



Universidad de la República -Facultad de Ingeniería  
Proyecto de grado Ingeniería de Producción

# Recuperación de productos usados y responsabilidad extendida del fabricante

Aplicación de modelo de cadena de suministro cerrada a una empresa  
uruguaya de maquinaria y repuestos

Autores:

Milagros Marizcurrena

Victoria Morás

Guillermo Ulery

Tutores:

Pedro Piñeyro

Daniel Rossit

Montevideo, Uruguay

Julio 2022

## Resumen ejecutivo

En la actualidad la recuperación de productos usados se ha vuelto una temática cada vez más popular tanto en Uruguay como para el resto del mundo, y el interés global comenzó a crecer al identificar el potencial económico, tanto en el aumento de ganancias como en la reducción de costos, siendo vista como una alternativa económicamente viable para el desarrollo sustentable de la industria. Uno de los posibles métodos de recuperación es la remanufactura, la cual está tomando un rol cada vez mayor dentro del ámbito gubernamental, del académico y dentro de la industria. Este fenómeno surge como respuesta al modelo tradicional de producción y al consumo masivo, en el que los bienes se producen a partir de materias primas, son utilizados y al terminar su vida útil terminan siendo desechados.

El proyecto se centra en la problemática de la recuperación de productos usados y la responsabilidad extendida del fabricante. Para poder llevar a cabo su elaboración, se estudió tanto el marco normativo y legal nacional como el internacional para poder comprender en qué se encuentra el tema hoy en día. Posteriormente se tomó como caso de estudio una empresa uruguaya, la cual importa maquinaria, ofrece servicios de taller y vende repuestos, para tres sectores diferentes: agrícola, construcción y forestal. El objetivo del estudio es el de examinar la viabilidad económica de la recuperación de repuestos, teniendo en cuenta la responsabilidad extendida del fabricante y las consideraciones ambientales correspondientes. Para ello se realizó un relevamiento y análisis de datos, a partir de lo cual se ideó un proyecto de cadena de suministro cerrada y se realizó un modelo matemático de planificación de producción con opciones de remanufactura. Posteriormente, se estudiaron las distintas opciones de remanufactura de los repuestos elegidos y se tomaron en cuenta ciertas consideraciones, para luego poder analizar las soluciones brindadas por el modelo en tres escenarios base. De dichas ejecuciones del modelo se desprende que la opción de remanufactura significa no solo una mejora en cuanto a lo ambiental, sino que también trae aparejados beneficios económicos para la empresa en los escenarios estudiados.

Se realizó además un análisis de sensibilidad, en el cual se estudió el comportamiento del modelo al variar ciertos parámetros de interés del problema. Al analizar las soluciones se pudieron ver los beneficios económicos que brinda la remanufactura, siendo estos aún más acentuados que para los casos base estudiados. Asimismo, se puede concluir que para poder mejorar los resultados industriales mediante este proyecto es fundamental que la empresa ponga en práctica su proyecto de recuperación y remanufactura de repuestos críticos, incentive el buen uso y mantenimiento de los mismos, así como también promueva la devolución de los productos al final de su vida útil.

**Palabras claves:** Remanufactura, Planificación de Producción, Responsabilidad Extendida del Fabricante, Optimización, Cilindros hidráulicos, Programación Lineal Entera Mixta.