

## 01 Introducción

El manejo adecuado de los residuos sólidos es fundamental para la sostenibilidad ambiental y la salud pública. Con el aumento de la población y el crecimiento económico, Costa Rica enfrenta el reto de gestionar de manera eficiente la creciente cantidad de residuos. Las herramientas tecnológicas, como los sistemas predictivos basados en inteligencia artificial, pueden proporcionar soluciones efectivas para anticipar la cantidad de residuos generados y optimizar los recursos disponibles. Este resumen presenta un sistema diseñado para predecir la generación de residuos y apoyar a los responsables de su gestión en la planificación proactiva, promoviendo además su integración en un modelo de economía circular.

## 02 Problema

Costa Rica experimenta un crecimiento continuo en la generación de residuos, lo que plantea desafíos a las entidades gubernamentales encargadas de la gestión de residuos y a los gestores de residuos. La falta de herramientas predictivas precisas ha dificultado la planificación eficiente, lo que resulta en una asignación insuficiente de recursos, saturación de los sistemas de gestión de residuos, y posibles impactos negativos en el medio ambiente.

## 03 Análisis

La generación de residuos está influenciada por múltiples factores, entre ellos, el crecimiento poblacional, las actividades económicas, el tipo de vivienda, y factores socioeconómicos. En un estudio detallado de datos históricos de los últimos 14 años, se observa una tendencia de aumento en la cantidad de residuos sólidos, con variaciones significativas entre provincias y tipos de residuos (orgánicos, plásticos, vidrio, entre otros). La falta de integración entre los datos de generación de residuos y la capacidad de los gestores ha creado una brecha significativa entre la oferta y la demanda en la gestión de residuos, dificultando su plena incorporación en un modelo de economía circular.

## 04 Solución del Problema

Para abordar este desafío, se propone un **Sistema Inteligente de Clasificación de Residuos (SICR)**, basado en técnicas de Machine Learning, que anticipa la cantidad de residuos por provincia, cantón y tipo de residuo para el año 2024, 2025 y 2026. El sistema utiliza el modelo de Regresión Polinómica, alimentado con datos históricos de residuos, datos demográficos y factores socioeconómicos. Las predicciones generadas permiten a los responsables tomar decisiones informadas sobre la asignación de recursos y ajustar la capacidad de los gestores de residuos según las necesidades proyectadas. Además, el sistema cuenta con un dashboard interactivo que facilita la visualización de lo históricos, las predicciones y la comparación con la capacidad actual de los gestores.

## 05 Resultados Obtenidos

En resumen, el estudio ha identificado la necesidad de fortalecer la gestión de residuos en Costa Rica, especialmente en zonas urbanas y áreas con alta actividad industrial. Se propone un plan de acción basado en la economía circular y la expansión de los gestores de residuos, con el objetivo de reducir significativamente la generación de residuos y promover un futuro más sostenible.

## 06 Conclusión

**SICR** ofrece una solución integral para anticipar la cantidad de residuos que se generarán en Costa Rica y asegurar que los gestores de residuos tengan la capacidad para manejar dichos volúmenes de manera eficiente y que se planifique reintegrarse en la cadena productiva. Al ofrecer predicciones precisas y desglosadas por provincia, cantón, tipo de residuo, y capacidad de los gestores disponibles, el sistema optimiza la planificación estratégica, previene la saturación en los sistemas de gestión y fomenta una gestión más sostenible de los residuos. Además, apoya la reintegración de los desechos en modelos de economía circular, contribuyendo a un enfoque más eficiente y responsable en su manejo.

Palabras Clave: Predicción de generación de residuos, machine learning, optimización de recursos, gestión de residuos, economía circular, análisis predictivo, Costa Rica, Regresión Polinómica.