



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY



Análisis de la Gestión de Residuos de Obras Civiles

Aplicación a una empresa constructora
uruguaya

Carmela González Rodríguez

María Celina O'Neill Maisonnave

Proyecto de Grado presentado a la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la
República en cumplimiento parcial de los requerimientos para la obtención del
título de Ingeniero de Producción

Tutor

Pedro Piñeyro

Montevideo, Uruguay

Julio de 2024

Agradecimientos

En primer lugar, nos gustaría expresar nuestro agradecimiento a Pedro Piñeyro quien fue nuestro tutor y nos acompañó a lo largo de este proceso. Su apoyo fue esencial para poder llevar adelante este proyecto, a través de su conocimiento, experiencia e interés nos guió magníficamente.

Por otro lado, queremos agradecerle a la empresa constructora CEAOSA que nos abrió sus puertas y aportó valiosa información relacionada al caso de estudio. Un especial agradecimiento a Gonzalo García y Federico Río, que nos brindaron su tiempo y estuvieron disponibles para evacuar nuestras dudas, proporcionar datos y contribuir con su experiencia ayudando a lograr los resultados de este trabajo. También a las integrantes de ReAcción, particularmente a Mariana Robano, Magalí González y Valeria Ríos, por la información brindada y por ayudarnos a comprender esta temática y conocer algunas de las posibles acciones a seguir.

Finalmente, expresar un profundo agradecimiento a nuestras familias y amigos, por todo el apoyo brindado a lo largo de esta etapa.

Resumen

La gestión de residuos de obras civiles es esencial para el desarrollo sostenible del sector de la construcción. Esta necesidad surge como respuesta a los impactos ambientales negativos causados por la creciente generación de residuos, consecuencia de un modelo lineal de construcción en el que la mayoría de los desechos son enviados a disposición final. En Uruguay, hay un creciente interés en una gestión más formal de estos residuos, respaldado por iniciativas tanto gubernamentales como del sector privado.

En este informe se presenta el trabajo realizado para abordar el problema de la gestión de residuos de obras civiles. Con este fin, se llevó a cabo una revisión sistemática de la literatura sobre los desafíos y tendencias en la gestión de estos residuos. Posteriormente, se tomó como caso de estudio una empresa constructora uruguaya con el fin de aplicar mejoras en la gestión de residuos generados en diferentes obras. Basado en la realidad de la empresa, se desarrolló un modelo matemático con el objetivo de alcanzar una planificación de la gestión de residuos que minimice los costos asociados —costos de transporte, costos de recepción y costos de almacenamiento en obra—. Este considera distintas obras, las alternativas de disposición y valorización para cada fracción de residuos generada y las particularidades específicas del caso.

El modelo se resolvió utilizando el software CPLEX, obteniendo una solución óptima que incluye el plan de gestión de residuos para el año 2023, abarcando ocho obras activas durante ese periodo de planificación. Si bien la estrategia de gestión se enfoca en la minimización de costos, se lograron altos porcentajes de valorización para la mayoría de las fracciones generadas.

A partir de la solución obtenida, se realizaron análisis de sensibilidad para observar cómo varía la solución frente a posibles escenarios. Se constató que establecer metas de valorización y reducir la cantidad de basura generada contribuye a disminuir los residuos destinados a disposición final. Además, medidas como el aumento de los costos de disposición final y el incremento de la capacidad de reutilización de residuos, pueden contribuir a aumentar los porcentajes de valorización. No obstante, se destaca la necesidad de tomar acciones previas a la gestión que minimicen la generación de residuos desde el inicio.

Finalmente, se analizan posibles mejoras en el modelo para mejorar los resultados obtenidos. Entre otras, se sugiere incluir el ruteo de los fletes necesarios para gestionar los residuos, implementando una gestión de viajes que minimice sus emisiones.

Palabras clave: Gestión de Residuos de Obras Civiles, Planificación, Valorización de Residuos, Programación Matemática, Optimización.