

MODELO DE OPTIMIZACIÓN DE LA RECOLECCIÓN DE RESIDUOS EN PINAMAR

Hacia una gestión más
eficiente y sostenible

RESUMEN EJECUTIVO

El Centro de Investigaciones Sociales de UADE presenta un modelo para optimizar las rutas de recolección de residuos en Pinamar.

- **Utiliza herramientas de lectura de datos e inteligencia artificial** para identificar dónde se acumula la basura y adaptar los recorridos en tiempo real.
- **Pinamar enfrenta importantes desafíos en la gestión de residuos.** Esto se debe a que la cantidad de basura generada varía mucho entre las distintas zonas de la ciudad, así como entre los períodos de mayor actividad turística y el resto del año.
- Aunque la actual gestión cuenta con métodos para adaptarse a los cambios en la generación de desechos, **la falta de información sistematizada actualmente no permite la planificación a largo plazo.**
- **Los camiones siguen circuitos fijos que no se ajustan a las dinámicas cambiantes de la ciudad.** Esto genera trayectos poco eficientes, contenedores saturados y mayores costos operativos.
- **Para que el modelo aquí propuesto sea implementado correctamente, es importante establecer mecanismos de actualización y revisión de datos.** También se debe promover la articulación con otros sectores (turismo, infraestructura, atención ciudadana, entre otras) que puedan aportar información relevante para la planificación de rutas.
- **El modelo puede adaptarse y replicarse en otros municipios,** siempre y cuando se consideren las particularidades de cada territorio y de sus dinámicas poblacionales.
- **El trabajo demuestra que es posible incorporar herramientas de gestión inteligente en servicios urbanos** sin necesidad de grandes inversiones iniciales en tecnología.

PRESENTACIÓN

La ciudad de Pinamar, con su entramado urbano desigual y sus marcados aumentos en la población que provoca el turismo en verano, enfrenta importantes desafíos en la gestión de residuos sólidos. En particular, la recolección presenta desafíos operativos propios de una ciudad turística, donde los recorridos podrían optimizarse para responder de manera más eficiente a las variaciones territoriales y estacionales de la demanda.

Más allá de los desafíos propios de un destino costero y turístico, **la disponibilidad limitada de información territorial y operativa dificulta una planificación más precisa del servicio.** Al no contar con un registro sistemático de datos, se dificulta la identificación de patrones en la acumulación de residuos y el diseño de circuitos de recolección cada vez más eficientes.

Frente a este escenario, **el informe propone mejorar la gestión de residuos mediante el uso de datos e inteligencia artificial.** Para ello, desarrolla un modelo de análisis y toma de decisiones que permite identificar zonas críticas y definir rutas de recolección más eficientes según las necesidades de cada sector de la ciudad.

Lejos de ser una solución definitiva, **el modelo debe entenderse como una herramienta de planificación, que permite prever los problemas en lugar de reaccionar a ellos una vez que aparecen.** De esta forma, se sentarían las bases para avanzar hacia sistemas de gestión de residuos más integrales y sostenibles.

EL INFORME

Introducción

La gestión de residuos urbanos es un servicio esencial de los gobiernos locales, ya que impacta de manera directa en la salud pública, la calidad ambiental y el funcionamiento cotidiano de la ciudad. Una administración eficiente y sostenible involucra mucho más que recolectar basura: existe todo un entramado de decisiones territoriales, técnicas, institucionales y económicas a considerar antes de diseñar una estrategia integral y efectiva.

Este informe aborda la gestión de residuos sólidos urbanos en Pinamar. Allí, la actividad turística en verano y en los fines de semana largos genera desafíos particulares: la llegada masiva de visitantes, además de aumentar significativamente la generación de desechos, modifica dónde y a qué ritmo se acumulan. En ese contexto, un sistema de recolección en el que los camiones repiten cada día el mismo recorrido resulta poco adaptable a las necesidades de la ciudad.

Pinamar exige una gestión precisa y flexible. Sin embargo, los organismos locales no cuentan con sistemas que registren y analicen información territorial sobre generación de residuos, infraestructura vial, densidad poblacional y otros factores relevantes. Esto limita la capacidad para detectar sectores críticos, anticipar problemas y planificar alternativas más eficientes. En consecuencia, se identifican oportunidades de mejora vinculadas con recorridos redundantes, contenedores con niveles elevados de ocupación y mayores costos operativos.

Este trabajo desarrolla un modelo aplicado de optimización de rutas para la recolección de residuos urbanos en Pinamar, basado en inteligencia artificial, análisis de datos y lectura territorial. El objetivo es contribuir a una gestión de residuos más eficiente, adaptable y sostenible en función de las particularidades del municipio.

Los resultados obtenidos deben entenderse como una aproximación inicial, orientada a sentar las bases para cuando el modelo sea efectivamente implementado. El informe busca orientar futuras decisiones municipales. En una ciudad como Pinamar, la calidad del espacio público es fundamental para la vida cotidiana y la actividad turística. Por lo tanto, fortalecer la gestión de residuos constituye una tarea estratégica central para el gobierno local.

Tendencias globales en la gestión de residuos

Antes de indagar en las particularidades del Partido de Pinamar, corresponde revisar las tendencias globales en gestión de residuos. El objetivo de esta sección es situar el informe dentro de una agenda más amplia que vela por la optimización y la sostenibilidad de los servicios urbanos.

A nivel internacional, organismos como el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente promueven enfoques de gestión integral de residuos. Esto significa pensar todo el proceso de manera articulada, desde el momento en que los desechos se generan hasta cuando se reciclan o eliminan. Una buena gestión ya no solo se ocupa de retirar la basura de la vía pública: se debe intervenir sobre el ciclo completo para lograr un sistema eficiente y sostenible.

En este escenario, una tendencia particularmente aplicable al caso de Pinamar es la digitalización de la gestión urbana. En el ámbito específico de la recolección de residuos, consiste en incorporar herramientas tecnológicas de monitoreo en tiempo real. A través de sensores, GPS en los camiones y plataformas de gestión, es posible relevar datos como el nivel de llenado de contenedores, la frecuencia de uso y los puntos críticos de saturación. La información recopilada permitiría priorizar sectores, adaptarse a eventualidades y reducir desplazamientos innecesarios.

La experiencia internacional también demuestra que estas reformas deben implementarse de manera gradual, para evitar soluciones demasiado costosas o poco sostenibles en el tiempo. En una primera etapa, el municipio puede ordenar y sistematizar información básica sobre recorridos, frecuencias, sectores de mayor generación de basura y niveles de ocupación turística. Luego, esa información puede usarse para ajustar los recorridos y mejorar el servicio según la demanda de cada zona. Finalmente, en una fase posterior, podrían considerarse tecnologías de monitoreo más específicas, como sensores en contenedores y sistemas de alerta que se activen cuando están saturados.

De todos modos, la implementación de estas tecnologías debe evaluarse de acuerdo con la escala del municipio, la infraestructura disponible y la capacidad de las instituciones locales para sostener estos procesos. En este sentido, más que copiar modelos complejos o costosos, lo más importante para Pinamar es adoptar una nueva lógica de gestión: tomar decisiones basadas en información concreta y avanzar así hacia un sistema más flexible y eficiente.

Administración de residuos en Argentina

Una vez revisadas las tendencias internacionales y la posible aplicación en Pinamar, resulta pertinente contraponerlas al estado actual de la gestión de residuos en Argentina. Esto permite identificar tanto las limitaciones del sistema nacional como las oportunidades de mejora aplicables a nivel municipal.

En Argentina ha habido importantes desarrollos conceptuales en lo que refiere a la gestión de residuos, aunque su aplicación práctica sigue siendo limitada. La legislación nacional –a saber, lo que establece la Ley N.º 25.916– está alineada con las tendencias internacionales y plantea la importancia de un sistema de recolección eficiente y sustentable. Sin embargo, las diferencias entre regiones y municipios generan grandes desigualdades en la calidad del servicio. En otras palabras, ciertas problemáticas estructurales impiden el avance hacia sistemas de gestión integrales y sostenibles. Las mismas se exponen a continuación:

Uno de los principales problemas es que muchos municipios pequeños e intermedios operan siempre desde la urgencia. Destinan gran parte de sus recursos y esfuerzos solo en garantizar que la basura sea retirada de la vía pública. La existencia de basurales a cielo abierto refleja las dificultades que tienen los gobiernos locales para sostener el funcionamiento más básico del sistema. En un contexto así, resulta muy difícil planificar estrategias de gestión más modernas y sostenibles.

Otra limitación frecuente es la falta de información confiable para la toma de decisiones. En muchos municipios no se hacen registros sobre los recorridos de los camiones, la acumulación de basura o las diferencias entre zonas. Sin datos claros, es imposible detectar problemas, comparar alternativas o introducir mejoras concretas. Como resultado, la gestión tiende a apoyarse en rutinas rígidas y respuestas improvisadas.

También debe señalarse que la gestión de residuos suele estar poco vinculada con otras políticas urbanas. En muchas ciudades argentinas, el sistema de residuos continúa funcionando como un servicio aislado, poco integrado en el planeamiento urbano, la política ambiental, la movilidad, la infraestructura o las estrategias de desarrollo local. Esta desconexión limita la posibilidad de diseñar soluciones más adaptadas al territorio y a las dinámicas que influyen en la generación de residuos.

Todas estas problemáticas se intensifican en municipios turísticos como Pinamar, donde la temporada alta genera picos de demanda sobre sistemas que muchas veces no están preparados para responder. En estos casos, la falta de información territorial y de herramientas para planificar limita la capacidad de anticiparse, reorganizar los recorridos y distribuir los recursos de manera eficiente.

El caso de Pinamar

El objetivo de esta sección es describir las características territoriales, urbanas, estacionales y operativas del Partido de Pinamar que influyen en la organización del sistema de recolección de residuos.

Caracterización territorial y estacional del partido

El crecimiento de Pinamar estuvo siempre vinculado a la actividad turística, especialmente al turismo de sol y playa. La ciudad se expandió sobre un territorio con ecosistemas frágiles, con médanos, bosques y áreas costeras. Se generó así una tensión histórica entre el crecimiento urbano y la preservación del paisaje natural. Como resultado, en el territorio conviven áreas residenciales consolidadas, sectores de baja ocupación, centros turísticos y otras zonas con distintos niveles de densidad poblacional. Todo esto vuelve mucho más compleja la organización de los servicios urbanos.

Otro rasgo importante de Pinamar es su marcada estacionalidad. Aunque existe una población estable durante todo el año, en verano la llegada de turistas multiplica la cantidad de personas en el distrito. Lo mismo ocurre, en menor escala, durante los fines de semana largos y otros períodos vacacionales. Pero el impacto de la estacionalidad no es uniforme sobre todo el territorio: las áreas centrales, comerciales y costeras intensifican mucho más su actividad que otros sectores. Esta diferencia es clave al momento de planificar estrategias eficientes de gestión de residuos.

Sistema actual de gestión de residuos

Actualmente, la recolección de residuos en el Partido de Pinamar está concesionada a la empresa Santa Elena, que se encarga de la recolección domiciliaria y del mantenimiento y lavado de contenedores. Sin embargo, la empresa no realiza tareas de separación de residuos ni tratamiento de materiales reciclables, funciones que quedan bajo responsabilidad del municipio y de distintas organizaciones comunitarias. En consecuencia, el modelo actual está fragmentado y no permite consolidar estrategias de gestión integral.

Más allá de la estructura del modelo, la gestión de residuos en Pinamar presenta grandes limitaciones en materia de información y planificación. La falta de datos sistematizados sobre la generación de basura impide que se diseñen políticas públicas

basadas en evidencia concreta. Buena parte de la gestión continúa apoyándose en criterios operativos tradicionales que no se adaptan a la demanda real del territorio.

Durante la temporada alta, el sistema incorpora más camiones recolectores para responder al aumento de residuos, que se da especialmente en hoteles, restaurantes y balnearios. No obstante, esto muchas veces no alcanza para adaptarse a los cambios en la densidad poblacional. Como se señaló en la introducción, las falencias derivan en recorridos poco eficientes, acumulación de residuos en sectores críticos y mayores costos operativos.

Diagnóstico preliminar

En síntesis, Pinamar presenta un escenario relevante para el análisis de la gestión de residuos urbanos. Esto se debe a la combinación de tres factores: un territorio desigual, una fuerte estacionalidad turística y un sistema de recolección que, aunque mantiene la cobertura general del servicio, tiene dificultades para adaptarse de manera eficiente. Respecto de este último punto, la falta de información territorial y operativa aparece como posible explicación de las fallas que presenta el sistema en determinados sectores y momentos de alta demanda.

El diagnóstico preliminar permite identificar una vacancia concreta y, al mismo tiempo, una oportunidad de intervención: la necesidad de incorporar herramientas que permitan conocer mejor el territorio, ordenar la información disponible y optimizar la recolección de basura mediante recorridos más eficientes.

Más allá de los desafíos operativos y de planificación, la gestión de residuos adquiere una relevancia estratégica para la preservación ambiental del partido. En este sentido, investigaciones recientes realizadas por el Instituto de Tecnología de UADE identificaron la presencia de macro y microplásticos en playas de Pinamar, evidenciando que la contaminación por residuos plásticos constituye una problemática concreta para los ecosistemas costeros. Estos hallazgos refuerzan la necesidad de fortalecer las estrategias de prevención, gestión y disposición de residuos, con el objetivo de proteger la calidad ambiental y la sustentabilidad del destino.

Modelo de optimización de rutas

El modelo de optimización de rutas desarrollado para Pinamar busca mejorar la recolección de residuos a partir del uso de información territorial, operativa y estacional. Su objetivo es adaptar los recorridos de los camiones según las necesidades reales de cada zona en distintos momentos del año.

Para ello, el sistema reúne datos provenientes de distintas fuentes, como documentación municipal, información de la empresa prestataria, relevamientos realizados en el área piloto y registros vinculados al turismo y a las variaciones poblacionales del partido. La base de datos incluye información sobre las características del territorio, la generación de residuos, el funcionamiento del servicio y los cambios de demanda entre temporada alta y baja.

A partir de esta información, el modelo identifica patrones y detecta sectores donde la demanda de recolección es más intensa. Las áreas costeras, comerciales y turísticas suelen presentar mayores niveles de generación de residuos, especialmente durante el verano. En cambio, algunos sectores residenciales muestran problemas vinculados a la accesibilidad y a la extensión de los recorridos. Además, el sistema también considera las diferencias entre momentos de alta y baja actividad turística. Durante los períodos de menor demanda, los recorridos pueden mantenerse más estables. En temporada alta, en cambio, el modelo prevé refuerzos y ajustes en las zonas con mayor circulación de personas.

Para organizar los recorridos, el territorio se representa como una red de puntos conectados entre sí. El sistema calcula distancias, tiempos de traslado y demanda estimada en cada sector para definir circuitos más eficientes. Entre las variables consideradas se encuentran la ubicación de los puntos de recolección, la cantidad de residuos generados, la disponibilidad de camiones y las características de cada jornada de trabajo.

Con esta información, el modelo propone recorridos que buscan reducir tiempos de viaje, mejorar la cobertura del servicio y optimizar el uso de recursos. Además, incorpora herramientas cartográficas que permiten visualizar los resultados de manera clara y facilitar la toma de decisiones.

En paralelo, se desarrolló una plataforma digital llamada Pinamar SmartCity, orientada a mostrar los resultados del modelo y facilitar su aplicación dentro de la gestión municipal.

Parámetros de Simulación

TIPO DE DÍA
Días de semana x1.0

OCUPACIÓN HOTELERA **95%**

CAMIONES ACTIVOS **3 camiones**

VENTANA DE TURNO **8h**

21.8% Ahorro estimado

5/5 Paradas activas

Figura 1. Variables de entrada utilizadas en el entorno de simulación del modelo.

Detalle de Recorrido

Flota Asignada **T-101, T-102, T-103**

Tiempo Estimado **1h 10m**

Kilometraje Opt. **21.9 km (-21.8%)**

NODOS EN SECUENCIA

- Depósito Base →
- CP-008 (Norte) →
- CP-001 (Centro) →
- CP-004 (Ostende) →
- CP-012 (Valeria) →
- CP-020 (Cariló) →
- Retorno por Ruta T1

Emitir Orden Logística

Figura 2. Secuencia operativa de nodos generada por el modelo de optimización.

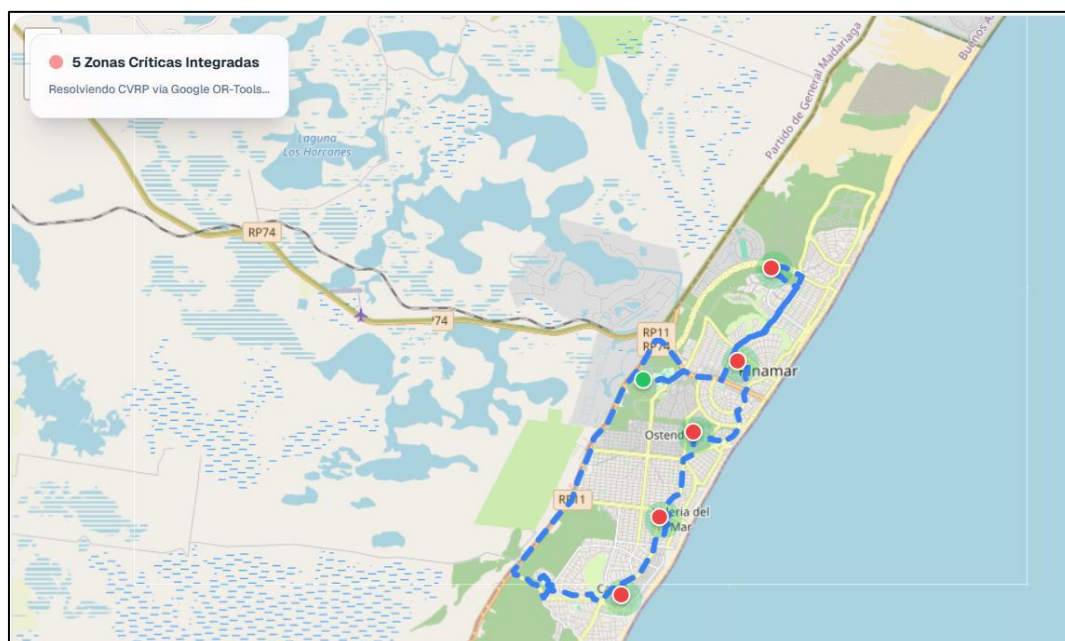


Figura 3. Integración de puntos de recolección y sectores críticos en base cartográfica.

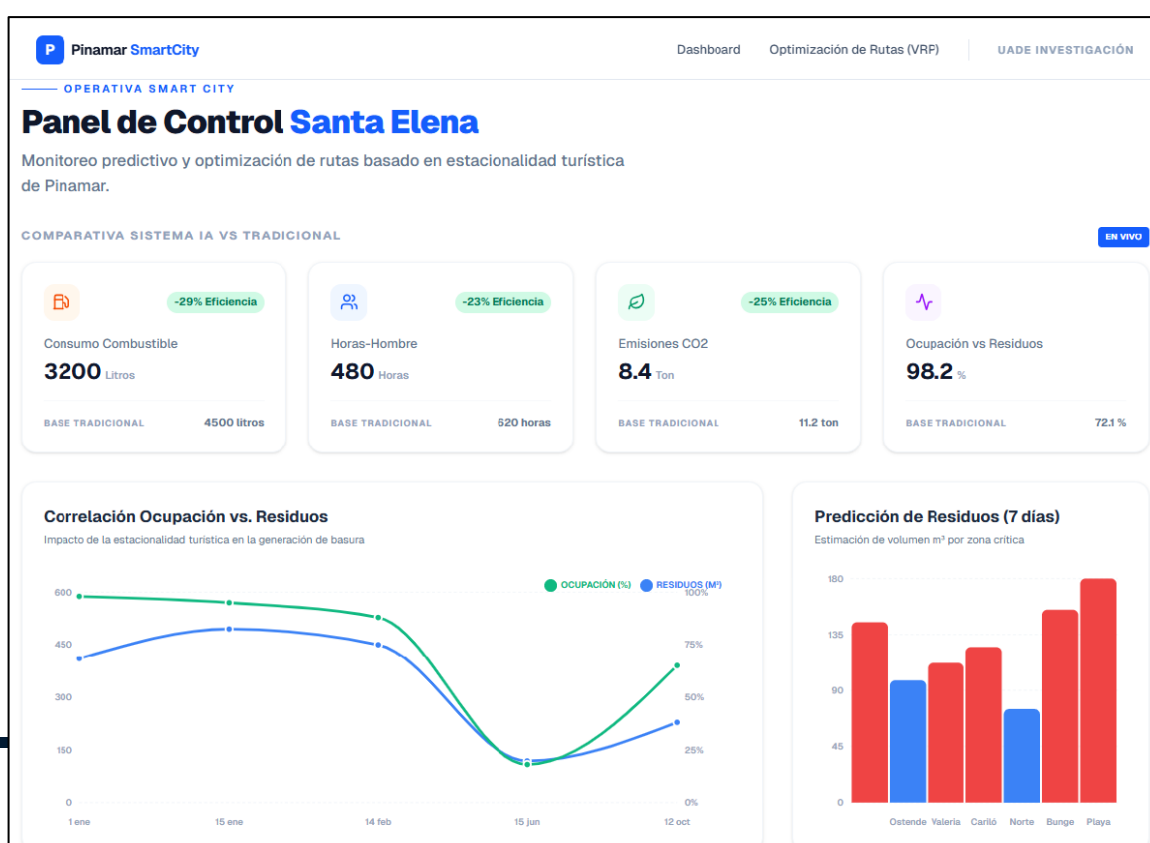


Figura 4. Entorno digital desarrollado para la visualización y el uso cotidiano.

Recomendaciones para la implementación

Para que el modelo pueda implementarse de manera efectiva, es necesario coordinar decisiones en distintos niveles. En lo operativo, la empresa prestataria debe utilizar las rutas optimizadas como base para planificar el servicio en cada temporada, manteniendo un margen para realizar ajustes ante situaciones imprevistas, como problemas climáticos o cortes de calles. En el ámbito institucional, el Municipio de Pinamar debe establecer nuevos requisitos de seguimiento y control del servicio; entre ellos, la obligación de reportar datos operativos periódicamente para construir una base de información estable y útil para la toma de decisiones. Por último, en el plano académico, UADE podría asumir un rol clave elaborando guías metodológicas, actividades de extensión o instancias de acompañamiento técnico que permitan sostener el desarrollo del modelo más allá de su implementación inicial.

También resulta fundamental avanzar de manera gradual para evitar soluciones demasiado costosas o difíciles de sostener. En el corto plazo, el modelo puede funcionar solo con herramientas simples y de bajo costo, siempre que exista una rutina clara de carga, revisión y utilización de datos. Más adelante, la consolidación del modelo requerirá incorporar tecnologías más sofisticadas –por ejemplo, sensores en contenedores de sectores críticos– y sistemas de información más robustos.

Entre otras recomendaciones, conviene establecer desde el inicio un esquema periódico –semanal, mensual o estacional– de actualización y revisión de datos. Además, el modelo puede fortalecerse si existe una articulación con distintas áreas municipales. La recolección de residuos no funciona de manera aislada: está vinculada al turismo, el ambiente, la infraestructura, la movilidad, el espacio público y la atención ciudadana. Todas esas áreas pueden aportar información útil para mejorar la planificación del servicio.

La expansión del modelo a otros sectores del Partido de Pinamar constituye la segunda fase natural del proyecto. Ahora bien, localidades como Ostende, Valeria del Mar, Cariló y Mar de Ostende presentan características urbanas, territoriales y estacionales diferentes. Por lo tanto, la implementación deberá ser progresiva y adaptada a cada contexto.

La problemática de la gestión de residuos en contextos de alta variabilidad estacional no es exclusiva de Pinamar. Muchos destinos turísticos intermedios del país enfrentan desafíos similares. En este marco, el verdadero aporte de esta investigación no radica solo en el desarrollo de un modelo replicable, sino en demostrar que es posible incorporar criterios de gestión inteligente en servicios urbanos sin necesidad de realizar grandes inversiones

iniciales en tecnología.

Consideraciones finales

La investigación permite comprobar que la gestión de residuos en el Partido de Pinamar está fuertemente atravesada por dos factores: la heterogeneidad del territorio y la fuerte estacionalidad turística. Si bien el sistema actual posee capacidad de respuesta al aumento de demanda en temporada alta, todavía no cuenta con una base sólida de información que permita medir con precisión las necesidades del servicio y planificar recorridos más eficientes.

Este trabajo también muestra que incorporar herramientas de inteligencia artificial y análisis de datos puede contribuir en la gestión urbana de residuos. El modelo de optimización de rutas puede funcionar como una herramienta de apoyo que adapte mejor los recorridos a los cambios estacionales y a las distintas dinámicas del territorio. Cabe advertir que no se obtendrán los resultados esperados si no se sistematiza el registro de datos operativos y territoriales, así como tampoco podrá aprovecharse plenamente el potencial del modelo si la toma de decisiones continúa fragmentada entre las distintas áreas que inciden en la generación y administración de residuos.

A modo de cierre, la optimización de rutas se presenta como una puerta de entrada hacia formas más inteligentes de gestionar los servicios urbanos. La inteligencia artificial, el análisis de datos y las tecnologías de optimización pueden convertirse en incorporaciones valiosas para la gestión pública local, siempre que se adapten a las particularidades del territorio. A partir de este modelo, el Partido de Pinamar tiene la oportunidad de avanzar hacia un sistema de gestión de residuos más eficiente, sostenible y preparado para responder a los desafíos propios de una ciudad turística.

Centro de Investigaciones Sociales, UADE

Acceda a nuestros otros informes de investigación:

<https://www.uade.edu.ar/sites/investigacion/>

FICHA TÉCNICA

Objetivo: desarrollar un modelo aplicado de optimización de rutas para la recolección de residuos urbanos en el Partido de Pinamar, basado en inteligencia artificial, análisis de datos y lectura territorial.

Metodología: revisión documental, análisis territorial, relevamiento operativo, sistematización de información y construcción de un modelo aplicado de optimización.

Fecha: mayo de 2026

Responsable de la investigación: Jesica Meilán, docente e investigadora de la carrera de Arquitectura, UADE, Sede Costa Argentina

Participante: Nicolás Borda

Centro de Investigaciones Sociales

Daniel Sinopoli

Nicolás Kohan

Vocero: a designar

UADE