

# *Producción de ETBE*

*Proyecto Industrial*

**Integrantes:**

Rodrigo Germil

Victoria Lorbeer

Martina Pascualvaca

Sebastián Perillo

Lucía Póppolo

Gimena Rodríguez

Antonio Serrentino

**Tutores:**

Ing. Quim. Sergio Lattanzio

Ing. Quim. David Mardero

# Resumen ejecutivo

---

El informe que se presenta a continuación tiene como objetivo evaluar la factibilidad técnico-económica de la producción de Etil Ter-Butil Éter (ETBE) en Uruguay.

El ETBE se utiliza como aditivo oxigenado antidetonante de gasolinas, en sustitución de otros aditivos oxigenados como ser el etanol o el MTBE. El blending de gasolinas con ETBE aumenta la eficiencia de combustión de las mismas, aumentando su número de octano.

Se obtiene a partir de una reacción catalítica que utiliza como reactivos al isobutileno y al etanol. El etanol se obtiene principalmente como producto de la fermentación de azúcares, mientras que el isobutileno es un subproducto de la destilación del petróleo.

Frente al MTBE, el ETBE presenta como principales ventajas comparativas su menor afinidad con el agua, mayor temperatura de ebullición, menor presión de vapor, y mayor poder calorífico. El MTBE ha sido además cuestionado e incluso prohibido en países con legislación ambiental rigurosa debido a su toxicidad hacia los seres vivos, y a que se le atribuye propiedades carcinogénicas. Por otra parte, frente al etanol, aditivo utilizado actualmente en Uruguay y en gran parte del mundo, puede destacarse que la mezcla de gasolinas con ETBE lleva a una mayor reducción de la emisión de gases de efecto invernadero, principalmente monóxido de carbono. Además presenta otros beneficios, como tener menor volatilidad que el alcohol lo cual reduce el porcentaje de pérdidas, tener mayor miscibilidad con las gasolinas a partir de su menor afinidad al agua, y poseer un mayor poder calorífico. De esta manera, se aumenta el rendimiento del motor de combustión, disminuyendo costos logísticos y operativos. A su vez, genera menores desviaciones de la curva de destilación, permitiendo un mayor agregado de aditivo, lo cual disminuye la proporción de componentes de origen fósil en el combustible.

Actualmente Uruguay ha establecido por ley la adición de etanol en un 10% como aditivo oxigenante, con el objetivo de estimular la cadena agroindustrial de producción de este producto y estimular sectores del país socioeconómicamente deprimidos. El ETBE es utilizado como aditivo actualmente en el mercado europeo, que acumula el 75% del consumo mundial (aproximadamente 4 millones de toneladas anuales); y en Japón. Se considera que su uso se continuará extendiendo conforme aumente la regulación medioambiental sobre los combustibles. El producto es colocado entonces en la Unión Europea, dado que además de poseer alto consumo y crecimiento sostenido del mismo, su producción interna es deficitaria, importándolo actualmente a EEUU y Brasil.

La planta se instala dentro del predio de la Refinería de La Teja de ANCAP, de manera de minimizar los costos de transporte y almacenamiento de isobutileno, subcomponente de la corriente de butanos, la cual se extrae en línea desde la torre de Cracking Catalítico de la refinería. El etanol se importa de Brasil, debido a que la producción nacional no registrará excedente a mediano plazo.

El tamaño queda limitado por la disponibilidad de isobutileno. Utilizando el máximo de isobutileno extraíble de ANCAP (entre 17.500 y 21.900 m<sup>3</sup>/año), se requieren entre 12.330 y 15.400 m<sup>3</sup>/año de etanol, obteniendo una producción de entre 23.318 y 29.200 m<sup>3</sup>/año de ETBE.

El proceso de producción se puede considerar en tres grandes etapas: purificación de materia prima, reacción y purificación de producto, y recuperación de materias primas. El etanol, que se importa en su forma azeotrópica (95 % m/m), se introduce en una unidad de deshidratación utilizando tamices moleculares para obtenerlo en su forma anhidra (99,5% m/m). El etanol deshidratado se mezcla en línea con la corriente de butanos proveniente de la refinería, y se introduce en la unidad de reacción. Esta última consta de dos reactores catalíticos adiabáticos en serie. El catalizador utilizado es una resina polimérica macroreticular ácida, cuyo uso está verificado para reacciones de eterificación. La corriente producto se ingresa en una torre de destilación, de cuyo fondo se extrae el ETBE como producto purificado. La corriente que surge del tope de destilación, compuesta por butanos sin reaccionar, etanol y pequeñas cantidades de agua; se ingresa en sendas etapas de separación. La primera consiste en un extractor líquido-líquido que separa los butanos, los cuales se devuelven a ANCAP. La fase acuosa que se obtiene de este extractor entra en una segunda etapa de separación, la cual consiste en una torre de destilación. Desde la cabeza de la misma se recupera el etanol, que se vuelve a utilizar como materia prima, y el agua que se obtiene del fondo se reutiliza para la separación en el extractor.

Dada la escasa disponibilidad de terreno dentro de la refinería, se instala la planta de producción y el sector de almacenamiento de etanol y ETBE en un área nueva de la plataforma, teniendo que llenar y cimentar 3.600 m<sup>2</sup> de terreno sobre la bahía de Montevideo. Los sectores de oficinas y servicios se instalan en otra zona del predio, sobre la zona noreste del mismo, a 600 m de la zona de producción.

Efectuado el estudio de viabilidad económica y financiera a este nivel, se aprecia que el emprendimiento genera una utilidad neta positiva, superando los ingresos por ventas a los costos, haciéndolo entonces económicamente viable.

La inversión inicial necesaria es de US\$ 15.560.083, compuesta en un 68% por inversiones amortizables, y en un 32% por no amortizables. Tomando en cuenta los excedentes generados a lo largo de la vida útil del proyecto, y la inversión inicial mencionada, se calcula un período de repago de 14 años, siendo mayor al de vida útil. El VAN arroja valores negativos para las tasas planteadas, mientras que se obtuvo un valor de TIR de 0,7%, el cual se encuentra por debajo del límite inferior establecido en la evaluación económica de 13%. Resulta inviable la implantación del proyecto en estas circunstancias.

Siendo el costo del etanol como materia prima el principal factor de incidencia sobre los costos totales, se aprecia que la TIR alcanza un valor aceptable en caso de que el etanol tenga un costo no mayor a 484 US\$/m<sup>3</sup>. Realizado el análisis de ventas, se obtuvo que para obtener un valor de TIR mayor al 13 %, el precio de venta del ETBE debería ser mayor a 1.120 US\$/m<sup>3</sup>. Cabe destacar que el precio del ETBE es un factor muy volátil y de gran incidencia sobre la rentabilidad proyectada.

Del análisis de sensibilidad se concluye además que el proyecto es sensible a los cambios en las variables estudiadas precio de la materia prima y precio de venta del producto, lo que implica que es poco seguro frente a eventuales desvíos de dichas variables.

No obstante, el proyecto resulta viable desde el punto de vista técnico, social y medioambiental.