

---

**ESTUDIO DEL USO DEL HIDRÓGENO VERDE PARA DISMINUIR EL IMPACTO  
DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL EN LA FABRICACIÓN DE LOS  
EXPLOSIVOS ANFOS**

**JOCELYN PATRICIA ROJAS CAAMAÑO  
INGENIERO CIVIL EN MINAS**

**RESUMEN**

La fabricación del explosivo ANFO a partir de recursos renovables ha sido una preocupación importante para las grandes industrias de explosivos en el presente año, que tienen como objetivo entregar a las empresas mineras un producto sustentable y amigable con el medio ambiente. Dado a la situación y el interés por verificar la factibilidad del hidrógeno verde en la fabricación de explosivos, específicamente el ANFO, se realizó un estudio bibliográfico con el fin de conocer cada una de las etapas claves que se lleva a cabo para producir hidrógeno gris mediante el reformado de hidrocarburos e hidrógeno verde por medio de la electrolisis del agua y utilizando energía renovable. Esto, para producir amoniaco en un proceso llamado Haber- Bosch en base a hidrógeno y nitrógeno del aire. Para luego, mezclar amoniaco y ácido nítrico y obtener nitrato de amonio, la materia prima en un 94% del ANFO. Además, se realizó un estudio basado en la cantidad de hidrógeno necesario para cubrir las necesidades de nitrato de amonio en los próximos 10 años, por lo que fue necesario realizar estimaciones utilizando proyecciones hacia el futuro, de la cantidad de nitrato de amonio que se fabricó en Chile durante los años 2013 y 2020. De esta forma, se obtuvo la cantidad de hidrógeno necesario, la cantidad de emisiones liberadas en caso de producir el hidrógeno gris o verde, y los costos totales por año. Finalmente, utilizando los resultados del caso de estudio, se realizó una evaluación económica de una planta generadora de hidrógeno capaz de producir el total de hidrógeno anual necesario para producir nitrato de amonio durante los próximos 10 años. Considerando el precio de venta estimado que tendrá el hidrógeno, el costo total de inversiones, costo de producción, capital de trabajo, depreciación, valor de desecho, entre otros. Resultando un proyecto con una rentabilidad del 31% con ganancias por sobre los 45 millones de dólares y un periodo de recuperación de 4,8 años.

## ABSTRACT

The manufacture of the ANFO explosive from renewable resources has been a major concern for the explosives industries this year, whose objective is to deliver a sustainable and environmentally friendly product to mining companies. For this, a bibliographic study was done in order to know each of the key's stages that are carried out to produce gray hydrogen by the reforming of hydrocarbons and green hydrogen through the electrolysis of water using renewable energy. This, to produce ammonia in a process called Haber-Bosch based on hydrogen and nitrogen from the air. To later, mix ammonia with nitric acid and obtain ammonium nitrate, the raw material of ANFO with a 94%. In addition, a case study was carried out based on the amount of hydrogen needed to cover the needs of ammonium nitrate in the next 10 years. Therefore, it is necessary to make estimates, using projections towards the future of the amount of ammonium nitrate that was manufactured in Chile during the years 2013 and 2020. In this way, the amount of hydrogen needed will be obtained, the number of emissions released in case of producing gray or green hydrogen, and the total costs per year. Finally, using the results from the case of study, and economic evaluation was made of a hydrogen generating plant capable of producing the total annual hydrogen needed to produce ammonium nitrate for the next 10 years. Considering the estimated sale price that hydrogen will have, the total investment cost, production cost, working capital, depreciation, scrap value, etc. Resulting in a project with a profitability of 31% with profits of over 45 million dollars.