación cruzada al aumentar la calidad del reciclado.

La eficiencia en la gestión de residuos es fundamental para reducir el impacto ambiental por lo que al optimizar estos procesos, se generan beneficios tanto para el medio ambiente como para la salud pública, pilares fundamentales para el cumplimiento de objetivo sostenible.

METODOLOGÍA

El enfoque de esta investigación será mixto: combinará métodos cuantitativos para analizar datos numéricos sobre índices de accidentes y cualitativos para entender la percepción de los trabajadores sobre el uso de IA en sus tareas. El diseño no es experimental, ya que no se manipulan variables, y transversal, pues se realizará en un período específico sin repetición en el tiempo.

Esta investigación tiene un alcance exploratorio y correlacional. Explorará el impacto potencial de la IA en la seguridad laboral de los recolectores de residuos en Rosario y analizará si existe una mejora entre la implementación de IA y la reducción de accidentes en el sector.

La investigación se desarrollará en Rosario, Santa Fe, específicamente dentro de las empresas de recolección de residuos que operan en la ciudad. El estudio abarca el periodo de seis meses desde Octubre de 2024 hasta marzo de 2025 en que se evaluarán las tecnologías existentes y si no se estuviesen utilizando se evaluará la posibilidad de incorporar tecnologías de IA en el servicio de recolección y se observarán los resultados.

La población objetivo está compuesta por los trabajadores de recolección de residuos en Rosario, quienes enfrentan riesgos laborales diversos. Se seleccionó una muestra representativa que incluya a trabajadores de distintas zonas y turnos. Para seleccionar la muestra, se utilizó una muestra intencional y estratificada, asegurando que la diversidad de condiciones laborales esté bien representada.

Revisión documental y consulta de antecedentes: Se revisaron estudios previos y datos estadísticos sobre accidentes laborales en la recolección de residuos de las empresas que prestan servicios en la ciudad.

Instalación de tecnologías de IA: Se evaluaron los datos emitidos por los sistemas GPS en los vehículos de recolección para optimizar rutas y monitorear condiciones de trabajo.

Por razones de costo y tiempo no se colocaron sensores en los contenedores de residuos, sin embargo se evaluó la experiencia previa realizada por otras ciudades con el uso de los mismos.

Recolección de datos: Durante el periodo de estudio, se recopilaron datos sobre accidentes, incidentes y condiciones laborales.

Análisis de percepción: Se realizaron entrevistas y encuestas a los trabajadores para captar su percepción sobre las tecnologías introducidas y la influencia de las mismas en sus tareas habituales.

Análisis de resultados: A partir de los datos cuantitativos y cualitativos y de las experiencias en otras ciudades, se determinó si la IA reduce los riesgos de accidentes y cómo es percibida por los trabajadores.

Se utilizaron encuestas como técnicas e instrumentos de recolección de datos para los datos sobre la percepción de los trabajadores.

Registros de accidentes: Se analizaron datos históricos y actuales sobre incidentes y accidentes laborales.

Sistemas de monitoreo: Los sensores y dispositivos de IA en los vehículos registran datos en tiempo real sobre rutas y posibles situaciones de riesgo.

Un plan de mejoras para fortalecer la seguridad laboral de los recolectores de residuos podría ser:

La mejora en la eficiencia operativa y reducción de la exposición a riesgos por tiempos prolongados en vía pública mediante la Optimización de rutas y tiempos de recolección.

La incorporación de Sistemas de monitoreo predictivo que detecten patrones de riesgo en los datos de GPS y sensores de vehículos (frenadas bruscas, aceleraciones, zonas peligrosas), permitirá alertar en tiempo real sobre condiciones inseguras y prevenir accidentes.

La evaluación de Incorporación de Sensores de llenado en Contenedores permitirá realizar estudios de factibilidad técnica de asistencia de contenedores priorizando zonas de mayor riesgo o volumen, evitando sobrecarga y tareas innecesarias, reduciendo esfuerzo físico, con una reducción de lesiones por manipulación y mejora en planificación de rutas más eficientes de recolección.

HIPÓTESIS

La implementación de sistemas de inteligencia artificial en la recolección de residuos en la ciudad de Rosario mejoraría significativamente la seguridad laboral de los trabajadores al reducir la exposición a riesgos físicos y ambientales.

Al optimizar el diseño de las rutas de recolección con algoritmos de IA se disminuirían los tiempos de exposición a riesgos en la vía pública y tendrá un impacto ambiental positivo, al disminuir el consumo de combustibles fósiles, reducir las emisiones de CO2 y mejorar la gestión de residuos reciclables.

CAPÍTULO II MARCO LEGAL

PROYECTO DE LEY SOBRE INTELIGENCIA EN LA ARGENTINA 1747/23

Senado y la Cámara de Diputados de la Nación Argentina

Es el marco legal para la regulación del desarrollo y uso de la Inteligencia Artificial. Establece un marco legal para la investigación, desarrollo, uso y regulación de la inteligencia artificial en el territorio de la República Argentina, con el fin de garantizar la protección de los derechos humanos, la privacidad y la seguridad de los ciudadanos, fomentando la transparencia, la ética y la responsabilidad en su aplicación. El mismo dice:

ARTÍCULO 1º: Del Régimen Jurídico

ESTABLÉCESE, por la presente el régimen legal aplicable para el uso responsable de la Inteligencia Artificial (I.A.) que fuera introducida, distribuida, utilizada, aplicada y comercializada en el territorio de la República Argentina.

ARTICULO 2º...

ARTÍCULO 3º: Ámbito de aplicación

La presente ley es de aplicación a las personas humanas y jurídicas, que actúen en el territorio de la República Argentina, que tengan el carácter de:

- 1) Proveedores de sistemas de IA,
- 2) Responsables del despliegue de la IA,
- 3) Importadores, distribuidores y fabricantes de productos o servicios de IA.
- 4) Usuarios de IA.

ARTÍCULO 4º: Terminología

A los fines de la presente ley, entiéndase el alcance de la terminología que se describe a continuación, de la siguiente forma:

- 1) Inteligencia Artificial (IA): sistema asistente-técnico que utiliza técnicas computacionales, para realizar o automatizar una tarea, que simula un comportamiento inteligente que normalmente requieren inteligencia humana, incluido el aprendizaje automático, la percepción visual, el procesamiento del lenguaje natural y la toma de decisiones.
- 2) Sistema de Inteligencia Artificial: sistema diseñado para funcionar con un cierto nivel de autonomía que basándose en datos de entrada proporcionadas por máquinas o personas, infiere cómo lograr un conjunto de objetivos establecidos utilizando estrategias de aprendizaje automático o basadas en la lógica y el conocimiento, generando información de salida como contenidos (sistemas de inteligencia artificial generativos), predicciones, recomendaciones o decisiones, que influyan en los entornos con los que interactúa...

3) Uso Responsable de la I.A.: Empleo de la Inteligencia Artificial de manera ética y transparente, respetando los derechos humanos, la privacidad, la seguridad y la equidad...

6) Evaluación de Impacto De Inteligencia Artificial: Proceso para identificar, evaluar y abordar los posibles impactos, riesgos y consecuencias éticos, sociales y legales del desarrollo y la implementación de sistemas de I.A., en los derechos humanos y garantías constitucionales de las personas humanas.

ARTÍCULO 5º: Principios Rectores SON principios rectores del presente régimen jurídico los siguientes:

1) Transparencia: Los sistemas de I.A. deberán ser transparentes en su funcionamiento, utilización y en la toma de decisiones, a los efectos de garantizar: el respeto, la protección y la promoción de los derechos humanos, las libertades fundamentales y los principios éticos. Los riesgos posibles del empleo de la I.A. deben ser comunicados en forma clara y comprensible a la población en general y a los usuarios en cada caso. Se debe garantizar que quien interactúe con un sistema tecnológico de Inteligencia Artificial sea consciente de dicha circunstancia; se podrá acreditar el cumplimiento con una identificación clara visual y/o auditiva, que informe al usuario, con la advertencia que cierto contenido, registro o tecnología contiene elementos que han sido creados mediante inteligencia artificial generativa o tecnologías similares en su totalidad o en parte.

2) Robustez: Los actores involucrados en el diseño y uso de algoritmos y sistemas de inteligencia artificial deben velar por su adecuado funcionamiento, por el cumplimiento de derechos humanos y garantías constitucionales, adoptando un esquema de evaluaciones periódicas de verificación de los sistemas de inteligencia artificial. Es responsabilidad del usuario asegurar que los individuos y equipos que utilicen I.A. estén debidamente entrenados y capacitados en su uso para el correcto cumplimiento de sus deberes y responsabilidades, detección y gestión de riesgos.

3) Equidad y no discriminación: Se evitará la discriminación y se promoverá la equidad, inclusión y accesibilidad en el ciclo de vida de la I.A. a los fines de garantizar que los beneficios de esta tecnología estén disponibles en beneficio de la persona humana y la sociedad toda.

4) Responsabilidad Proactiva: los usuarios de sistemas de inteligencia artificial deben aplicar medidas técnicas y organizativas apropiadas y documentadas a fin de garantizar y poder demostrar que el sistema que emplea es ético, transparente, respeta los derechos humanos, la privacidad, la seguridad y la equidad, a través de medidas de protección desde el diseño y por defecto en el ciclo de vida de la I.A., registro de actividades, mecanismos de análisis de riesgos, evaluación de impacto

de I.A., evaluación de alternativas, pruebas y validación de resultados, monitoreo y mecanismos de revisión periódica.

5) Principio De Trazabilidad: Se debe garantizar que se conozcan los resultados del uso de algoritmos de inteligencia artificial, de forma tal que se pueda conocer el fundamento de una acción, predicción, recomendación o decisión, a partir de la puesta a disposición de información accesible, fácil de entender y trazable en todo momento del ciclo de vida de los sistemas de I.A.

6) Privacidad y Seguridad: Se protegerá la privacidad de los datos y se garantizará la seguridad de los sistemas de I.A. de acuerdo a los estándares de la técnica. Los incidentes de seguridad que puedan causar un daño a los derechos de las personas deberán ser notificados a la Dirección Nacional de Protección de Datos Personales, a la autoridad de aplicación y al potencial afectado o titular de datos personales.

7) Fiabilidad y adecuada reproducibilidad para que la realidad captada por la I.A., en todos sus aspectos, reproducción audiovisual, audios, fotografías, etc., no sean alterados, en especial cuando son utilizados como evidencias digitales en procesos judiciales...

ARTÍCULO 6º: Evaluación de Impacto sobre derechos humanos

TODO desarrollo de I.A. deberá establecer un propósito definido, sus objetivos, tareas y problema que pretende solucionar. Sus posibles beneficios deben determinarse en relación a los potenciales riesgos de generar afectación a los derechos humanos. La autoridad de aplicación debe velar, además de los principios y exigencias previstas en la presente ley, por el cumplimiento de los siguientes aspectos y procedimientos:

1) Implementar obligatoriamente un proceso de Evaluación de Impacto sobre los derechos humanos para todos los proyectos de I.A.

2) La Evaluación de Impacto sobre los derechos humanos deberá realizarse de manera transparente y participativa, involucrando a expertos, partes interesadas y la sociedad civil.

3) Los resultados de la Evaluación de Impacto sobre los derechos humanos serán públicos, y se utilizarán para informar la toma de decisiones sobre la implementación y regulación de los sistemas de I.A.

4) Los riesgos de la I.A. y las alternativas al uso de la I.A., deben medirse de acuerdo con la probabilidad de un evento capaz de causar un daño, y la magnitud o grado de esa consecuencia.

5) Los impactos o consecuencias pueden ser positivos, negativos, o ambos.

6) Los riesgos y las medidas adoptadas para gestionarlos, deben ser debidamente documentados.

- 7) Deben aplicarse protocolos de prueba, evaluación, validación y verificación apropiados para el tipo de desarrollo de cada I.A.
- 8) Los procesos descritos en el inciso anterior deben ser de aplicación y mejora continua, para evitar desvíos o sesgos posteriores a su implementación.
- 9) Se promoverá la implementación de mecanismos de supervisión y control de los sistemas de I.A., tanto externos como internos.
- 10) Controlar y verificar el cumplimiento de las obligaciones impuestas a los proveedores y usuarios de sistema de I.A., por la presente ley.
- 11) Elaborar programas de educación para la población en general, sobre el uso responsable de los sistemas I.A., y la identificación de situaciones que puedan afectar los derechos humanos de los destinatarios de los sistemas de I.A.
- 12) Aplicar las sanciones a los infractores de la presente ley.

ARTÍCULO 7º: Gestión de riesgos de I.A.

La responsabilidad de los proveedores y usuarios, en las etapas la implementación y uso de sistemas de I.A. se determina conforme las siguientes categorías de riesgos:

1. Riesgos Inaceptables y Prácticas Prohibidas: aquellos capaces de constituir una amenaza para los derechos de las personas y por lo tanto quedan prohibidos, que incluyen:
 - a) Manipulación cognitiva conductual de personas humanas o grupos vulnerables, de forma tal que la I.A. tenga por objeto, o tenga por efecto, distorsionar el comportamiento de una persona o grupo de personas, de manera que le impida la toma de decisiones informadas; o causando que la persona humana tome una decisión que de otra manera no habría tomado; siempre que pueda causarle o exponerla a un daño a su persona o a terceros.
 - b) Sistemas de puntuación social o clasificación de personas según su comportamiento, estatus, características, en un período de tiempo determinado, a partir de datos conocidos o inferidos o esperados, siempre que a partir de su clasificación o puntuación se les cause un daño, o se les brinde un tratamiento desfavorable o desproporcionado en relación a la clasificación, o se les deniegue un derecho sólo por su puntaje o pertenencia a dicha categoría, grupo o clasificación.
 - c) Sistemas de identificación biométrica en tiempo real. Excepcionalmente podrá autorizarse su uso por tiempo limitado, previa orden judicial de juez competente, en caso de: amenaza genuina y actual o previsible de un ataque terrorista; identificación de víctimas; búsqueda de personas desaparecidas; persecución penal de delitos de homicidio (art. 79 y 80 Código Penal), delitos contra la integridad sexual (título III del Código Penal), Narcotráfico (ley 23.737), Trata de personas (ley 26.364), privación ilegítima de la libertad (art. 142 bis y ter Código Penal),

robo agravado (art. 166 Código Penal), amenaza anónima (art. 149 ter Código Penal), coacción (149 bis y ter Código Penal), extorsión (art. 168 Código Penal). La autorización judicial en ningún caso eximirá a la autoridad de la realización de la evaluación de impacto de I.A. prevista en el artículo 6 de esta ley, debiendo ser notificada a la Dirección Nacional de Protección de Datos Personales a los efectos de ley.

2. Riesgo Alto: Son los sistemas de I.A. que tienen la potencialidad de afectar negativamente la seguridad, la salud, la integridad psicofísica, la libertad física y demás derechos fundamentales de las personas humanas, tales como:

a) Sistemas sujetos a protocolos especiales de seguridad, confiabilidad y utilización segura tales como maquinarias, equipos, vehículos, instrumentos, aparatos y toda otra tecnología aplicable, sujetos a autorización previa por parte de autoridad de aplicación conforme la legislación vigente en cada materia. En igual sentido, toda tecnología aplicable que requiera previa autorización, conforme la legislación vigente, a los fines su comercialización, uso o puesta en funcionamiento.

b) Sistemas sujetos a registración previa, que deberán ser evaluados antes de su comercialización y durante su ciclo de vida.

c) Sistemas de reconocimiento por biometría por parte de autoridades policiales y judiciales, ex post facto, incluida la localización y aprehensión de personas condenadas; y aquella utilizada para la validación instantánea de la identidad de una persona humana.

d) Sistemas de gestión y operación de infraestructura crítica, como infraestructura de energía, telecomunicaciones, y registros públicos.

e) Sistemas de Educación y formación profesional; empleo; gestión de trabajadores y emprendedores.

f) Sistemas de acceso a servicios esenciales y servicios públicos en general.

g) Sistemas de Gestión de migración, asilo, control de fronteras

h) Sistemas de interpretación, aplicación de la ley y jurisprudencia.

i) Sistemas de interpretación de información médica relativa a la salud de una persona humana determinada.

j) Aquellos sistemas que la Autoridad de Aplicación determine por resolución fundada de Riesgo Alto, en base a los criterios técnicos y jurídicos determinados en la presente ley.

3. Riesgo medio: Son aquellos procesos de I.A. que no tengan influencia material en decisión alguna, no se encuentren categorizados como de riesgo alto, cumplan con todos los requisitos previstos en la presente ley, y cuenten con inscripción previa ante la autoridad de aplicación. Considerándose como tal, a los siguientes:

- a) Cuando el sistema tiene por fin mejorar el resultado de una actividad humana;
- b) Cuando el sistema tiene por objeto detectar desviaciones de patrones o decisiones previas de actividad humana sin reemplazarla;
- c) Cuando el sistema realiza una tarea preparatoria pero que no sustituye sustancialmente la actividad humana;
- d) Cuando el proveedor o usuario obtenga una decisión administrativa de la autoridad de aplicación respectiva, que considere que la actividad desarrollada es de "riesgo medio". En éste caso la Evaluación de Impacto de I.A., los manuales de uso, las fuentes de información y datos utilizados para su entrenamiento, y la revisión de la autoridad de aplicación se considera información pública y de acceso para cualquier ciudadano sin necesidad de acreditar un interés legítimo.

4. Riesgo bajo: Es toda tecnología I.A. que no esté incluida en las categorías anteriormente mencionadas, debiendo adecuar su utilización a los siguientes requisitos:

- a) Cumplir los principios del artículo 5 de esta ley.
- b) Contar con mecanismos de reporte de usuarios y afectados, para prevenir o detectar desviaciones del objetivo propuesto por el sistema de I.A.
- c) Tener un sistema accesible de reclamos para el afectado.

ARTÍCULO 8º: Protección de Datos y Privacidad

DISPONGASE que toda implementación y uso de un sistema de I.A. debe respetar y resguardar la privacidad de las personas humanas que lo utilicen o sean destinatarios del mismo, cumpliendo íntegramente con los principios y reglas establecidas en la ley 25.326, en especial, con la adopción de medidas de seguridad adecuadas para la protección de los datos personales y evitar su uso indebido o no autorizado.

Ley N° 25.675/2002

Política Ambiental Nacional.

Conocida como la Ley general del Ambiente de Argentina, establece los presupuestos mínimos para la gestión ambiental sustentable.

Su objetivo es garantizar la preservación y protección del ambiente, la diversidad biológica, y el desarrollo sostenible.

Define principios fundamentales como el desarrollo sustentable, prevención de daño ambiental, principios precautorios, política ambiental, ordenamiento territorial, evaluación de impacto ambiental, educación e información ambiental pública y obligatoria, garantiza la participación ciudadana, introduce el seguro ambiental como mecanismo de prevención y reparación y define la responsabilidad del contaminador. También ratifica acuerdos federales y establece competencia judicial

en materia ambiental. La misma dice que la ley es un “Bien jurídicamente protegido”.

Ley N° 25.916/2004

Gestión integral de residuos domiciliarios

Establece los presupuestos mínimos de protección ambiental para la gestión de residuos domiciliarios en la Argentina.

Regula la generación, disposición inicial, recolección, transporte, tratamiento, transferencia y disposición final de residuos.

El objetivo principal es garantizar un manejo adecuado de los residuos domiciliarios, minimizando su impacto ambiental y promoviendo prácticas sustentables. La misma dice:

ARTÍCULO 2º — Denomínese residuo domiciliario a aquellos elementos, objetos o sustancias que como consecuencia de los procesos de consumo y desarrollo de actividades humanas, son desechados y/o abandonados.

ARTÍCULO 3º — Se denomina gestión integral de residuos domiciliarios al conjunto de actividades interdependientes y complementarias entre sí, que conforman un proceso de acciones para el manejo de residuos domiciliarios, con el objeto de proteger el ambiente y la calidad de vida de la población.

La gestión integral de residuos domiciliarios comprende las siguientes etapas: generación, disposición inicial, recolección, transferencia, transporte, tratamiento y disposición final.

a) Generación: es la actividad que comprende la producción de residuos domiciliarios.

b) Disposición inicial: es la acción por la cual se depositan o abandonan los residuos; es efectuada por el generador, y debe realizarse en la forma que determinen las distintas jurisdicciones.

ARTÍCULO 4º — Son objetivos de la presente ley:

a) Lograr un adecuado y racional manejo de los residuos domiciliarios mediante su gestión integral, a fin de proteger el ambiente y la calidad de vida de la población;

b) Promover la valorización de los residuos domiciliarios, a través de la implementación de métodos y procesos adecuados;

c) Minimizar los impactos negativos que estos residuos puedan producir sobre el ambiente;

d) Lograr la minimización de los residuos con destino a disposición final.

ARTÍCULO 12. — Denomínase generadores especiales, a los efectos de la presente ley, a aquellos generadores que producen residuos domiciliarios en calidad, cantidad y condiciones tales que, a criterio de la autoridad competente, requieran

de la implementación de programas particulares de gestión, previamente aprobados por la misma.

Denomínase generadores individuales, a los efectos de la presente ley, a aquellos generadores que, a diferencia de los generadores especiales, no precisan de programas particulares de gestión.

ARTÍCULO 15. — Denomínase planta de tratamiento, a los fines de la presente ley, a aquellas instalaciones que son habilitadas para tal fin por la autoridad competente, y en las cuales los residuos domiciliarios son acondicionados y/o valorizados. El rechazo de los procesos de valorización y todo residuo domiciliario que no haya sido valorizado, deberá tener como destino un centro de disposición final habilitado por la autoridad competente.

ARTÍCULO 16. — Denomínase estación de transferencia, a los fines de la presente ley, a aquellas instalaciones que son habilitadas para tal fin por la autoridad competente, y en las cuales los residuos domiciliarios son almacenados transitoriamente y/o acondicionados para su transporte.

ARTÍCULO 17. — Denomínase centros de disposición final, a los fines de la presente ley, a aquellos lugares especialmente acondicionados y habilitados por la autoridad competente para la disposición permanente de los residuos.

ARTÍCULO 20. — Los centros de disposición final deberán ubicarse en sitios suficientemente alejados de áreas urbanas, de manera tal de no afectar la calidad de vida de la población; y su emplazamiento deberá determinarse considerando la planificación territorial, el uso del suelo y la expansión urbana durante un lapso que incluya el período de post clausura. Asimismo, no podrán establecerse dentro de áreas protegidas o sitios que contengan elementos significativos del patrimonio natural y cultural.

ARTÍCULO 21. — Los centros de disposición final deberán ubicarse en sitios que no sean inundables. De no ser ello posible, deberán diseñarse de modo tal de evitar su inundación.

Ley N° 24.051/1991

Ley de residuos peligrosos

Define como residuos peligrosos aquellos que puedan causar daño directo o indirecto a seres vivos o contaminar el suelo, agua o aire. Excluye residuos domiciliarios, radioactivos y los generados por buques. Prohíbe la importación y transporte de residuos peligrosos desde otros países.

Establece normas para su generación, manipulación, transporte, tratamiento y disposición final, con el objetivo de prevenir daños al ambiente y la salud humana.

Crea un Registro de Generadores y Operadores de residuos peligrosos, estableciendo requisitos y sanciones para quienes incumplan la normativa. También fija una tasa de evaluación y fiscalización según la cantidad y peligrosidad de los residuos. La misma dice:

ARTÍCULO 1° — La generación, manipulación, transporte, tratamiento y disposición final de residuos peligrosos quedarán sujetos a las disposiciones de la presente ley, cuando se tratare de residuos generados o ubicados en lugares sometidos a jurisdicción nacional o, aunque ubicados en territorio de una provincia estuvieren destinados al transporte fuera de ella, o cuando, a criterio de la autoridad de aplicación, dichos residuos pudieren afectar a las personas o el ambiente más allá de la frontera de la provincia en que se hubiesen generado, o cuando las medidas higiénicas o de seguridad que a su respecto fuere conveniente disponer, tuvieren una repercusión económica sensible tal, que tornare aconsejable uniformarlas en todo el territorio de la Nación, a fin de garantizar la efectiva competencia de las empresas que debieran soportar la carga de dichas medidas.

ARTÍCULO 2° — Será considerado peligroso, a los efectos de esta ley, todo residuo que pueda causar daño, directa o indirectamente, a seres vivos o contaminar el suelo, el agua, la atmósfera o el ambiente en general.

En particular serán considerados peligrosos los residuos indicados en el Anexo I o que posean alguna de las características enumeradas en el Anexo II de esta ley.

Las disposiciones de la presente serán también de aplicación a aquellos residuos peligrosos que pudieren constituirse en insumos para otros procesos industriales.

Quedan excluidos de los alcances de esta ley los residuos domiciliarios, los radiactivos y los derivados de las operaciones normales de los buques, los que se registrarán por leyes especiales y convenios internacionales vigentes en la materia.

Ordenanza N° 8335/2008 de la Ciudad de Rosario, Basura Cero

La ciudad de Rosario ha adoptado desde el año 2008 un enfoque normativo orientado a la gestión sustentable de los residuos sólidos urbanos mediante la promulgación de la Ordenanza N.º 8335/2008, conocida como "Basura Cero". Esta legislación se enmarca dentro de los principios de la economía circular y la responsabilidad ambiental, estableciendo metas concretas para la reducción progresiva de la disposición final de residuos en rellenos sanitarios.

El objetivo central de la ordenanza es minimizar la generación de residuos y fomentar su recuperación, reutilización y reciclado, promoviendo la separación en

origen como práctica fundamental. Para ello, se contemplan medidas como la implementación de campañas de educación ambiental, el desarrollo de infraestructura adecuada para el tratamiento diferenciado de residuos, y la promoción de la responsabilidad extendida del productor (REP), aunque esta última aún requiere un marco legal nacional para su aplicación efectiva.

A pesar de los avances institucionales y sociales en materia de concientización y reciclado, los resultados obtenidos hasta el momento evidencian una brecha significativa entre los objetivos planteados y su cumplimiento. Por ejemplo, en el año 2017 se registró una cantidad de residuos enviados a disposición final que duplicó el volumen previsto por la ordenanza para ese período. Esta situación ha motivado propuestas de modificación normativa con el fin de actualizar las metas y fortalecer los mecanismos de implementación.

La experiencia de Rosario con la ordenanza "Basura Cero" constituye un caso relevante para el análisis de políticas públicas ambientales en contextos urbanos, evidenciando tanto el potencial transformador de los marcos normativos como los desafíos operativos y culturales que condicionan su eficacia.

Ley N° 20744/95

Régimen de contrato de trabajo.

Establece las disposiciones generales sobre el contrato de trabajo, los derechos y obligaciones de las partes. Define las modalidades de los diversos contratos de trabajo, sus modalidades y condiciones, incluyendo jornada laboral, descansos, licencias, remuneraciones e indemnizaciones por cesantías.

Contempla normas de higiene y seguridad, representación sindical y derechos colectivos, para garantizar condiciones laborales justas y equitativas.

Ley N° 19587/72

Ley de Higiene y seguridad en el trabajo.

Esta ley no trata específicamente la recolección de residuos domiciliarios. Sin embargo, sí aborda la gestión de residuos en el ámbito laboral, incluyendo la prevención de riesgos asociados a su manipulación y disposición.

Establece las normas que garanticen condiciones seguras y saludables en todos los diversos ámbitos laborales ya sea urbano, rural, industrial y comercial, es aplicable tanto a establecimientos y explotaciones, con o sin fines de lucro. Tiene como

objetivo proteger la integridad psicofísica de los trabajadores, prevenir accidentes y enfermedades profesionales mediante medidas técnicas y sanitarias. Define tanto derechos como obligaciones del empleador y el trabajador.

Regula aspectos como la infraestructura, equipos de protección y capacitación en higiene y seguridad.

Las tareas de recolección de residuos requieren medidas específicas de seguridad e higiene incluyendo el uso obligatorio de EPP, protocolos para la manipulación de residuos peligrosos o contaminantes y prevención de riesgos biológicos y mecánicos.

Esta ley dice:

ARTÍCULO 1 — Las condiciones de higiene y seguridad en el trabajo se ajustarán, en todo el territorio de la República, a las normas de la presente ley y de las reglamentaciones que en su consecuencia se dicten.

Sus disposiciones se aplicarán a todos los establecimientos y explotaciones, persigan o no fines de lucro, cualesquiera sean la naturaleza económica de las actividades, el medio donde ellas se ejecuten, el carácter de los centros y puestos de trabajo y la índole de las maquinarias, elementos, dispositivos o procedimientos que se utilicen o adopten.

ARTÍCULO 4 — La higiene y seguridad en el trabajo comprenderá las normas técnicas y medidas sanitarias, precautorias, de tutela o de cualquier otra índole que tengan por objeto:

- a) proteger la vida, preservar y mantener la integridad psicofísica de los trabajadores;
- b) prevenir, reducir, eliminar o aislar los riesgos de los distintos centros o puestos de trabajo;
- c) estimular y desarrollar una actitud positiva respecto de la prevención de los accidentes o enfermedades que puedan derivarse de la actividad laboral.

Ley N° 24557/95

Riesgos del trabajo

La ley establece el Régimen de Riesgos del Trabajo en la Argentina. Su objetivo principal es proteger a los trabajadores frente a los accidentes laborales y enfermedades profesionales, mediante un sistema integral que combina

prevención, cobertura médica, indemnización económica y reinserción laboral. Esta ley representa un cambio estructural en la forma en que se gestionan los riesgos laborales, incorporando a las Aseguradoras de Riesgos del Trabajo (ART) como actores centrales.

El ámbito de aplicación de esta ley incluye a todos los trabajadores en relación de dependencia del sector privado, y también del sector público si la jurisdicción correspondiente adhiere al régimen.

Uno de los pilares de la ley es la prevención. Los empleadores están obligados a identificar y evaluar los riesgos laborales, implementar medidas de seguridad e higiene, capacitar al personal y coordinar con la ART la elaboración de planes de prevención.

Por su parte, las ART deben brindar asesoramiento técnico, realizar auditorías y promover campañas de concientización, buscando reducir la siniestralidad laboral y fomentar entornos de trabajo seguros.

La ley cubre tres tipos de contingencias: los accidentes de trabajo, las enfermedades profesionales incluidas en el listado oficial del Ministerio de Salud, y los accidentes in itinere, frente a estas contingencias las ART están obligadas a brindar prestaciones en especie y dinerarias.

Estas prestaciones incluyen atención médica, quirúrgica y farmacológica, rehabilitación física y psicológica, provisión de prótesis y ortesis, elementos de asistencia, traslados y alojamiento si son necesarios para el tratamiento, y programas de recalificación profesional. Estas prestaciones deben ser gratuitas para el trabajador y brindadas desde el momento del accidente o diagnóstico.

Decreto 351/79

Reglamentación de la ley 19587/72

El decreto reglamenta la ley 19587/72 estableciendo las normas generales para todas las actividades laborales incluyendo la recolección de residuos, aunque no tenga un capítulo especial donde la menciona de manera específica, las disposiciones sobre higiene, seguridad, condiciones edilicias, equipos de protección personal y prevención de riesgos se aplican plenamente a la actividad, haciendo hincapié en la exposición a agentes biológicos, químicos y riesgos físicos y mecánicos y se establecen requisitos sobre capacitación del personal, condiciones de los vehículos y lugares de trabajo, y medidas de emergencia.

Establece que los residuos deben ser transportados en recipientes cerrados, resistentes y adecuados para evitar derrames o contaminación; indica que el transporte debe realizarse de forma segura, evitando riesgos para los trabajadores y el ambiente.

También señala que el personal encargado del transporte debe estar capacitado en el manejo seguro de residuos, especialmente si son peligrosos.

Convenio colectivo de trabajo 40/89 de Camioneros.

Este convenio tiene alcance nacional, regula las condiciones laborales del personal del Transporte Automotor de Cargas, incluyendo a los trabajadores representados por el Sindicato de Camioneros. Dentro de este acuerdo está incluida la rama de recolección de residuos y limpieza urbana en la Sección 5.3 de este convenio. En términos generales se establecen categorías laborales, condiciones de trabajo, de higiene y seguridad, licencias, vacaciones, derechos y responsabilidades.

El convenio dice:

5.3. Rama de Servicio de Recolección y/o Compactación de Residuos y/o Barrido y Limpieza de Calles, Vía Pública y/o Bocas de Tormenta y Tareas Complementarias y/o Afines

5.3.1. Categorías y funciones.

5.3.2. Conductor de camiones y/o de todo tipo de vehículos y/o equipos afectados directa o indirectamente a la recolección y/o compactación de residuos y/o barrido y limpieza de calles. Vía Pública y/o bocas de tormenta, y tareas complementarias: Es toda persona que conduzca y opere de manera habitual y permanente los vehículos afectados a la prestación del servicio que constituye la actividad de las Empresas, según las instrucciones impartidas por estas últimas y que posea registró habilitante. Sus funciones serán:

a) Conducir y operar los camiones y/o equipos y/o vehículos realizando todas las tareas que respecto a la operación de los mismos sean requeridas.

b) Conducir el vehículo para la realización de las tareas especificadas precedentemente, para lo cual podrá dar instrucciones a los integrantes del equipo de trabajo afectados al mismo, siempre que éstas se relacionen con el trabajo y/o estén de acuerdo con las órdenes impartidas por la Empresa a esos efectos.

c) Cuando por desperfectos técnicos del vehículo y/o por cualquier causa ajena a la voluntad del Empleador, el Conductor se encuentre imposibilitado de conducir el vehículo y/o el tipo de vehículo que habitualmente se encuentre a su cargo, la Empresa podrá asignarle otras tareas inherentes a su profesión y categoría laboral.

5.3.3. Categorización y adicional. La totalidad de los Conductores previstos en el ítem 5.3.2., sea cual fuere el camión y/o vehículo y/o equipo que conduzcan y operen serán calificados como Choferes de Primera Categoría. Dada la naturaleza de la actividad y la pluralidad de las tareas que realizan, según lo especificado en el Item precedente, los Conductores percibirán un plus o adicional del quince (15%) por ciento sobre el básico del chofer de primera categoría establecido en el presente Convenio Colectivo de Trabajo el cual formará parte integrante del mismo a todos los efectos legales.

5.3.5. Recolector de residuos y limpieza. Es toda persona que desarrolla habitualmente alguna de las siguientes funciones y/o tareas:

Las tareas que le sean requeridas para recoger y cargar todos los tipos de residuos, con independencia de cómo debían realizarse las mismas.

b) Las tareas que se le requiera para operar los compactadores de residuos.

c) Las tareas generales vinculadas con la operación de los equipos y/o dispositivos.

d) Las tareas generales vinculadas con la recolección de montículos de residuos, arrojados y/o escombros, debiendo colocar éstos dentro de los equipos de transporte.

e) Las tareas generales vinculadas a la limpieza del lugar de recolección de residuos y de los lugares donde exista o se produzca diseminación de residuos.

f) Las tareas generales vinculadas con la poda y recolección de árboles y/o plantas en general.

g) Cuando el mismo no tenga trabajo correspondiente a su categoría, deberá desempeñar tareas correspondientes a la categoría inmediata inferior; asimismo la Empresa podrá asignarle tareas en la categoría inmediata superior. La enumeración precedente es meramente enunciativa, no implicando, en consecuencia, la exclusión de otras formas de recolección de residuos y limpieza.

h) Los recolectores de residuos deberán cumplir las instrucciones que el Conductor disponga en uso de las facultades que a éste le confiere el inciso b) del Item 5.3.1.

5.3.9. Descansos entre la jornada de trabajo. El Personal de Conductores y Recolectores cuando se encuentren afectados a la prestación del servicio de Recolección Domiciliaria de Residuos, al cumplimentarse la tercer (3) hora de iniciada la jornada diaria normal de trabajo, tomarán un descanso cuya duración será de quince (15) minutos y finalizado el cual deberán reiniciar las tareas. Este descanso en la jornada diaria es independiente del descanso previsto en el Item "INTERRUPCION DE TAREAS", establecido en el Item 4.1.6., del presente Convenio Colectivo de Trabajo, que deberá tomarse a la quinta (5) hora de iniciada la jornada de trabajo.

5.3.10. Prolongación de la jornada. Atento a los requerimientos de los Municipios en cuanto a la necesidad de cumplimentar los servicios de recolección de residuos y/o barrido y limpieza de la vía pública la actividad podrá efectuarse en forma normal y habitual durante seis (6) días por semana. A tal efecto las Empresas podrán convenir con los Trabajadores, mediante los contratos individuales, la ampliación de la semana laboral convencional hasta el límite máximo, establecido por la legislación vigente. En este supuesto las Empresas quedarán obligadas a abonar estas cuatro (4) horas de ampliación de la jornada semanal convencional en los días sábados o Domingos con un recargo del cien (100%) por ciento, siendo este recargo comprensivo de lo establecido en el artículo 201 in fine de la Ley de Contrato de Trabajo y los trabajadores deberán prestar servicios en el horario de ampliación de la jornada semanal convencional. Si el turno de trabajo comenzará los días sábados después de las trece (13) horas se aplicarán las normas del artículo 201 y disposiciones concordantes de la Ley de Contrato de Trabajo. Las Empresas cuyos trabajadores a la fecha de entrada en vigencia la presente Convención Colectiva de Trabajo se encuentran comprendidas en el régimen de seis (6) jornadas, de trabajos semanales, deberán adecuar su liquidación de haberes a lo dispuesto precedentemente.

5.3.13. Seguridad e higiene. Las Empresas estarán obligadas a cumplimentar las disposiciones de la Ley 19.587 en materia de Higiene y Seguridad en el trabajo. Los Trabajadores estarán obligados a cumplir con las normas y procedimientos de higiene y seguridad, como así también las disposiciones, avisos y carteles, observando sus indicaciones.

5.3.14. Elementos de protección personal. Las Empresas proveerán al personal con cargo de devolución, de los elementos de protección personal correspondiente a cada puesto de trabajo; los trabajadores se obligan al buen uso, adecuada

conservación y cuidado de los elementos de protección personal que le fueran provistos. Los elementos de protección personal a proveer serán los siguientes:

- a) Chofer equipo desobstructor de bocas de tormenta: guantes y botas de goma.
- b) Chofer equipo barredora: guantes.
- c) Chofer equipo pinzas: guantes.
- d) Chofer y dotación camión pluma con o sin grúa: guantes, zapatos de seguridad, casco y protector visual.
- e) Recolector de residuos y limpieza: guantes.
- f) Peón de barrido y limpieza: guantes Para la realización de toda tarea de recolección y/o ayuda en el manipuleo de residuos serán provistos guantes que se adapten a las características de cada tarea.

Cuando las tareas se deban realizar en horario nocturno, los recolectores de residuos y limpieza y los peones de barrido y limpieza, serán provistos de un arnés reflectivo o similar que permita su visualización en la vía pública. Al personal de choferes cuando deba realizar la operación de descarga de residuos en el interior del relleno sanitario o vaciadero, se le proveerá un par de botas de goma. Para la realización de tareas que no estuvieren contempladas precedentemente y que requieran el uso de elementos de protección personal, éstos se determinarán teniendo en cuenta lo prescripto por la Ley 19.587.

5.3.15. Obligatoriedad de uso. El uso de los elementos de protección personal provistos por la Empresa será obligatorio en el lugar y ocasión de trabajo y en un todo de acuerdo con las disposiciones y normas vigentes en cada Empresa en materia de seguridad.

La Resolución 295/2003 del Ministerio de Trabajo Empleo y Seguridad Social de Argentina.

Establece especificaciones técnicas sobre ergonomía, levantamiento manual de cargas y radiaciones, en el marco de la Ley 19587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo. Esta resolución modifica el Decreto 351/79. Incorpora criterios ergonómicos en el diseño de tareas laborales y se establecen los límites para las vibraciones, estrés térmico, posturas forzadas y levantamiento manual de cargas.

La misma dice:

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE ERGONOMIA

La Ergonomía es el término aplicado al campo de los estudios y diseños como interface entre el hombre y la máquina para prevenir la enfermedad y el daño mejorando la realización del trabajo. Intenta asegurar que los trabajos y tareas se diseñen para ser compatibles con la capacidad de los trabajadores.

En los valores límites para las vibraciones mano-brazo (VMB) y del cuerpo entero (VCE) se consideran, en parte, la fuerza y la aceleración. En los valores límites para el estrés por el calor se consideran, en parte, los factores térmicos.

La fuerza es también un agente causal importante en los daños provocados en el levantamiento manual de cargas.

Otras consideraciones ergonómicas importantes son la duración del trabajo, los trabajos repetitivos, el estrés de contacto, las posturas y las cuestiones psicosociales.

TRASTORNOS MUSCULOESQUELETICOS RELACIONADOS CON EL TRABAJO

Se reconocen los trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo como un problema importante de salud laboral que puede gestionarse utilizando un programa de ergonomía para la salud y la seguridad. El término de trastornos musculoesqueléticos se refiere a los trastornos musculares crónicos, a los tendones y alteraciones en los nervios causados por los esfuerzos repetidos, los movimientos rápidos, hacer grandes fuerzas, por estrés de contacto, posturas extremas, la vibración y/o temperaturas bajas. Otros términos utilizados generalmente para designar a los trastornos musculoesqueléticos son los trastornos por trauma acumulativo, enfermedad por movimientos repetidos y daños por esfuerzos repetidos. Algunos de estos trastornos se ajustan a criterios de diagnóstico establecidos como el síndrome del túnel carpiano o la tendinitis. Otros trastornos musculoesqueléticos pueden manifestarse con dolor inespecífico. Algunos trastornos pasajeros son normales como consecuencia del trabajo y son inevitables, pero los trastornos que persisten día tras día o interfieren con las actividades del trabajo o permanecen diariamente, no deben considerarse como consecuencia aceptable del trabajo.

Estrategias de control

La mejor forma de controlar la incidencia y la severidad de los trastornos musculoesqueléticos es con un programa de ergonomía integrado. Las partes más importantes de este programa incluyen:

- Reconocimiento del problema
- Evaluación de los trabajos con sospecha de posibles factores de riesgo
- Identificación y evaluación de los factores causantes

- Involucrar a los trabajadores bien informados como participantes activos, y
- Cuidar adecuadamente de la salud para los trabajadores que tengan trastornos musculoesqueléticos.

Cuando se ha identificado el riesgo de los trastornos musculoesqueléticos se deben realizar los controles de los programas generales. Estos incluyen a los siguientes:

- Educación de los trabajadores, supervisores, ingenieros y directores.
- Información anticipada de los síntomas por parte de los trabajadores, y
- Continuar con la vigilancia y evaluación del daño y de los datos médicos y de salud.

Los controles para los trabajos específicos están dirigidos a los trabajos particulares asociados con los trastornos musculoesqueléticos. Entre ellos se encuentran los controles de ingeniería y administrativos. La protección individual puede estar indicada en algunas circunstancias limitadas.

Entre los controles de ingeniería para eliminar o reducir los factores de riesgo del trabajo, se pueden considerar los siguientes:

- Utilizar métodos de ingeniería del trabajo, estudio de tiempos y análisis de movimientos, para eliminar esfuerzos y movimientos innecesarios.
- Utilizar la ayuda mecánica para eliminar o reducir el esfuerzo que requiere manejar las herramientas y objetos de trabajo.
- Seleccionar o diseñar herramientas que reduzcan el requerimiento de la fuerza, el tiempo de manejo y mejoren las posturas.
- Proporcionar puestos de trabajo adaptables al usuario que reduzcan y mejoren las posturas.
- Realizar programas de control de calidad y mantenimiento que reduzcan las fuerzas innecesarias y los esfuerzos asociados especialmente con el trabajo añadido sin utilidad.

Los controles para los trabajos específicos pueden ser controles de ingeniería y/o controles administrativos. Los primeros permiten eliminar o reducir los factores de riesgo del trabajo y los segundos disminuyen el riesgo al reducir el tiempo de exposición, compartiendo la exposición entre un grupo mayor de trabajadores.

Dentro de los controles de ingeniería se pueden considerar los siguientes:

- Utilizar métodos de ingeniería del trabajo
- Utilizar ayuda mecánica para eliminar o reducir el esfuerzo requerido por una herramienta.
- Seleccionar o diseñar herramientas que reduzcan la fuerza, el tiempo de manejo y mejoren las posturas.
- Proporcionar puestos de trabajo adaptables al usuario que mejoren las posturas.

- Realizar programas de control de calidad y mantenimiento que reduzcan fuerzas innecesarias y esfuerzos asociados con el trabajo añadido sin utilidad.

Los controles administrativos disminuyen el riesgo al reducir el tiempo de exposición, compartiendo la exposición entre un grupo mayor de trabajadores. Ejemplos de esto son los siguientes:

- Realizar pautas de trabajo que permitan a los trabajadores hacer pausas o ampliarlas lo necesario y al menos una vez por hora.
- Redistribuir los trabajos asignados (p. ej., utilizando la rotación de los trabajadores o repartiendo el trabajo) de forma que un trabajador no dedique una jornada laboral entera realizando demandas elevadas de tareas.

Dada la naturaleza compleja de los trastornos musculoesqueléticos no hay un 'modelo que se ajuste a todos' para abordar la reducción de la incidencia y gravedad de los casos. Se aplican los principios siguientes como actuaciones seleccionadas:

- Los controles de ingeniería y administrativos adecuados varían entre distintas industrias y compañías.
- Es necesario un juicio profesional con conocimiento para seleccionar las medidas de control adecuadas.
- Los trastornos musculoesqueléticos (TMS) relacionados con el trabajo requieren períodos típicos de semanas a meses para la recuperación. Las medidas de control deben evaluarse en consonancia a determinar su eficacia.

Factores no laborales

No es posible eliminar todos los trastornos musculoesqueléticos con los controles de ingeniería y administrativos. Algunos casos pueden asociarse con factores no laborales tales como:

- Artritis reumatoide
- Trastornos endocrinológicos
- Trauma agudo
- Obesidad
- Embarazo
- Actividades recreativas

Los valores límite recomendados pueden no proteger a las personas en estas condiciones y/o exposiciones. Las actuaciones de ingeniería y administrativas pueden ayudar a eliminar las barreras ergonómicas a las personas predispuestas a colaborar y ayudar así a disminuir las desventajas.

El valor límite umbral representado en la Figura 1 está basado en los estudios epidemiológicos, psicofísicos y biomecánicos, dirigido a las 'monotareas'; trabajos realizados durante 4 o más horas al día.

Un trabajo monotarea comprende un conjunto similar de movimientos o esfuerzos repetidos, como son el trabajo en una cadena de montaje o la utilización del teclado de un ordenador y el ratón. El valor límite umbral considera específicamente la media del nivel de actividad manual (NAM) y la fuerza pico de la mano. Se establece para las condiciones a las que se cree que la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos repetidamente sin efectos adversos para la salud.

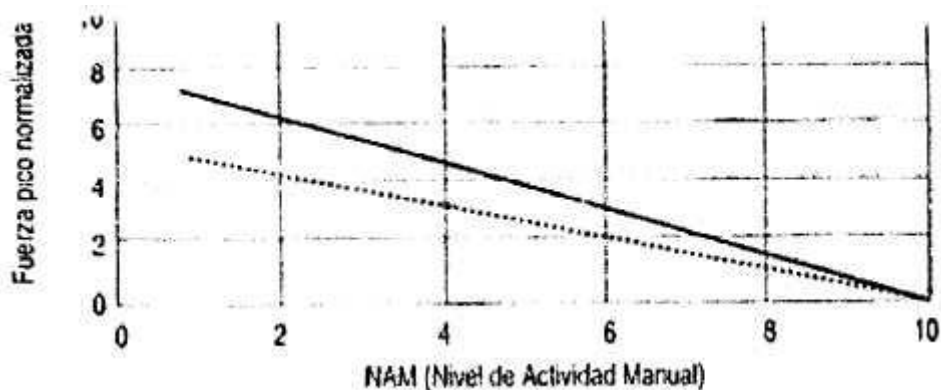


Figura 1. El valor para reducir los trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo en la 'actividad manual' o 'AM' y la fuerza máxima (pico) de la mano. La línea continua representa el valor límite umbral. La línea de puntos es un límite de acción para el que se recomienda establecer controles generales.

La línea continua de la Figura 1 representa las combinaciones de fuerza y nivel de actividad manual asociada con una prevalencia significativamente elevada de los trastornos musculoesqueléticos.

Deben utilizarse las medidas de control adecuadas para que la fuerza, a un nivel dado de la actividad manual, esté por debajo de la parte superior de la línea continua de la Figura 1. No es posible especificar un valor límite que proteja a todos los trabajadores en todas las situaciones sin afectar profundamente las relaciones con el trabajo. Por lo tanto, se prescribe un límite de acción, recomendándole en este punto los controles generales, incluyendo la vigilancia de los trabajadores.

Consideración de otros factores

Si uno o más de los factores siguientes están presentes, se debe usar el juicio profesional para reducir las exposiciones por debajo de los límites de acción recomendados:

- Posturas obligadas prolongadas tales como la flexión de la muñeca, extensión, desviación de la muñeca o rotación del antebrazo.
- Estrés de contacto.
- Temperaturas bajas, o
- Vibración.

Emplear las medidas de control adecuadas en cualquier momento en que se superen los valores límite o se detecte una incidencia elevada de los trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo

+ Levantamiento manual de cargas

Estos valores límite recomiendan las condiciones para el levantamiento manual de cargas en los lugares de trabajo, considerándose que la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos repetidamente, día tras día, sin desarrollar alteraciones de lumbago y hombros relacionadas con el trabajo asociadas con las tareas repetidas del levantamiento manual de cargas. Se deben implantar medidas de control adecuadas en cualquier momento en que se excedan los valores límite para el levantamiento manual de cargas o se detecten alteraciones musculoesqueléticas relacionadas con este trabajo...

Valores límite para el levantamiento manual de cargas.

TABLA 1. Valores límite para el levantamiento manual de cargas para tareas ≤ 2 horas al día con ≤ 60 levantamientos por hora o > 2 horas al día con ≤ 12 levantamientos/hora.

Situación horizontal del levantamiento Altura del levantamiento	Levantamientos próximos: origen < 30 cm desde el punto medio entre los tobillos	Levantamientos intermedios: origen de 30 a 60 cm desde el punto medio entre los tobillos	Levantamientos alejados: origen > 60 a 80 cm desde el punto medio entre los tobillos A
Hasta 30 cm ^a por encima del hombro desde una altura de 8 cm por debajo del mismo.	16 Kg	7 Kg	No se conoce un límite seguro para levantamientos repetidos ^c
Desde la altura de los nudillos hasta por debajo del hombro.	32 Kg	16 Kg	9 Kg
Desde la mitad de la espinilla hasta la altura de los nudillos ^b	18 Kg	14 Kg	7 Kg
Desde el suelo hasta la mitad de la espinilla	14 Kg	No se conoce un límite seguro para levantamientos repetidos ^c	No se conoce un límite seguro para levantamientos repetidos ^c

Notas:

A. Las tareas de levantamiento manual de cargas no deben iniciarse a una distancia horizontal que sea mayor de 80 cm desde el punto medio entre los tobillos.

B. Las tareas de levantamiento manual de cargas de rutina no deben realizarse desde alturas de partida superiores a 30 cm por encima del hombro o superiores a 180 cm por encima del nivel del suelo.

C. Las tareas de levantamiento manual de cargas de rutina no deben realizarse para los cuadros sombreados de la tabla que dicen 'No se conoce un límite seguro para levantamientos repetidos'. Hasta que la evidencia disponible no permita la identificación de los límites de peso seguros para los cuadrados sombreados, se debe aplicar el juicio profesional para determinar si los levantamientos infrecuentes o los pesos ligeros pueden ser seguros.

D. El criterio anatómico para fijar la altura de los nudillos, asume que el trabajador está de pie con los brazos extendidos a lo largo de los costados.

TABLA 2. TLVs para el levantamiento manual de cargas para tareas > 2 horas al día con > 12 y ≤ 30 levantamientos por hora o ≤ 2 horas al día con 60 y ≤ 360 levantamientos/hora.

Situación horizontal del levantamiento Altura del levantamiento	Levantamientos próximos: origen < 30 cm desde el punto medio entre los tobillos	Levantamientos intermedios: origen de 30 a 60 cm desde el punto medio entre los tobillos	Levantamientos alejados: origen > 60 a 80 cm desde el punto medio entre los tobillos ^A
Hasta 30 cm ^B por encima del hombro desde una altura de 8 cm por debajo del mismo.	14 Kg	5 Kg	No se conoce un límite seguro para levantamientos repetidos ^C
Desde la altura de los nudillos ^D hasta por debajo del hombro.	27 Kg	14 Kg	7 Kg
Desde la mitad de la espinilla hasta la altura de los nudillos ^D	16 Kg	11 Kg	5 Kg
Desde el suelo hasta la mitad de la espinilla	14 Kg	No se conoce un límite seguro para levantamientos repetidos ^C	No se conoce un límite seguro para levantamientos repetidos ^C

Notas:

A. Las tareas de levantamiento manual de cargas no deben iniciarse a una distancia horizontal que sea mayor de 80 cm desde el punto medio entre los tobillos.

B. Las tareas de levantamiento manual de cargas de rutina no deben realizarse desde alturas de partida superiores a 30 cm por encima del hombro o superiores a 180 cm por encima del nivel del suelo.

C. Las tareas de levantamiento manual de cargas de rutina no deben realizarse para los cuadrádos sombreados de la tabla que dicen 'No se conoce un límite seguro para levantamientos repetidos'. Hasta que la evidencia disponible no permita la identificación de los límites de peso seguros para los cuadrádos sombreados, se debe aplicar el juicio profesional para determinar si los levantamientos infrecuentes o los pesos ligeros pueden ser seguros.

D. El criterio anatómico para fijar la altura de los nudillos, asume que el trabajador está de pie con los brazos extendidos a lo largo de los costados.

TABLA 3. Valores límite para el levantamiento manual de cargas para tareas > 2 horas al día con > 30 y ≤ 360 levantamientos/hora.

Situación horizontal del levantamiento Altura del levantamiento	Levantamientos próximos: origen < 30 cm desde el punto medio entre los tobillos	Levantamientos intermedios: origen de 30 a 60 cm desde el punto medio entre los tobillos	Levantamientos alejados: origen > 60 a 80 cm desde el punto medio entre los tobillos ^A
Hasta 30 cm ^B por encima del hombro desde una altura de 8 cm por debajo del mismo.	11 Kg	No se conoce un límite seguro para levantamientos repetidos ^C	No se conoce un límite seguro para levantamientos repetidos ^C
Desde la altura de los nudillos ^D hasta por debajo del hombro.	14 Kg	9 Kg	5 Kg
Desde la mitad de la espinilla hasta la altura de los nudillos ^D	9 Kg	7 Kg	2 Kg
Desde el suelo hasta la mitad de la espinilla	No se conoce un límite seguro para levantamientos repetidos ^C	No se conoce un límite seguro para levantamientos repetidos ^C	No se conoce un límite seguro para levantamientos repetidos ^C

Notas:

A. Las tareas de levantamiento manual de cargas no deben iniciarse a una distancia horizontal que sea mayor de 80 cm desde el punto medio entre los tobillos .

B. Las tareas de levantamiento manual de cargas de rutina no deben realizarse desde alturas de partida superiores a 30 cm por encima del hombro o superiores a 180 cm por encima del nivel del suelo.

C. Las tareas de levantamiento manual de cargas de rutina no deben realizarse para los cuadrádos sombreados de la tabla que dicen 'No se conoce un límite seguro para levantamientos repetidos'. Hasta que la evidencia disponible no permita la identificación de los límites de peso seguros para los cuadrádos

sombreados, se debe aplicar el juicio profesional para determinar si los levantamientos infrecuentes o los pesos ligeros pueden ser seguros.

D. El criterio anatómico para fijar la altura de los nudillos, asume que el trabajador está de pie con los brazos extendidos a lo largo de los costados.

Resolución 886/2015 del Ministerio de Trabajo Empleo y Seguridad Social de Argentina.

En el marco de la prevención de riesgos laborales asociados a la actividad de recolección de residuos, la resolución constituye un avance significativo en la incorporación de criterios ergonómicos en el ámbito laboral. Esta normativa aprueba el “Protocolo de Ergonomía” como herramienta básica para la prevención de trastornos músculo-esqueléticos, tales como hernias inguinales, hernias discales lumbo-sacras y várices primitivas bilaterales, entre otras afecciones vinculadas al esfuerzo físico repetitivo y posturas forzadas. En su artículo primero, la resolución establece:

“Este protocolo se articula con lo dispuesto por la Ley N.º 19.587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo y la Ley N.º 24.557 sobre Riesgos del Trabajo, promoviendo la adecuación de las condiciones laborales a las capacidades físicas de los trabajadores. En el caso específico de la recolección de residuos, donde las tareas implican carga y descarga de materiales, desplazamientos prolongados y exposición a factores climáticos adversos, la aplicación de principios ergonómicos resulta esencial para reducir la siniestralidad y mejorar la calidad de vida laboral”

Resolución 3345/2015 de la Superintendencia de Riesgos del Trabajo (SRT)

En el ámbito de la prevención de riesgos laborales vinculados a la manipulación de cargas, la resolución establece límites máximos para tareas de traslado, empuje y arrastre de objetos pesados, actividades frecuentes en el sector de recolección de residuos. Esta normativa complementa lo dispuesto por la Resolución 295/2003 del Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social, y se fundamenta en estándares internacionales de ergonomía.

La resolución toma como referencia las normas IRAM-ISO 11228-1:2014 y ISO 11228-2:2007, que especifican valores límite para la manipulación manual vertical y horizontal, así como para operaciones de empuje y tracción. Estos límites consideran factores como la fuerza aplicada, la frecuencia de repetición, la duración de la tarea, la altura de agarre y la distancia recorrida, procurando una protección razonable para una población laboral activa y saludable.

En su articulado, la resolución establece:

La aplicación de estos parámetros psicofísicos permite determinar las fuerzas iniciales y sostenidas aceptables para hombres y mujeres, contribuyendo a la reducción de lesiones músculo-esqueléticas en tareas de alto esfuerzo físico. En el contexto de la recolección de residuos, donde los trabajadores enfrentan condiciones exigentes y repetitivas, esta resolución representa un instrumento técnico fundamental para el diseño de políticas de prevención y mejora de las condiciones laborales.

CAPÍTULO III DESARROLLO

RECOLECCIÓN DE RESIDUOS EN ROSARIO

La ciudad de Rosario se encuentra al sureste de la provincia de Santa Fe, a orillas del río Paraná, es la ciudad más grande de la provincia y una de las más importantes de la República Argentina, según datos provistos por el portal de la Municipalidad de Rosario, tiene aproximadamente 950.000 habitantes y una intensa actividad comercial, industrial y cultural, Se estima que cada habitante genera 0,506 kilogramos de residuos domiciliarios diarios, lo que equivale a 479.85 toneladas y si se le suman los residuos generados por comercios y grandes generadores de residuos, el total asciende a 806,78 toneladas diarias.

La recolección de residuos representa un desafío logístico, ambiental y social de gran magnitud.



Plano de la ciudad de Rosario. **Coordenadas:** 32°57'27"S 60°38'22"O

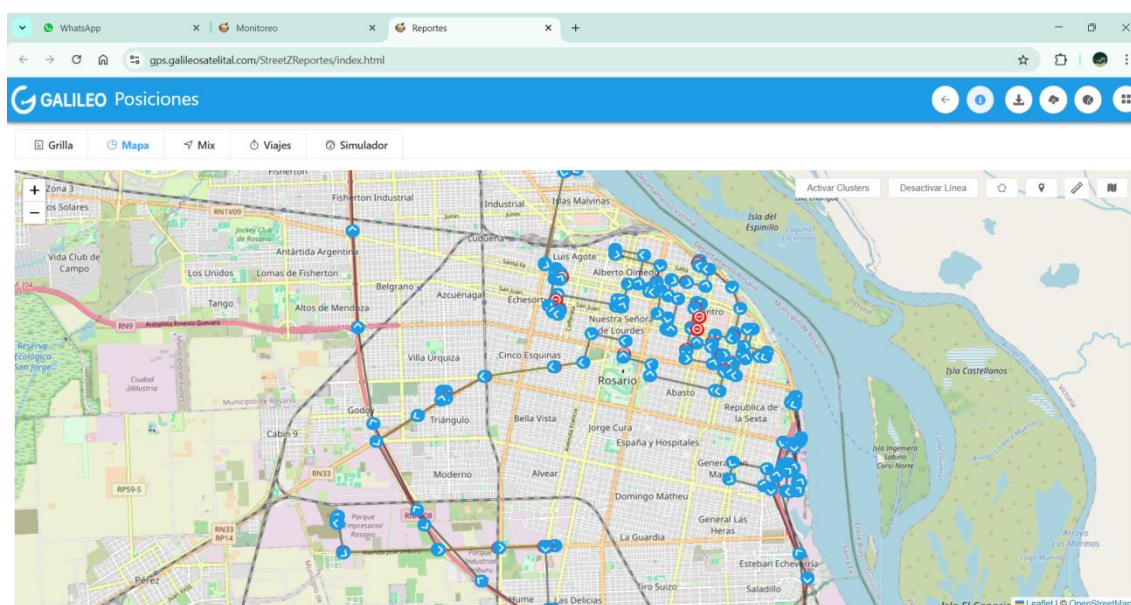
A lo largo de los últimos años, la ciudad ha implementado políticas orientada a la sostenibilidad, en la actualidad la ciudad tiene vigente una ordenanza conocida como Basura Cero N.º 8337 que fue creada en el año 2008 y tenía como principal objetivo la reducción progresiva de la cantidad de residuos que se envían a disposición final, teniendo como objetivo la eliminación total de los residuos a disponer en rellenos sanitarios para el año 2020, al no cumplirse con los objetivos planteados se modificó la ordenanza para adaptarla a los desafíos actuales. Se actualizó el concepto Basura Cero para alinearlos a estándares más reales, reforzando la idea de reducir la generación de residuos desde el origen.

La ciudad cuenta con una planta que procesa hasta 250 toneladas mensuales de materiales reciclables, con proyectos de aumentar su capacidad a 750 toneladas para el 2030. Si se toma como referencia las más de 800 toneladas de residuos diarios que se generan en Rosario, la planta de reciclado solo tiene capacidad de procesar aproximadamente el 30% de los residuos generados.

Según figura en la página web del municipio, también hay otros programas en la actualidad que se están desarrollando:

- Barrios Verdes: Es un programa que promueve la separación de residuos en sectores específicos de la ciudad, con el objetivo de que el 30% de la población separe sus residuos orgánicos en origen para 2030.
- Gestión de neumáticos fuera de uso (NFU): Rosario aplica el principio de “responsabilidad extendida del productor”, haciendo que fabricantes y distribuidores se hagan cargo del reciclaje de neumáticos.
- Recupebar: Un programa que recupera frutas y verduras no comercializadas para evitar el desperdicio y destinarlas a quienes las necesitan.
- Reciclaje con inclusión social: Se promueve la economía circular integrando a recuperadores urbanos en el sistema formal de gestión de residuos.

El sistema de recolección de residuos combina tecnología, participación ciudadana y criterios de sostenibilidad; busca no solo mantener la higiene urbana, sino también fomentar la separación en origen, el reciclaje y la reducción del impacto ambiental.



Plano de monitoreo de camión de recolección en la ciudad de Rosario. Imagen propia.

Cuenta con una flota de camiones compactadores, camiones con brazos hidráulicos y vehículos de apoyo, equipados con GPS para monitoreo de rutas.

La Municipalidad de Rosario utiliza sistemas de control para verificar el cumplimiento de rutas, horarios y calidad del servicio, con inspectores en la calle y sistemas de GPS instalados en las unidades.

Se reciben denuncias y sugerencias a través de aplicaciones móviles y líneas telefónicas.



Vehículos utilizados para la recolección de residuos diferenciados de Rosario, imágenes pertenecientes a Sumar.

Organización del sistema de recolección

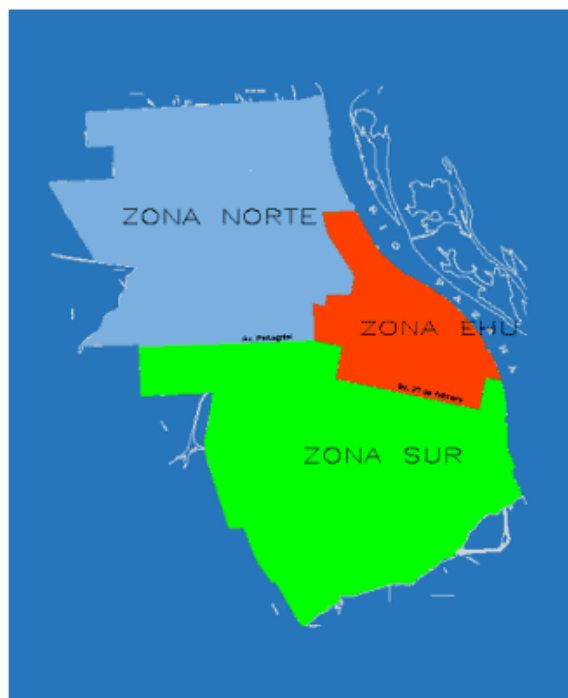
El servicio de recolección de residuos en Rosario está dividido en tres zonas operativas:

- **Zona EHU:** gestionada por el ente municipal **Sumar**.
- **Zona Sur:** concesionada a la empresa **Lime Rosario S.A.**
- **Zona Norte:** a cargo de **LimpAr Rosario S.A.**

Cada zona cuenta con su propia flota de camiones recolectores, personal capacitado y cronogramas específicos de recolección. Esta descentralización permite eficiencia operativa y una mejor respuesta a las particularidades de cada barrio.

Se utilizan contenedores plásticos y metálicos, de distintos tamaños. En algunas zonas se han instalado contenedores soterrados, que mejoran la estética y la capacidad de almacenamiento.

La ciudad cuenta con plantas donde se separan los residuos reciclables recolectados por cooperativas, allí se realiza la clasificación manual y mecánica y se acondicionan los materiales para su reutilización.



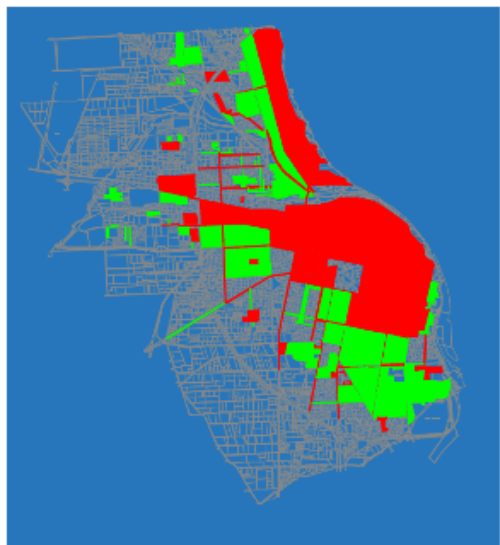
ZONAS RECOLECCIÓN DE RESIDUOS

ZONA NORTE 5600 CUADRAS

ZONA EHU (SUMAR) 2550 CUADRAS

ZONA SUR 6100 CUADRAS

Rosario.https://www.rosario3.com/export/sites/rosario3/img/2022/06/10/reciduos.png_560298682.png



CARGA LATERAL		4400
NORTE	1075	
SUR	330	
SUMAR	2950	
CARGA TRASERA		4880
NORTE	2300	
SUR	2580	

https://www.rosario3.com/export/sites/rosario3/img/2022/06/10/sin_txtulo.png_1136382857.png

El sistema distingue entre distintos tipos de residuos, cada uno con su modalidad de disposición y recolección:

Residuos domiciliarios comunes: se deben sacar entre las 19 y 21 h en bolsas cerradas y depositarse en los contenedores verdes o en la vereda según la zona.

Residuos reciclables: como papel, cartón, plásticos, metales y vidrio. Se deben entregar limpios y secos en contenedores naranjas o mediante el servicio de recolección puerta a puerta.

Residuos grandes: como restos de poda, escombros o muebles. Se recogen en días específicos y en cantidades limitadas (hasta 1 m³ o 25 baldes domésticos). Si se excede ese volumen, se debe contratar un servicio privado.

Residuos especiales: electrónicos, pilas, lámparas, aceite usado, textiles, entre otros. Se reciben en puntos fijos como el Mercado del Patio, Alto Rosario Shopping o los Centros Municipales de Distrito.

En 2025, Rosario incorporó 1.500 nuevos contenedores y 10 camiones recolectores de última generación, lo que representa una renovación del 30% del parque de contenedores de la ciudad. Los nuevos camiones cuentan con sistemas de compactación automatizada, lo que mejora la seguridad de los operarios y la eficiencia del servicio.

Los contenedores, por su parte, están fabricados en chapa galvanizada o plástico reforzado, con tapas basculantes y pedal para facilitar su uso. Tienen una capacidad de entre 1.100 litros y 3.200 litros, y se distribuyen estratégicamente en barrios, avenidas y zonas céntricas.



Camión de recolección de carga lateral <https://sumar.gob.ar/wp-content/uploads/2023/09/Sumar-2020.webp>



Contenedores para residuos dispuestos en la ciudad de Rosario, imágenes pertenecientes a Sumar.



Contenedores para residuos dispuestos como islas de reciclado en la ciudad de Rosario, imágenes pertenecientes a Sumar.

Dentro de los desafíos actuales nos encontramos:

- Contaminación por residuos mal dispuestos en veredas o fuera de horario.
- Falta de separación en origen en muchos hogares.
- Saturación de contenedores en zonas de alta densidad poblacional.
- Necesidad de ampliar la cobertura del servicio puerta a puerta para reciclables.

En la actualidad cada ruta de recolección de residuos que está contenerizada, tiene un promedio de 280 contenedores, uno por cada cuadra y dispuestos de manera equidistante con las esquinas, lo que hace que se repita la tarea la misma cantidad de veces.

El tiempo de asistencia de cada contenedor es de 1 minuto y 30 segundos de promedio, que es el tiempo que tarda el camión en recorrer 100 metros entre contenedor y contenedor y el tiempo de prensado para asistencia del mismo.

Sin importar la cantidad de residuos que tenga un contenedor el proceso de compactado requiere el mismo tiempo y esfuerzo.

En el caso de los contenedores de 3 m³ fijo, el camión de carga lateral se posiciona a la par del contenedor y realiza la tarea de asistencia del mismo de manera automática, mientras que el recolector levanta los residuos mal dispuestos fuera del contenedor y barre los residuos diseminados.

En el caso de los contenedores de 1 m³ con ruedas, el camión se posiciona delante del mismo, ya que la carga es trasera, el recolector arrastra el contenedor a la posición correcta y de manera manual realiza la asistencia del mismo realizando movimientos con las palancas que comandan el sistema hidráulico de prensado y al finalizar devuelve el contenedor a su lugar original.



Camión de recolección de residuos de carga trasera.

<https://rosarionoticias.gob.ar/library/timthumb/timthumb.php?src=/uploads/fotos/p1ggn0ci1i117q3fa1m6r1vjq1i937.jpg&h=634&w=950&zc=1>

En el caso de la recolección convencional, siendo la misma cantidad de cuerdas en las que se debe realizar la tarea, los recolectores retiran los residuos de los de manera manual y los colocan en la tolva de prensado, realizando la compactación de manera manual con los comandos del sistema hidráulico, donde se llena la misma.

Un camión de recolección consume un promedio de 0.26 litros de gasoil por kilómetro, y recorre aproximadamente 45 km, pero la metodología de trabajo hace que la unidad esté mucho tiempo en marcha sin estar en movimiento, por lo que consume un promedio de 0.48 litros de gasoil por kilómetro y 4.82 litros por hora y trabajan 7 horas 15 minutos, ya que el convenio colectivo de trabajo vigente limita la jornada laboral a 8 horas o la tarea bien realizada; esto último genera que los trabajadores incrementen el ritmo de trabajo para intentar finalizar la jornada lo antes posible.

EXPERIENCIA DE OTRAS CIUDADES

En un mundo cada vez más globalizado y urbanizado, tomaremos las experiencias de otras ciudades más limpias y eficientes como ejemplo a seguir.

A pesar de los beneficios, la implementación de inteligencia artificial en la gestión de residuos en todas las ciudades enfrenta tres grandes desafíos comunes, una alta inversión inicial en infraestructura tecnológica, capacitación de personal y adaptación sociocultural.

La gestión de residuos sólidos urbanos se ha convertido en uno de los desafíos más complejos para los gobiernos en todos sus niveles. Frente al crecimiento poblacional, el aumento del consumo y la presión ambiental, muchas ciudades han comenzado a incorporar inteligencia artificial como herramienta clave para optimizar la recolección de residuos, reducir costos y avanzar hacia modelos más sostenibles. Distintas ciudades del mundo están utilizando la IA para transformar sus sistemas de limpieza urbana, ya que la inteligencia artificial permite analizar grandes volúmenes de datos en tiempo real, identificar patrones de generación de residuos, predecir comportamientos y tomar decisiones más eficientes y esto se traduce en:

- Optimización de rutas de camiones.
- Reducción del consumo de combustible y emisiones.
- Mejora en la frecuencia de recolección según demanda real.
- Clasificación automática de residuos reciclables.

- Prevención de desbordes y puntos críticos.

Barcelona ha sido pionera en el uso de tecnologías inteligentes para la gestión urbana. Su sistema de recolección incluye contenedores con sensores de llenado, que envían datos en tiempo real a una plataforma central. A través de algoritmos de inteligencia artificial, se generan rutas dinámicas para los camiones recolectores, priorizando los contenedores más llenos y evitando recorridos innecesarios.

Según lo expresa la página oficial del Ayuntamiento de Barcelona, este modelo ha permitido reducir en un 20% los costos operativos y mejorar la satisfacción ciudadana. Además, la ciudad utiliza inteligencia artificial para analizar patrones de generación de residuos por barrio, lo que permite ajustar campañas de concientización y políticas públicas.

Aplicaciones específicas utilizadas en Barcelona

- **Plantas con visión espectroscópica:** cámaras y sensores identifican características físicas y químicas de los residuos para mejorar la segregación.
- **Software de aprendizaje profundo:** mejora la pureza de los materiales recuperados y permite trazabilidad en la cadena de reciclaje.
- **Modelos predictivos:** anticipan necesidades de recolección según eventos, zonas y patrones históricos.



https://www.google.com/imgres?q=uso%20de%20IA%20en%20recoleccion%20de%20residuos%20en%20barcelona&imgurl=https%3A%2Fstorage.googleapis.com%2Fmedia-cloud-na%2F2025%2F03%2Fcontenedores-inteligentes.jpg&imgrefurl=https%3A%2F%2Fnoticiasambientales.com%2Fresiduos%2Fel-ayuntamiento-de-barcelona-instala-contenedores-inteligentes-con-el-objetivo-de-reciclar-el-65-de-los-residuos%2F&docid=X13VMMaQU-YeGM&tbid=uuswAWj0tFdXSM&vet=12ahUKEwjw6Hq_IIPAxXhrpUCHaocJiwQM3oECCAQAA..i&w=1200&h=675&hcb=2&ved=2ahUKEwjw6Hq_IIPAxXhrpUCHaocJiwQM3oECCAQAA

Por otro lado, varios medios de información de Barcelona han cubierto conflictos relacionados con el uso de inteligencia artificial en la recolección de residuos, especialmente en torno a la implementación de contenedores inteligentes y el sistema puerta a puerta. El sistema requiere llaveros digitales y horarios restringidos, lo que provocó malestar y protestas, las cuales escalaron a niveles políticos, generando tensiones entre los integrantes del gobierno municipal y obligando a modificar el calendario de implementación por uno más paulatino.

El diario La Vanguardia, publicó el 17 de enero de 2022, un artículo hablando de “ Sant Andreu y la crisis del puerta a puerta” donde informa sobre la introducción de contenedores inteligentes con chip que generó fuerte oposición vecinal en Sant Andreu.

El diario Metròpoli, publicó el día 25 de enero de 2025 “Barcelona crea un grupo de trabajo para analizar la implementación de contenedores inteligentes”, El Ayuntamiento creó un grupo técnico para estudiar la implementación gradual de contenedores inteligentes, reconocen dudas sobre la interoperabilidad, costos y aceptación ciudadana, especialmente tras los conflictos en barrios como Sant Andreu.

En Corea del Sur, la ciudad de Seúl ha implementado sistemas de visión artificial en sus plantas de reciclaje. Cámaras y sensores identifican el tipo de residuo (plástico, vidrio, metal, etc.) y lo clasifican automáticamente mediante brazos robóticos. La inteligencia artificial aprende con el tiempo, mejorando su precisión y reduciendo la necesidad de intervención humana.

Este sistema ha incrementado la tasa de reciclaje y ha reducido los errores de clasificación, lo que se traduce en mayores ingresos por materiales recuperados y menor contaminación cruzada.

El artículo de *ConCiencia Ambiental* titulado “ Estrategias efectivas para el reciclaje en Corea del Sur”, publicado en mayo de 2025, destaca cómo Seúl ha alcanzado una tasa de reciclaje superior al 70% gracias a la implementación de tecnologías avanzadas, incluyendo sistemas de visión artificial con cámaras y sensores que permiten la clasificación automática de residuos mediante contenedores inteligentes equipados con sensores de nivel de llenado, sistemas de monitoreo en tiempo real y conectividad IoT. Si bien aún está en fase piloto, el objetivo es integrar estos datos con algoritmos de inteligencia artificial que permitan optimizar rutas de recolección y reducir el uso de combustible.

También se está explorando el uso de inteligencia artificial para detectar patrones de disposición incorrecta de residuos y generar alertas tempranas para intervenciones rápidas. El artículo completo se puede ver en el Anexo I.

Singapur se ha establecido como un referente mundial en la adopción y regulación de la inteligencia artificial, con una estrategia integral que abarca desde la creación de su propia tecnología hasta su uso ético en la vida cotidiana de los ciudadanos. Su enfoque proactivo se basa en el plan "Nación Inteligente", que busca transformar la economía y la sociedad a través de la tecnología.

La "National AI Strategy" de Singapur dice que el gobierno de Singapurenses impulsa la investigación y el desarrollo de la IA a través de AI Singapore. Un proyecto notable de esta iniciativa es el modelo de lenguaje grande (LLM) SEA-LION (South-East Asian Languages in One Network); este modelo de código abierto es pionero en la región porque ha sido entrenado específicamente para entender y representar la diversidad lingüística y cultural del sudeste asiático, un esfuerzo para reducir la dependencia de modelos occidentales o chinos.

La IA se utiliza de forma masiva y práctica para mejorar la vida de los ciudadanos. En gestión de tránsito, Singapur utiliza sistemas avanzados de IA para analizar datos en tiempo real de las carreteras, lo que permite optimizar la sincronización de los semáforos, gestionar la congestión y de esta manera reducir los tiempos de viaje y las emisiones de carbono.

En la actualidad hay empresas como Synthetica que ofrecen plataformas y soluciones de servicios de IA para municipios que les permiten mejorar la gestión de sus residuos optimizando las rutas en tiempo real. Sus plataformas permiten analizar datos históricos de generación de residuos, predecir puntos de acumulación, optimizar las rutas analizando el tránsito y las necesidades y realizar un control del desempeño de las empresas contratistas que realizan los servicios.

Estas herramientas están siendo adoptadas por ciudades medianas en América Latina y Europa de manera experimental, con resultados prometedores en eficiencia y sostenibilidad.

La utilización de inteligencia artificial en sistemas de recolección de residuos no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también fortalece la transición hacia una economía circular, al facilitar la separación, clasificación y trazabilidad de los residuos. Se abren nuevas oportunidades para el reciclaje, la reutilización y la

valorización energética; permitiendo una gestión más transparente y participativa, al ofrecer datos abiertos y herramientas de monitoreo para la ciudadanía.

A medida que este tipo de tecnología se vuelva más accesible, es probable que más ciudades adopten soluciones basadas en IA para enfrentar los constantes desafíos de los residuos urbanos. En este proceso de cambio, la colaboración entre gobiernos, empresas tecnológicas y ciudadanía es la clave para construir ciudades más limpias, inteligentes y sostenibles.

Amsterdam ha sido pionera en la incorporación de tecnología sostenibles en la gestión de residuos, y aunque no se destaca por un sistema de IA tan sofisticado como el de Singapur o Barcelona, si ha implementado vehículos eléctricos de recolección de residuos y sistemas inteligentes que optimizan rutas y reducen emisiones de gases de carbono y mejorando la calidad del aire y disminuyendo ruidos urbanos.

Ciudades como San Francisco, Seattle y Kansas City han comenzado a aplicar tecnologías inteligentes en la gestión de residuos, incluyendo IA para rutas dinámicas, sensores de llenado, y clasificación automatizada. Estas innovaciones no solo mejoran la eficiencia del servicio, sino que también reducen el esfuerzo físico, las operaciones repetitivas y las posturas forzadas de los trabajadores que generan lesiones musculoesqueléticas.

LESIONES EN PERSONAL DE RECOLECCIÓN

La recolección de residuos es una actividad fundamental para el funcionamiento de las ciudades, la salud pública y la sostenibilidad ambiental. Sin embargo, detrás de ese servicio esencial se encuentra una realidad laboral marcada por condiciones físicas exigentes, exposición a múltiples riesgos y una alta prevalencia de lesiones musculoesqueléticas y respiratorias. Representan los principales problemas de salud ocupacional en el sector, con consecuencias que van desde dolores crónicos hasta la discapacidad laboral.

Las lesiones musculoesqueléticas comprenden un conjunto de trastornos que afectan el cuerpo humano y generalmente son provocados por movimientos repetitivos, posturas forzadas, levantamiento de cargas, vibraciones, impactos o esfuerzos físicos prolongados. En el ámbito laboral, estas lesiones suelen desarrollarse de manera progresiva, y pueden incluir tendinitis, lumbalgias, cervicalgias, síndrome del túnel carpiano, epicondilitis, entre otras.

En el caso de los recolectores de residuos se manifiestan con frecuencias en la zona lumbar, cervical, hombros, rodillas y muñecas, debido a la naturaleza física de sus

tareas. Las cuales incluyen levantar bolsas pesadas, arrastrar y empujar contenedores, subir y bajar repetidamente del camión, manipular residuos en condiciones climáticas adversas, y realizar movimientos repetitivos durante jornadas laborales que rondan las 7 horas.

La alta exposición a riesgos está determinada por una combinación de factores físicos, logísticos y ergonómicos.

La carga física excesiva durante el levantamiento manual de residuos, especialmente cuando se trata de bolsas o contenedores pesados, genera una sobrecarga en la columna vertebral y las extremidades.

Los movimientos repetitivos en la rutina diaria, sin una pausa adecuada pueden provocar micro traumatismos acumulados en músculos, tendones, ligamentos o articulaciones, que aunque no causen daños inmediatos evidentes, pueden provocar efectos significativos a largo plazo.

Las posturas forzadas al agacharse, girar el tronco o mantener posiciones incómodas durante la manipulación de residuos contribuye al desgaste articular.

El diseño de los equipos y camiones, sin plataformas ergonómicas, contenedores con ruedas rotas o sin ellas y las alturas inapropiadas aumentan el esfuerzo físico requerido para una misma tarea en condiciones adecuadas.

El trabajo al aire libre expone al trabajador a temperaturas extremas, lluvia, viento, superficies irregulares, polvos en suspensión y exposición directa a los gases de combustión del camión, incrementando el riesgo de lesiones.

Como el convenio colectivo de trabajo 40/89 para la actividad de recolección limita la jornada laboral a 7 horas 15 minutos o la tarea bien realizada, cada ruta de recolección convencional tiene un máximo de 280 cuadras asignadas, lo que genera una necesidad de finalizar las tareas cumpliendo con los recorridos en plazos ajustados, y para eso se aumenta el ritmo de trabajo, se aceleran los movimientos, omiten las pausas y adoptan técnicas de trabajos inseguras.

Las lesiones no solo afectan la salud física del trabajador, sino también su bienestar emocional, su capacidad de desempeño y su estabilidad económica.

El dolor crónico, la pérdida de movilidad, el uso prolongado de medicamentos y las intervenciones quirúrgicas son algunas de las consecuencias más graves.

Desde el punto de vista institucional, las lesiones de los trabajadores, generan ausentismo, rotación de personal, aumento de costos por indemnizaciones y atención médica, y una disminución en la eficiencia del servicio.

En muchos casos, la falta de reconocimiento de estas lesiones como enfermedades profesionales y al no tratarse de hechos súbitos y violentos, como lo indica la definición de accidente de trabajo, dificulta el acceso a tratamientos adecuados y a compensaciones justas.

La prevención de estas lesiones en relación a la recolección de residuos requiere un enfoque multidisciplinario que combine ergonomía, tecnología, capacitación y políticas públicas.

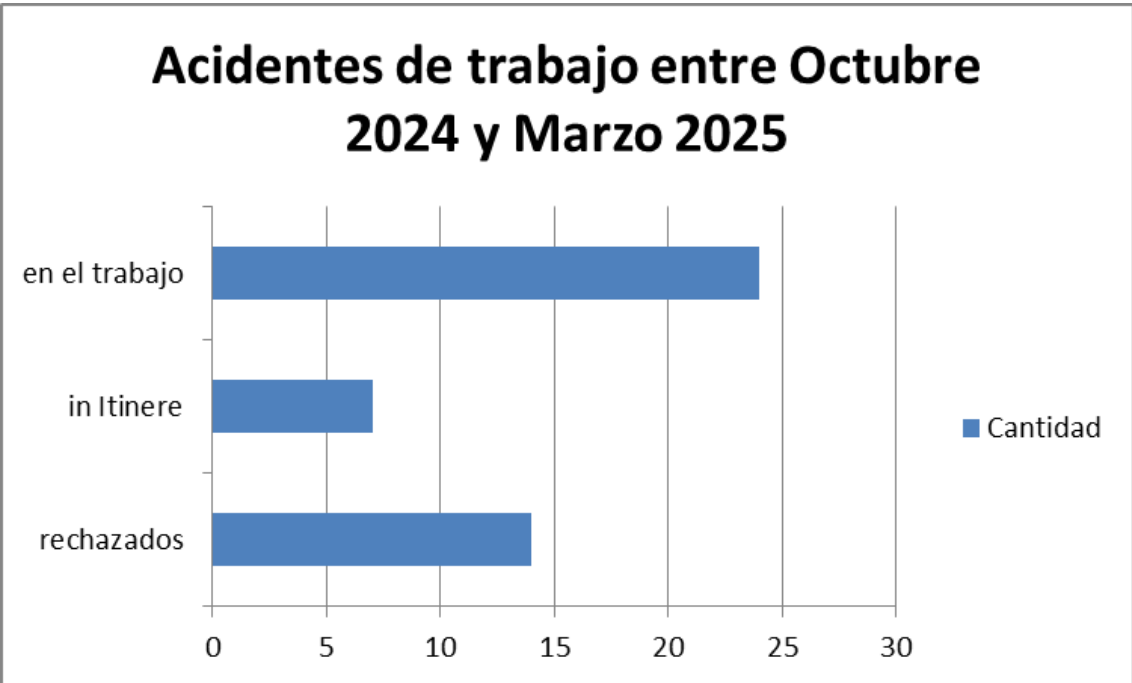
El diseño ergonómico de los equipos a incorporando plataformas elevadoras, contenedores con ruedas y sistemas de carga automatizada que reducen significativamente el esfuerzo físico.

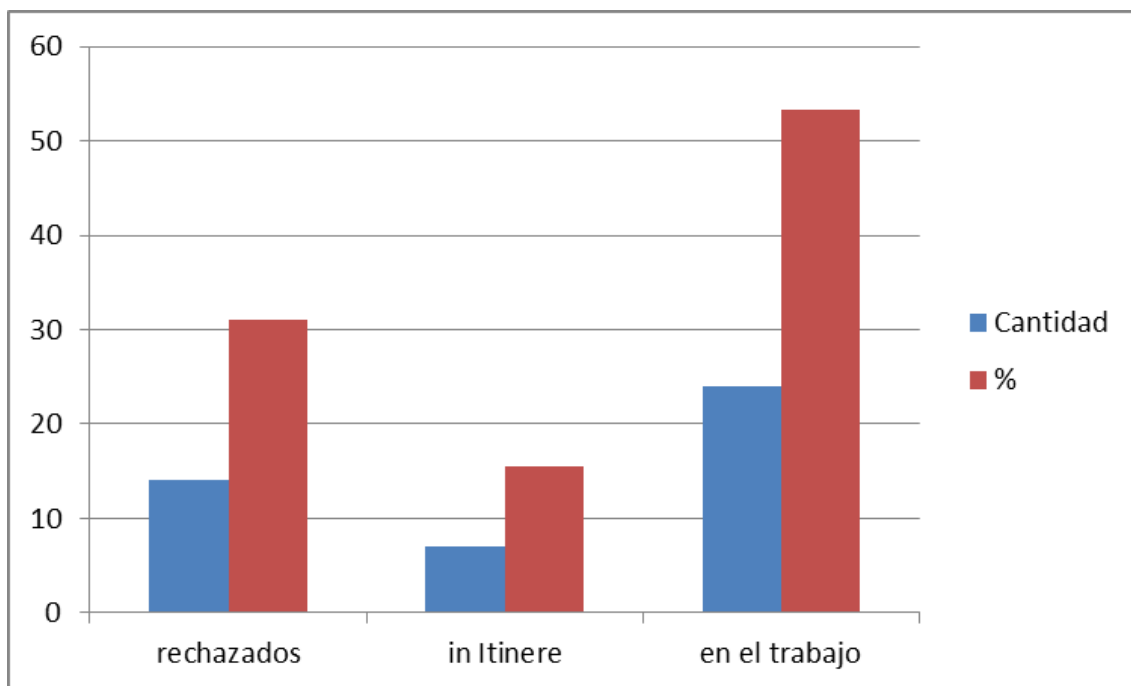
Enseñar técnicas seguras de levantamiento, estiramiento y movilidad ayuda a prevenir lesiones y promueve el autocuidado, así como también pausas activas y rotación de tareas.

El uso de elementos de protección personal (EPP) adecuados como: guantes, calzado ergonómico y ropa adecuada contribuyen a reducir el impacto físico.

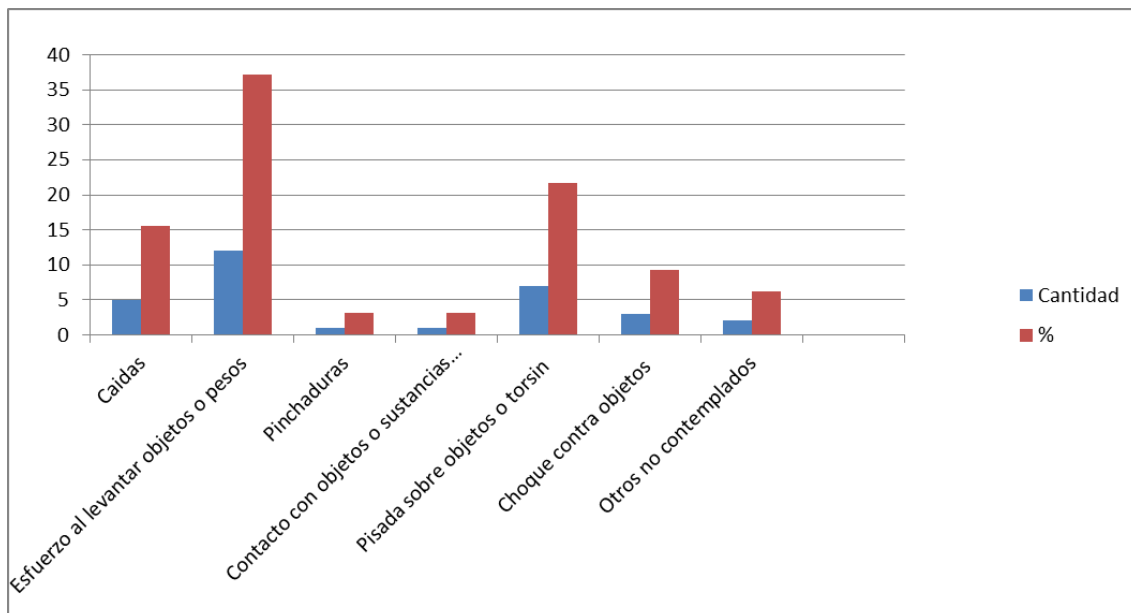
Es muy importante el monitoreo de salud ocupacional realizando evaluaciones médicas periódicas que permitirán detectar signos tempranos y actuar preventivamente.

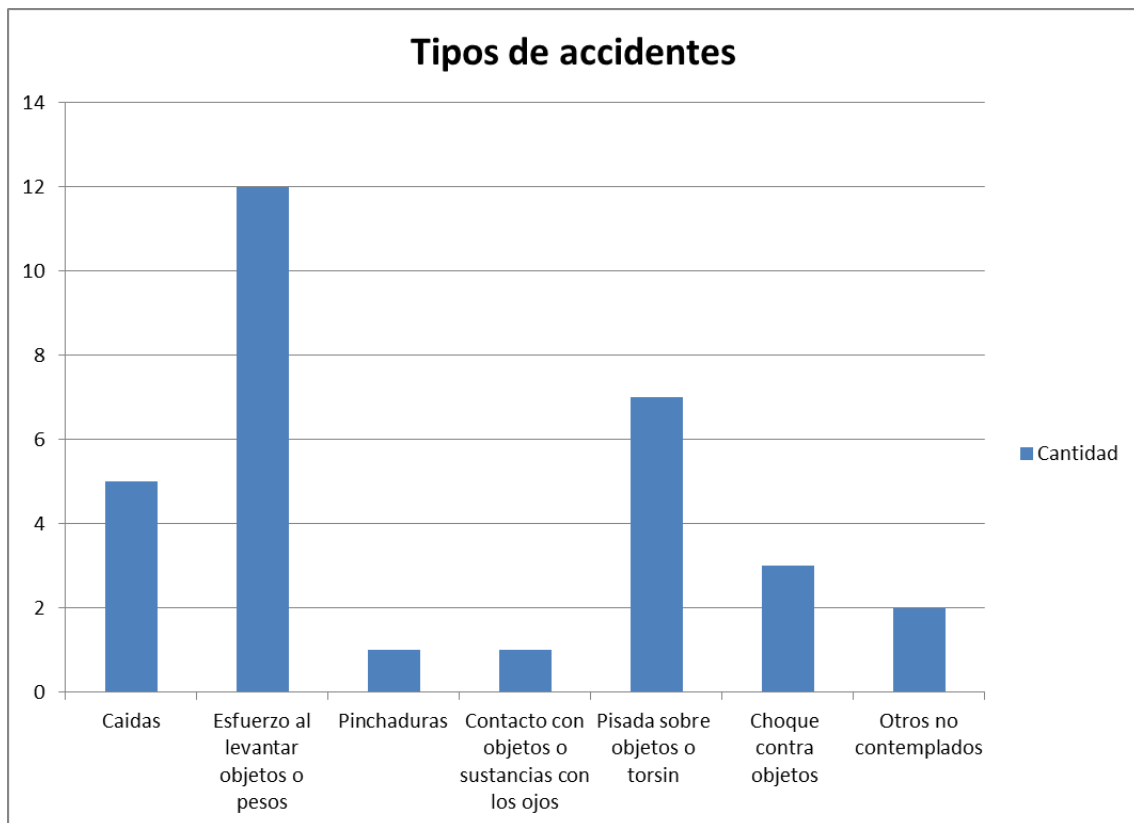
Según información provista por los departamentos de Higiene y seguridad de las empresas de recolección que prestan servicio en la ciudad de Rosario, sobre un total de 1640 empleados , durante el periodo octubre 2024 a marzo de 2025, de un total de 45 accidentes registrados el 31,11% fue rechazado, el 15,55 % fue In Itinere y el 53,33% en el trabajo.





Entre los accidentes tratados en este periodo de los 31 accidentes tratados por ART el 15.5% corresponden a caídas en desnivel o al mismo nivel, el 21.7% corresponden a pisadas sobre objetos o torsión y el 37.2% por esfuerzos físicos excesivos mientras se realizan tareas de levantamiento o traslado de objetos pesados.





Los estudios o evaluaciones ergonómicos de los puestos de trabajo tienen como objetivo principal adaptar las condiciones laborales a las capacidades y limitaciones de los trabajadores, para prevenir lesiones, mejorar el rendimiento y aumentar el bienestar general.

En el caso específico de los choferes y recolectores de residuos, estos estudios son especialmente relevantes por la naturaleza física, repetitiva y muchas veces riesgosa de sus tareas.

Con los estudios ergonómicos se busca prevenir lesiones musculoesqueléticas reduciendo los riesgos de trastornos como lumbalgias, tendinitis, hernias, entre otro.

Lograr un entorno adaptado permite que los trabajadores realicen sus tareas con mayor eficiencia y menor esfuerzo lo que optimiza el desempeño.

Un entorno cómodo y seguro también reduce el estrés y mejora la satisfacción laboral.

Las posturas prolongadas en los choferes al permanecer sentados durante largos periodos pueden generar problemas lumbares y circulatorios.

En el caso tanto de los choferes como de los recolectores, la exposición continua a vibraciones generadas por los camiones de recolección, puede afectar la columna vertebral.

La posición del volante, los pedales y el tablero de mandos debe permitir un uso cómodo y seguro para los choferes, así como también las palancas de mandos hidráulicos para el sistema de compactación para los recolectores.

En el caso particular de los recolectores uno de los problemas principales que causan desgaste físico, surge de los movimientos repetitivos al levantar, arrastrar y cargar bolsas y contenedores.

Las cargas excesivas y no realizar las técnicas de levantamiento correctamente son también causales de lesiones físicas evitables.

El terreno variable y las condiciones meteorológicas, representan riesgos constantes, por ejemplo, los suelos irregulares pueden generar lesiones al pisar, las lluvias reducen la visibilidad y hacen que la tarea sea más inseguras y el calor.

Por último y no menos importante los elementos de protección personal, como guantes diseñados para la tarea asignada, el calzado y la ropa deben facilitar el movimiento y proteger al trabajador.

ADAPTACIÓN DEL PERSONAL AL USO DE IA

Se realizó una encuesta para relevar la opinión de los trabajadores haciendo una muestra representativa de empleados con distintos roles y categorías (choferes, recolectores, supervisores), lo que permitió captar una visión integral desde el campo operativo, sobre la posible implementación al sistema actual de tecnologías basadas en inteligencia artificial en sus tareas cotidianas. El objetivo de la misma fue identificar el nivel de conocimiento general sobre inteligencia artificial aplicada a los servicios en los que se desempeñan, evaluar el grado de aceptación y expectativas que genera la implementación de esta tecnología, conocer el interés en recibir capacitación, preocupaciones y analizar el impacto potencial en la seguridad laboral y operativa de la actividad.

Se realizó una encuesta, del tipo múltiple choice para poder recopilar información de manera estructurada, rápida y fácil de analizar, la misma se encuentra en el Anexo II.

Como resultados se pudo concluir que:

El 65 % de los encuestados dice tener una idea básica, pero que nunca trabajaron utilizando IA.

El 70% cree que puede ayudar a organizar las rutas de manera más eficiente y el 80% que puede evitarles tareas repetitivas o peligrosas.

En cuanto al impacto en la tarea y seguridad laboral el 60% de los encuestados cree que se podrían disminuir los riesgos al detectar objetos peligrosos antes de ser levantados o programando mejor las rutas, aunque el 55% considera que depender demasiado de una aplicación podría generar riesgos nuevos por distracción y como aspecto positivo a destacar el 75% está muy predispuesto a recibir capacitación al respecto.

Si bien demuestran confianza y posibilidades de mejoras con la incorporación de IA a los servicios, creen que son necesarios cambios en la organización para que sean efectivos, pero también manifiestan que ante situaciones de emergencia preferirían seguir el criterio de un humano.

El 80% de los encuestados tiene como mayor preocupación la pérdida de puestos de trabajo que el uso de IA podría causar.

La adaptación de los sistemas de recolección al uso de nuevas tecnologías con IA causará cambios en cuestiones logísticas en la rutina laboral del personal.

Al optimizar las rutas con IA se podrían prever puntos críticos, y modificar las rutas según sea necesario, reduciendo los recorridos y evitando circular por calles innecesarias, priorizando los sectores de mayor demanda y evitando demoras generadas por congestiones de tránsito.

Estos cambios requieren que el personal sea flexible y esté dispuesto a adaptarse a cambios dinámicos en los recorridos, en la actualidad realizan sus tareas a diario con los mismos recorridos y sin cambios.

Uno de los desafíos a superar es vencer la resistencia al cambio, entendiendo a las personas como seres de hábitos y costumbres.

Es muy común que los trabajadores perciban el uso de la IA como una amenaza a sus empleos, aunque esta implementación suele enfocarse en complementos al trabajo humano y a mejorar la seguridad y eficiencia del mismo.

La incorporación de IA también generaría nuevas oportunidades laborales y ante la necesidad de nuevos perfiles de trabajo más técnicos para realizar el mantenimiento de los sensores y redes IoT, carga de datos, análisis e interpretación de los mismos y coordinación logística de las tareas en tiempo real.

Esto abriría las puertas a que trabajadores con experiencia en el rubro se capaciten y puedan reconvertirse y crecer profesionalmente.

CAPÍTULO IV CONCLUSIÓN FINAL

CONCLUSIÓN

El interrogante de la investigación es si la utilización de inteligencia artificial aplicada al sistema de recolección de residuos en la ciudad de Rosario disminuiría la cantidad de accidentes laborales.

La presente investigación ha permitido evidenciar que la incorporación de sistemas de IA en la recolección de residuos urbanos en la ciudad de Rosario representa una estrategia innovadora y altamente beneficiosa y se confirma la hipótesis que decía que "La implementación de sistemas de inteligencia artificial en la recolección de residuos en la ciudad de Rosario mejoraría significativamente la seguridad laboral de los trabajadores al reducir la exposición a riesgos físicos y ambientales.

Al optimizar el diseño de las rutas de recolección con algoritmos de IA se disminuirían los tiempos de exposición a riesgos en la vía pública y tendrá un impacto ambiental positivo, al disminuir el consumo de combustibles fósiles, reducir las emisiones de CO₂ y mejorar la gestión de residuos reciclables".

En primer lugar se destaca el impacto positivo sobre la seguridad laboral, al reducir significativamente la exposición de los trabajadores a riesgos físico y ambiental mediante la automatización de procesos y la optimización de rutas.

Esta mejora no solo contribuye a la protección de la integridad física del trabajador, sino que también promueve condiciones laborales más dignas y eficientes.

Uno de los pilares de estos nuevos sistemas son los contenedores inteligentes que permiten detectar cuando el contenedor está lleno y necesita ser vaciado, evitando recorridos innecesarios y mejorando la eficiencia de las rutas.

Así mismo el algoritmo de IA para el diseño inteligente de recorridos permite minimizar los tiempos operativos en la vía pública, lo que se traduce en una disminución del consumo de combustibles fósiles y, por ende, una reducción sustancial de emisión de gases de efecto invernadero, en especial CO₂.

La mejora en la gestión de residuos reciclables mediante la clasificación automatizada y el análisis predictivo de volúmenes y tipos de residuos, abre nuevas posibilidades para fortalecer el cambio hacia la economía circular y fomentar prácticas de consumo responsable y sostenibilidad.

La adaptación del personal al uso de inteligencia artificial en la recolección de residuos es un proceso clave para el éxito de estas tecnologías. No se trata sólo de

incorporar sensores o algoritmos, sino de transformar la cultura laboral, capacitar a los trabajadores y redefinir roles tradicionales.

En algunos casos los recolectores pasan a tener un rol más activo en la gestión de datos y en la toma de decisiones operativas, lo que eleva su perfil profesional.

Teniendo la posibilidad de analizar datos históricos de incidentes y accidentes laborales, podemos identificar zonas o turnos con mayor siniestralidad, se genera una capacidad de mejorar en la capacitación del personal según el perfil del trabajador, ajustar protocolos de seguridad y mejorar en la toma de decisiones logísticas en tiempo real.

El conjunto de estos avances nos dan un lineamiento hacia un modelo de gestión y recolección de residuos más seguro, eficiente y ecológicamente sustentable, alineado con otros desafíos contemporáneos de construcción de ciudades inteligentes y resilientes.

Al optimizar el diseño de las rutas de recolección con algoritmos de IA se disminuirían los tiempos de exposición a riesgos en la vía pública y tendrá un impacto ambiental positivo, al disminuir el consumo de combustibles fósiles, reducir las emisiones de CO2 y mejorar la gestión de residuos reciclables.

Finalmente, la propuesta es incorporar al sistema de recolección actual de la ciudad de Rosario, de manera paulatina sensores en los contenedores de residuos, que permitan saber en tiempo real el nivel de residuos y la necesidad de asistencia comparándolo con datos históricos y de esa manera generar rutas de recolección interactivas que permitan modificar los recorridos, evitando realizar tareas innecesarias.



<https://wpd.ugr.es/~smartpoqueira/puesta-en-marcha-de-los-sensores-en-contenedores-de-basura/> Contenedor de residuos con sensor de carga.

Este enfoque suma y refuerza el compromiso con la sostenibilidad ambiental y posiciona a la ciudad de Rosario como un referente en la adopción de tecnologías limpias y responsables.

La implementación de sistemas de inteligencia artificial en la recolección de residuos en la ciudad de Rosario mejoraría significativamente la seguridad laboral de los trabajadores al reducir la exposición a riesgos físicos y ambientales.

La IA no solo hace más eficiente la recolección de residuos, sino que cuida mejor a quienes realizan las tareas.

BIBLIOGRAFÍA

- Plan Metropolitano de Gestión de Residuos Sólidos Urbanos.

Ente de Coordinación Metropolitana Rosario Diagnóstico ejecutivo: Plan Metropolitano de Gestión de Residuos Sólidos Urbanos / dirigido por Ricardo Kingsland. - 1a ed adaptada. - Rosario: ECOM, 2022. Libro digital, PDF Archivo Digital: descarga y online ISBN 978-987-8355-09-2 1. Residuos Sólidos Urbanos. 2. Reciclaje de Residuos. I. Kingsland, Ricardo, dir. II. Título. CDD 363.72

- Municipalidad de Rosario - Gestión de Residuos

<https://datos.rosario.gob.ar/gestion-de-residuos>

<https://www.rosario.gob.ar/inicio/residuos>

- Greenuso. "Impacto de la inteligencia artificial en la reducción de residuos." Blog Greenuso, 23 de agosto de 2024.

- EcoceroResiduo. "Sostenibilidad ilimitada con IA en residuos: una nueva era de sostenibilidad." EcoceroResiduo, 2024.

- Retema. "Tecnología sostenible: inteligencia artificial aplicada a la gestión de los residuos." Retema, 7 de noviembre de 2023.

- <https://waste2energy.es/inteligencia-artificial-en-gestion-de-residuos/>

- UdeA. "Revisión bibliográfica de la aplicación de tecnologías modernas en la gestión de residuos sólidos." Universidad de Antioquia, 2022.

- Sostenibilidad Ambiental. "Inteligencia Artificial en la Gestión de Residuos Urbanos: Optimización de Recolección." Sostenibilidad Ambiental, 25 de enero de 2024.

- <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional>.

- <https://tallerecologista.org.ar/posicionamiento/es-preciso-revitalizar-la-ordenanza-de-basura-cero-en-rosario/>

- Manual de residuos, Dirección de Educación Ambiental Dirección General de Acción climática y calidad ambiental, 2021.

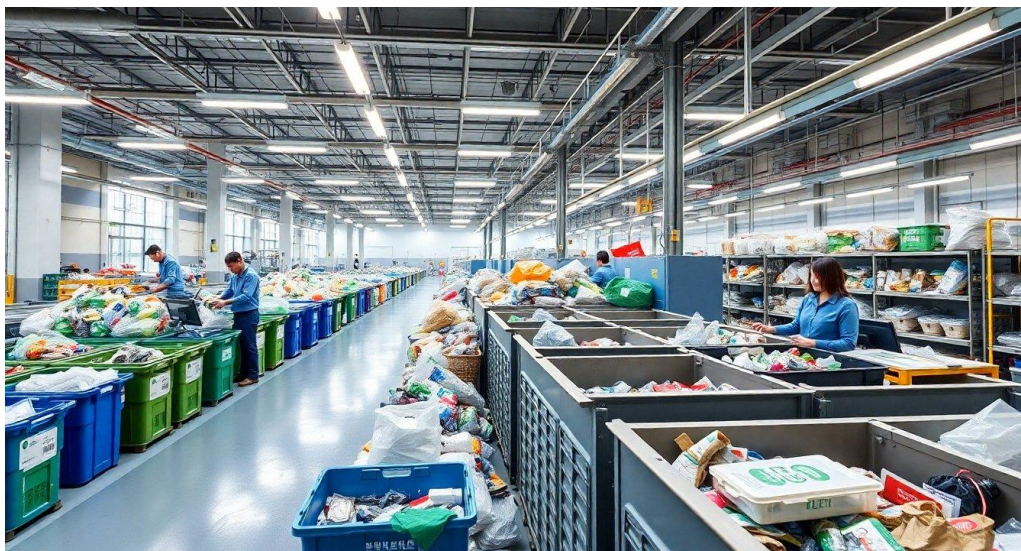
- <https://ajuntament.barcelona.cat>

ANEXO I

<https://conambiental.com/estrategias-efectivas-para-el-reciclaje-en-corea-del-sur/>

Estrategias efectivas para el reciclaje en Corea del Sur

24 de mayo de 2025 por Conciencia Ambiental



El **reciclaje en Corea del Sur** se ha convertido en un modelo a seguir a nivel mundial, implementando **innovadoras políticas** y **tecnologías avanzadas**. En este artículo descubrirás:

- Las normas de **"Food Waste"** y su impacto.
- El uso de **bolsas de reciclaje coreanas**.
- La **tasa de reciclaje en Seúl**.
- Principales **empresas de reciclaje en Corea**.

¿Cómo ha evolucionado el reciclaje en Corea del Sur?

Corea del Sur ha transformado su enfoque hacia el **reciclaje** desde la década de 1990, estableciendo un sistema que no solo promueve la **sostenibilidad ambiental** sino que también fomenta una economía circular robusta. Gracias a **políticas gubernamentales estrictas** y **participación ciudadana**, el país ha alcanzado niveles de reciclaje que muchos otros aún buscan.



Sistema de reciclaje en Corea del Sur
Normativa "Food Waste" y su impacto

La normativa "**Food Waste**" en Corea del Sur es una de las más estrictas del mundo. Implementada para reducir el desperdicio de alimentos, esta regulación exige a los hogares y restaurantes separar los residuos orgánicos de manera rigurosa. **¿Sabías que** esta política ha reducido significativamente la cantidad de basura que termina en vertederos?

Requisitos y cumplimiento

Las leyes requieren el uso de **bolsas biodegradables** para desechos orgánicos, distribuidas de forma gratuita por el gobierno local. Los incumplimientos pueden resultar en multas severas, incentivando así una participación activa y responsable de la ciudadanía.

(Fuente: korea.net)

Innovación en bolsas de reciclaje coreanas

Las **bolsas de reciclaje coreanas** son un componente esencial del sistema de gestión de residuos del país. Estas bolsas están diseñadas para facilitar la separación y recolección de materiales reciclables, reduciendo la confusión y mejorando la eficiencia del proceso.

- **Diseño ecológico:** Hechas de materiales biodegradables que minimizan el impacto ambiental.
- **Tamaños variados:** Adaptadas a diferentes tipos de residuos, desde pequeños contenedores hasta grandes volúmenes.
- **Etiquetas claras:** Facilitan la identificación rápida de los tipos de residuos a reciclar.

Además, el gobierno surcoreano actualiza regularmente las **directrices de uso**, asegurando que las bolsas cumplan con los estándares más altos de sostenibilidad.

La tasa de reciclaje en Seúl: un modelo a seguir

Seúl, la capital de Corea del Sur, lidera con una impresionante **tasa de reciclaje** que supera el 70%. Este logro se debe a una combinación de **infraestructura avanzada** y **compromiso comunitario**.

Estrategias clave

- **Centros de reciclaje accesibles:** Distribuidos estratégicamente por toda la ciudad, facilitan el acceso para todos los habitantes.
- **Monitoreo y reportes:** Uso de tecnología para rastrear y optimizar el flujo de residuos reciclables.
- **Educación y concienciación:** Programas educativos que enseñan a la población sobre prácticas sostenibles.

La colaboración entre el gobierno, empresas y ciudadanos ha creado un ecosistema donde el **reciclaje** es una segunda naturaleza para los residentes de Seúl.

(Fuente: seoul.go.kr)

Empresas coreanas de reciclaje: líderes en innovación

Corea del Sur alberga varias **empresas de reciclaje** que están a la vanguardia de la tecnología y la sostenibilidad. Estas compañías no solo procesan residuos de manera eficiente sino que también desarrollan **nuevas soluciones** para reducir el impacto ambiental.

Principales empresas y sus contribuciones

- **EcoRecycle Korea:** Especializada en el reciclaje de plásticos, ha desarrollado métodos innovadores para transformar desechos en materia prima reutilizable.
- **GreenEnergy Solutions:** Focalizada en el reciclaje de baterías y dispositivos electrónicos, contribuyendo a la reducción de residuos tóxicos.
- **PureWaste Management:** Líder en la gestión de residuos orgánicos, implementando tecnologías de compostaje avanzadas.

Estas empresas no solo mejoran las tasas de reciclaje sino que también generan empleo y promueven una economía verde en Corea del Sur.

Desafíos y oportunidades futuras en el reciclaje surcoreano

A pesar de los logros, Corea del Sur enfrenta desafíos como el aumento de residuos electrónicos y la necesidad de **innovaciones continuas** para mantener las tasas de reciclaje. Sin embargo, estos desafíos también presentan **oportunidades** para avanzar hacia una mayor sostenibilidad.

Innovaciones tecnológicas

El desarrollo de **tecnologías de separación automatizada y inteligencia artificial** promete optimizar aún más el proceso de reciclaje, haciéndolo más eficiente y menos costoso.

Políticas y regulaciones

El gobierno está considerando nuevas **incentivos fiscales** para empresas que invierten en tecnologías verdes, así como **programas de educación** para fomentar una cultura de reciclaje desde temprana edad.

Cómo puedes contribuir al reciclaje en Corea del Sur

Como ciudadano, tu participación es crucial para mantener y mejorar las **tasas de reciclaje** en Corea del Sur. Aquí tienes algunas **estrategias efectivas** que puedes implementar en tu hogar:

- **Como optimizar el reciclaje doméstico en tu hogar:**
Organiza tus residuos en categorías claras y utiliza las bolsas de reciclaje coreanas adecuadamente.
- **Descubre cómo reciclar papel y cartón de forma fácil:**
Asegúrate de que todo el papel y cartón estén limpios y secos antes de reciclarlos.
- **Transforma tu aceite usado: guía de reciclaje efectiva:**
Recolecta y deposita el aceite usado en puntos de recolección especializados.

Adoptar estos hábitos no solo ayuda al medio ambiente sino que también promueve una **comunidad más sostenible**.

ANEXO II

Encuesta al personal

A- Opinión general sobre la IA

¿Qué conocimiento previo tiene sobre el uso de inteligencia artificial en tareas de recolección de residuos?

¿Cree que la implementación de IA podría mejorar la eficiencia del servicio de recolección en su área de trabajo?

¿Considera que la IA ayudaría a reducir la carga física o mental en las tareas diarias?

B- Impacto en la tarea y seguridad laboral

¿En qué aspectos específicos cree que la IA podría facilitar su labor?

¿Piensa que la incorporación de IA contribuiría a disminuir los riesgos de accidentes laborales? ¿Por qué?

¿Le parece que el uso de IA podría generar nuevos tipos de riesgos que sería necesario anticipar?

C- Cambio organizacional y capacitación

¿Estaría dispuesto/a a recibir capacitación para trabajar junto a sistemas basados en IA? ¿Qué tipo de formación considera necesaria?

¿Cree que la introducción de IA debería complementarse con cambios en la organización del trabajo?

D- Confianza y percepción tecnológica

¿Confía en que un sistema basado en IA tomaría decisiones adecuadas en situaciones imprevistas o complejas?

¿Qué preocupaciones tendría sobre el uso de IA en el servicio: pérdida de puestos de trabajo, fallos técnicos, privacidad u otras?

Respuestas

A 1 ¿Qué conocimiento previo tiene sobre el uso de inteligencia artificial en tareas de recolección de residuos?

Conocimientos altos o está interesado	2%
Conocimientos básicos o superficiales	65%
No tiene conocimientos	33%

A 2 ¿Cree que la implementación de IA podría mejorar la eficiencia del servicio de recolección en su área de trabajo?

Si 70%

No 18%

No sabe 12%

A 3 ¿Considera que la IA ayudaría a reducir la carga física o mental en las tareas diarias?

Si 58%

No 30%

No sabe 12%

B 1 ¿En qué aspectos específicos cree que la IA podría facilitar su labor?

Detección de riesgos y optimización de horarios 55%

Reducir tareas repetitivas o riesgosas 30%

Contaminación ambiental 15%

B 2 ¿Piensa que la incorporación de IA contribuiría a disminuir los riesgos de accidentes laborales? ¿Por qué?

Si 60%

No 15%

No sabe 25%

B 3 ¿Le parece que el uso de IA podría generar nuevos tipos de riesgos que sería necesario anticipar?

Si 55%

No 20%

No sabe 25%

C 1 ¿Estaría dispuesto/a a recibir capacitación para trabajar junto a sistemas basados en IA?

Si 75%

No 0

No sabe 25%

C 2 ¿Cree que la introducción de IA debería complementarse con cambios en la organización del trabajo?

Si 62%

No 23%

No sabe 25%

D 1 ¿Confía en que un sistema basado en IA tomaría decisiones adecuadas en situaciones imprevistas o complejas?

Si 58%

No 30%

No sabe 12%

D 2 ¿Qué preocupaciones tendría sobre el uso de IA en el servicio?

Pérdida de puestos de trabajo 80%

Fallos técnicos 16%

Privacidad u otras 4%