



PROYECTO
INDUSTRIAL

PRODUCCIÓN DE BIO-OIL A PARTIR DE PIRÓLISIS DE RESIDUOS DE MADERA

Entrega final - Diciembre 2019

Integrantes:

Verónica Calzada

Juan de Mattos

Nicolás Estefan

Nicolás Goycoechea

Federico Perdomo

Antonella Rossi

Tutores:

Norberto Cassella

Sergio Lattanzio

Resumen ejecutivo

En el presente proyecto se planteó la posibilidad de instalar una planta de procesamiento de residuos de biomasa (específicamente, madera) mediante pirólisis rápida para la producción de un biocombustible (denominado bio-oil), y paralelamente ácidos orgánicos como lo son el ácido acético y el ácido fórmico, logrando así un esquema de economía circular y operando bajo una modalidad de bio-refinería. Para ello, se estudiaron los diferentes aspectos a tener en cuenta a la hora de estudiar la viabilidad de un determinado proceso, entre los que tenemos: disponibilidad, localización y costos de material de partida, ubicación de planta de procesamiento, tecnología a aplicar, capacidad de trabajo/producción, productos a obtener y sus eventuales mercados de comercialización, análisis tecno-económico y análisis financiero de la/s alternativa/s propuesta/s, impacto ambiental de proceso y tratamiento de efluentes para su correcta disposición.

Desde el punto de vista de la materia prima, se encontró que (contrariamente al Eucalyptus) la madera de pino no tiene un amplio mercado nacional, razón por la cual el mismo es exportado a un bajo valor agregado. Adicionalmente, se generan volúmenes superiores a los 500.000 m³ de residuos de madera anualmente en Uruguay. Todo esto le confiere a dicho material un enorme atractivo para ser utilizado como biomasa del proceso considerado. En ese sentido, se determinó una capacidad de trabajo para la planta de 484.000 m³/año de residuos provenientes del procesamiento de Pinus Radiata en aserraderos. La planta en cuestión se le asignó un tiempo de operación de 350 días, 24 horas al año.

Una etapa posterior fue la definición de la localización de la planta industrial, la cual estaría fuertemente determinada por la distribución de empresas que generan el residuo de interés, debido a los altos costos de transporte de los residuos mencionados. Se tienen en cuenta también otros aspectos, como son vías de transporte adecuadas para adquisición de residuo y envío de los productos obtenidos, y fuentes de recursos naturales requeridos para dicho proceso (como agua para refrigeración y disposición de efluentes líquidos). Tomando en consideración todo lo anterior, se determinó que el lugar de destino que cumple con todos los requisitos anteriores se encuentra cercano a la ciudad de Tacuarembó, en el departamento de Tacuarembó.

En cuanto a la tecnología a utilizar, se seleccionó pirólisis rápida, trabajando a alta temperatura y con un calentamiento rápido, lo cual maximiza el rendimiento de producción de biocombustibles (bio-oil). Adicionalmente, considerando el elevado contenido de compuestos ácidos orgánicos, se propusieron etapas de extracción y concentración de ácido acético y ácido fórmico, lo cual mejoró la calidad del bio-oil obtenido y la cantidad de productos de alto valor agregado a comercializar, aumentando así la rentabilidad económica del proceso. Dicho planteo permitió una producción de 106.776 tonne/año de bio-oil, 15.094 tonne/año de ácido acético y 10.523 tonne/año de ácido fórmico. Se determinó también el personal y las jornadas de trabajo necesarias para tener la planta en funcionamiento, con un total de 152 trabajadores, con un salario promedio mensual de \$ 57.242/mes, con tres turnos (día, tarde, noche y rotatorio).

Para la comercialización de los productos, se obtuvo la demanda de los productos generados en el mercado nacional, y se determinaron los mercados internacionales más atractivos. Para el ácido acético se consideraron los mercados de Argentina, Brasil e India;

mientras que, para el ácido fórmico, se tomaron los correspondientes a Uruguay, Argentina, Brasil, India, Bélgica y Holanda. Por último, el combustible de calefacción producido fue únicamente comercializado en el mercado nacional, tomando en cuenta los problemas que presenta, como alteración de su composición al almacenarse por tiempos prolongados, menor poder calorífico que fuel oil, materiales adecuados para su transporte que sean muy resistentes a la corrosión.

Debido a la elevada inversión inicial del proceso (110 MU\$S) y a pesar de que las utilidades año a año fueron positivas, se determinó una tasa interna de retorno menor a la tasa de descuento aplicada. En el tiempo de evaluación del proyecto (10 años), no se alcanza un valor actual neto positivo, siendo el mismo -24,7 millones de dólares, esto demuestra que el análisis financiero del proyecto no es favorable, por más que el económico sí lo sea.

Además, hay que considerar la falta de desarrollo en el tipo de tecnologías usadas, este trabajo utiliza datos de artículos, que generalmente son a escala de laboratorio, esto conlleva a una incertidumbre considerable. Por otro lado, es importante definir un poder calorífico para el combustible de venta, debido al impacto que genera en las ganancias económicas de la industria, por lo cual se recomienda determinar experimentalmente el mismo y, además, los rendimientos de extracción que se tendrá en las etapas correspondientes y en la pirolisis. De esta forma, se puede evaluar nuevamente la viabilidad financiera del proyecto y en caso de no mejorar, plantear nuevas alternativas que mejoren el poder calorífico del combustible.