



UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA METALÚRGICA



# **Análisis del Potencial del Gas Natural Licuado para Reducir el Impacto Ambiental y Mejorar la Eficiencia en la Industria Minera**

POR

**Diego Eduardo Canullan Fuentes**

Memoria de Título presentada a la Facultad de Ingeniería de la Universidad de  
Concepción para optar al título profesional de Ingeniero(a) Civil de Minas

**Profesor Patrocinante**

Asieh Hekmat

Octubre 2023

Concepción (Chile)

© 2023 Diego Eduardo Canullan Fuentes

## Resumen

Se destaca la creciente preocupación por la sostenibilidad y la reducción del impacto ambiental en la industria minera, impulsando la búsqueda de prácticas más sustentables. Se menciona que el uso intensivo del diésel en la minería requiere explorar alternativas más sostenibles y menos contaminantes.

El estudio se enfoca en proporcionar un análisis riguroso y fundamentado que contribuya a la comprensión de las implicancias de adoptar GNL como opción viable. El estudio brindará una visión integral de los beneficios potenciales y los desafíos asociados con esta transición, permitiendo así una toma de decisiones informada y respaldada por evidencia en la búsqueda de una minería más sustentable y responsable.

En el desarrollo de este estudio, se empleó el software de simulación Arena para diseñar un modelo de simulación que incluyera los parámetros específicos de la mina establecidos para el análisis. Se reconoce la importancia fundamental de definir adecuadamente los parámetros de la mina en el modelo de simulación. Entre estos parámetros se encuentran las rutas de camiones, los tiempos operacionales y las velocidades, los cuales desempeñan un papel crucial en el resultado del análisis.

Con el objetivo de analizar el uso de combustible diésel y gas natural licuado en las operaciones de los camiones mineros, se han definido cinco escenarios específicos. Estos escenarios están diseñados para analizar y comprender cómo cada opción de combustible afecta el rendimiento de los camiones. Los escenarios son los siguientes: Operación al 100% con combustible diésel, operación al 75% con combustible diésel y 25% con gas natural licuado, operación al 50% con combustible diésel y 50% con gas natural licuado, operación al 25% con combustible diésel y 75% con gas natural licuado y operación al 100% con gas natural licuado.

Los resultados muestran una relación directa entre el nivel de consumo y las emisiones de CO<sub>2</sub>, con reducciones significativas al utilizar GNL con bajo consumo. Además, se determina que las variaciones en el tiempo de carga tienen un impacto mínimo en el consumo de combustible, aunque se evidencia una disminución al utilizar ambos tipos de combustible simultáneamente debido al mayor tiempo de carga. En términos de productividad, se concluye que el tiempo de carga y el nivel de consumo son factores críticos. Reducir el tiempo de carga y optimizar el tipo de combustible pueden aumentar la productividad y reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>, mejorando la eficiencia y sostenibilidad de las operaciones mineras.

## Abstract

There is a growing concern for sustainability and the reduction of environmental impact in the mining industry, driving the search for more sustainable practices. It is mentioned that the intensive use of diesel in mining requires exploring more sustainable and less polluting alternatives.

This study focused on providing a rigorous and well-founded analysis that will contribute to the understanding of the implications of adopting Liquefied Natural Gas (LNG) as a viable option. The study will provide a comprehensive view of the potential benefits and challenges associated with this transition, enabling informed and evidence-based decision making in the pursuit of more sustainable and responsible mining.

In the development of this study, Arena simulation software was used to design a discrete event simulation model that included the mine-specific parameters for the analysis. The fundamental importance of properly defining the mine parameters in the simulation model is recognized. Among these parameters are haul roads, operational times and speeds, which play a crucial role in the outcome of the analysis.

In order to analyze the use of diesel fuel and liquefied natural gas in mining truck operations, five specific scenarios have been defined. These scenarios are designed to analyze and understand how each fuel option affects truck performance. The scenarios are as follows: 100% operation with diesel fuel, 75% operation with diesel fuel and 25% with liquefied natural gas, 50% operation with diesel fuel and 50% with liquefied natural gas, 25% operation with diesel fuel and 75% with liquefied natural gas, and 100% operation with liquefied natural gas.

The results show a direct relationship between the level of fuel consumption and CO<sub>2</sub> emissions, with significant reductions when using more percentage of LNG consumption and less diesel fuel consumption. In addition, it is determined that variations in fueling time have a minimal impact on fuel consumption, although a decrease is evident when using both types of fuel simultaneously due to the longer loading time. In terms of productivity, it is concluded that loading time and consumption level are critical factors. Reducing fueling time and optimizing fuel type can increase productivity and reduce CO<sub>2</sub> emissions, improving the efficiency and sustainability of mining operations.