

PROYECTO YunGas 1.0, ADAPTACIÓN Y FABRICACIÓN DE UN GASIFICADOR DE BIOMASA PARA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DISTRIBUIDA EN BAJA POTENCIA PARA APLICACIONES RURALES

M. Rearte⁽¹⁾, L. Molina Tirado⁽²⁾, M. Risso⁽¹⁾, S. Abdelhamid⁽³⁾, H. Luaces⁽³⁾, J. Fioretti⁽³⁾, Miguel Reginato⁽⁴⁾

mrearte@inti.gov.ar, lmolina@inti.gov.ar

⁽¹⁾ Depto. Energías Renovables NOA - DT Industrias Emergentes - SORNOA - GOAR - INTI

⁽²⁾ S.O. de Energía y Movilidad, Gerencia Operativa de Desarrollo Tecnológico e Innovación - INTI

⁽³⁾ Departamento de Monitoreo y Control de Procesos NOA - INTI

⁽⁴⁾ Río de Luna SA (Pyme forestoindustrial)

Palabras Clave: Biomasa; bioenergía; gasificación; energías renovables; syngas; forestoindustria, hidrógeno, diseño industrial

INTRODUCCIÓN

La gasificación es un proceso termoquímico mediante el cual a partir se puede obtener un combustible gaseoso o “syngas”, cuyos componentes principales son el monóxido de carbono y el hidrógeno mayoritariamente y en menor medida otros gases combustibles, todo a partir de cualquier tipo de material con contenido carbónico, en nuestro caso biomasa. Esta tecnología tiene antecedentes a principios del siglo XXVIII pero se considera que fue “inventada” a principios del siglo XIX, evidenciando picos de desarrollo muy limitados en comparación con el avance de los combustibles fósiles (Rearte, 2016).

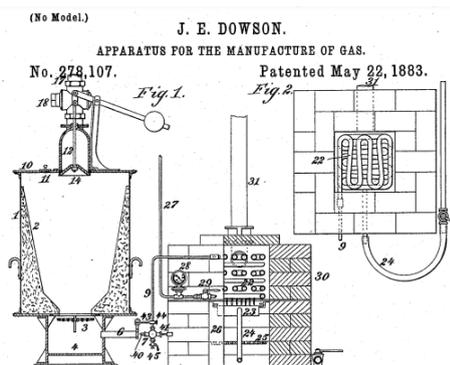


Fig. 1 - Esquemas del aparato para producción de gas de DOWSON, patente 1883

Existen diversos modelos y configuraciones de gasificadores pero para el tipo de “Corrientes Descendentes” o “Downdraft” (DD), los primeros antecedentes se dieron en Alemania por Bischof en 1839 y por Siemens en 1861 (Kirchmeyr, 2021). El gas era utilizado como combustible para los hornos de la industria siderúrgica, luego mediante la aplicación de mecanismos de limpieza del gas, desarrollados en Inglaterra por Dowson en 1881 (Fig. 1), el uso de este tipo de gasificadores se extendió a hornos pequeños y motores de combustión interna (Thomas, 2014).

Durante la Segunda Guerra Mundial esta tecnología tuvo un gran avance debido a la

escasez de combustibles fósiles. Después de la guerra, la baja del costo del petróleo en relación con la gasificación, desplazó a la tecnología de la matriz energética.

Si bien existen debates sobre el “TRL” de la tecnología que dependen del tipo de sistema de gasificación (DD, UD, FBG, EFG, DFBG, etc.), particularmente los gasificadores DD son una alternativa tecnológica comercialmente accesible, razón por la cual operan más de 1000 plantas de diferentes escalas en todo el mundo e incluso se avanza en la construcción de plantas de gasificación para la producción de hidrógeno (Departamento de Energía de EEUU, 2018).

En el año 2010, el INTI inicia el impulso a la tecnología en Argentina instalando la primera planta de gasificación a escala industrial en la localidad de Pcia. de la Plaza (Chaco) cuyo propósito fue el de aprovechar los residuos biomásicos de un parque foresto industrial anexo con 54 aserraderos generadores de biomasa residual de maderas duras y semi-duras (aserrín, costaneros, despuntos, etc.).



Imagen 1 - Planta demostrativa de gasificación de biomasa INTI para generación eléctrica (250kW).

Esta instalación fue base de operaciones para conocer la tecnología, realizar ensayos con diversas biomásas y brindar capacitaciones “in company” formando especialistas en esta tecnología de todo el país.

Como siguiente etapa para el fomento a la tecnología se planteó lograr la fabricación de un gasificador nacional para aplicaciones rurales y generación distribuida GGDD (2018).

En este trabajo se muestra el proceso de identificación de modelos parametrizables y factibles de fabricar localmente, su proceso de adaptación, construcción, prueba y transferencia a una pyme tucumana la empresa **Rio de Luna SA** en el marco de un convenio de colaboración, la cual cuenta no solo con capacidad metalúrgica sino como empresa forestal, cuenta con recursos biomásicos propios y presenta la necesidad de generación distribuida para bombeo en sus campos.

OBJETIVOS

Lograr la fabricación de un gasificador de baja potencia en una pyme nacional cuyo fin sea la generación eléctrica para aplicaciones rurales, GGDD en base a un diseño tipo “open source”, optimizado y adaptado para la biomasa objetivo que produce la empresa capitalizando el conocimiento y desarrollos realizados por el equipo de Energías Renovables de INTI en la temática.

DESARROLLO

Metodología propuesta



Fig. 2 - Mapa de innovación para el proyecto YunGas

Dado que la tecnología tiene décadas de innovación aplicada en la pequeña escala, la metodología empleada para lograr un antecedente local se basó la búsqueda y selección de un modelo que cumplieran con las condiciones de borde del proyecto para trabajar en una adaptación y optimización. Se realizó una búsqueda y análisis del estado del arte en cuanto al desarrollo de gasificadores DD en pequeña escala, para generación distribuida o para aplicaciones agrícolas. En esta búsqueda se evaluaron modelos históricos como el propuesto por la FAO (FAO Forestry Department, 1986), equipos similares a la tecnología utilizada en el “Proyecto Plaza” y los

nuevos modelos tipo “open source” o “DIY” en el rubro. Se identificaron diferentes modelos los cuales se clasificaron por accesibilidad de materiales, complejidad de fabricación, factibilidad de adaptación del sistema de control/automatismo y finalmente la factibilidad de adaptación a las biomásas locales (Brown, 2012).

El proyecto planteó la fabricación de 2 gasificadores denominados “YunGas 1.0” en carácter de prototipos, los cuales deberían cumplir con las siguientes premisas:

- ✓ Ser fabricado localmente.
- ✓ Ser móvil de montaje en un pallet.
- ✓ Generar energía eléctrica (8-10kW).
- ✓ Utilizar la biomasa disponible en la región.
- ✓ Ser de fácil operación y mantenimiento.

Adaptaciones

El modelo adaptado fue el de Ben Peterson (Peterson, 2014), diseñador estadounidense quien actualmente comercializa online sus diseños. En el año 2018 se adquirieron los planos básicos del modelo PETERSON para generar un modelo digital y paramétrico 3D en SolidWorks sobre el cual se pudiera trabajar para adaptar las piezas propuestas a la capacidad de fabricación de la empresa.

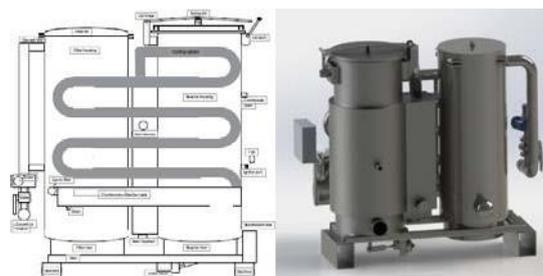


Fig. 3 – Izq) Esq. gasificador (Peterson, 2014), Der) Mod. paramétrico en proceso de optimización (2018).

Con estos esquemas se realizó el modelo 3D sobre el cual se trabajó durante el año 2018 optimizando el sistema de extracción de cenizas, el sistema de filtros y otros componentes, ya que los materiales sugeridos por el diseño original no eran accesibles en el mercado nacional. Durante ese mismo año comenzó la fabricación de los componentes por parte de la empresa. Técnicos de INTI realizaron visitas periódicas a la planta para evaluar los avances y brindar especificaciones mientras que la coordinación de fabricación fue realizada por personal de la empresa.

Fabricación y puesta en marcha

La fabricación requirió de varias adaptaciones a medida que se avanzaba en la gestión de compras de materiales. Inicialmente se desarrolló un sistema de control en Arduino

para lograr la mezcla aire/syngas en la admisión del grupo electrógeno adaptado a este gas, posteriormente se mejoró a una plataforma de control tipo “caja negra” para el equipo comercial mientras que la segunda unidad pensada para continuar trabajos de investigación en la obtención de syngas o lograr “upgrade” del mismo, se dejó una programación abierta.



Imagen 2 - Pruebas de gasificación preliminares con la unidad de I+D y el chip de madera s/norma

En el año 2019 se pudo completar la primera unidad para comenzar con las pruebas utilizando chip de madera s/Norma ISO17225-4 la cual clasifica este formato de biocombustible de origen leñoso para usos térmicos. Los especialistas de INTI trabajaron en la selección del material filtrante necesario para eliminar el alquitrán y otros indeseables en el “syngas” antes de la dosificación al motor. Finalmente, con la unidad principal fabricada, montada y calibrada para la biomasa objetivo, se lograron hacer varios ensayos de gasificación para generar energía eléctrica por la duración del “batch” de chips secos entre 8 y 10kw.

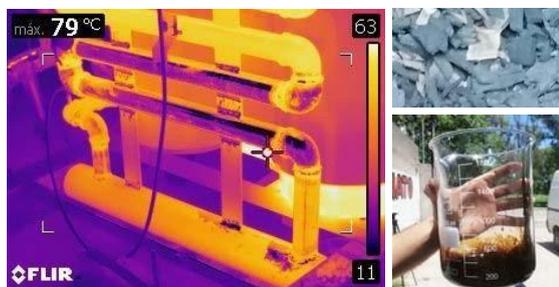


Imagen 3 - Termograma realizado durante las pruebas y subproductos obtenidos (biochar y “tar” o alquitranes)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El resultado principal del proyecto fue lograr la fabricación local y operación del primer gasificador, el cual mostró una gran versatilidad de uso y una rápida ignición.

La tecnología aún requiere de mejoras, el desarrollo de sistemas de calidad e implementación de complementos de seguridad y para el manejo de los residuos generados durante la operación, como ser el biochar y los condensados, ambos subproductos que se

deben estudiar para lograr su valorización complementaria. Luego de las pruebas preliminares se determinó que en etapas subsiguientes se realizará la parametrización fina del equipo con la instalación de instrumentos adicionales para validar diferentes biomasa como biocombustibles aptos para este modelo de gasificador DD y métodos de “upgrading” del **syngas** e incluso para la obtención de hidrógeno (Michael Talmadge, 2013) o fertilizantes orgánicos a partir del “syngas” (Moneim, Ismail, & M.M, 2018).

Un aspecto interesante del proyecto fue la interacción público-privada la cual permitió la concreción de este prototipo con fondos privados, pero con objetivos de promoción de la tecnología conjuntos.

Índice TRL: Innovación, TRL 7: Sistema de demostración o demostración en entorno operacional (real).

AGRADECIMIENTOS

A la empresa Rio de Luna SA, a la Gerencia Operativa de Desarrollo Tecnológico e Innovación, a la Subgerencia Operativa NOA, a la Red de Biomasa de INTI, al Ing. Sado Abdelhamid y al Lab. de Biocombustibles INTI.

REFERENCIAS

Brown, R. C. (2012). Syngas to Synfuels Process Development Unit. Iowa: Iowa State University.

FAO Forestry Department. (1986). Wood gas as engine fuel. Roma: Publications Division, Food and Agriculture Organization of the United Nations.

International Organization for Standardization. (2014). ISO17225-4: Part 4: Graded wood chips. Technical Committee: ISO/TC 238 Solid biofuels.

Mask, R. (2021). Wood gasifier: a step-by-step guide on how to build your wood gasification system. how to make energy and fuel off the grid. Pasadena: Independently published.

Peterson, B. (2014). Unlocking the Stored Solar Energy in Wood: A Primer on Wood Gasification. Redmond, Washington: Wood Gasifier Plans.

Rearte, M. (2016). Introducción a la gasificación de biomasa en sistemas downdraft. Buenos Aires: INTI.

Wilcher, E. (2022). Wood Gasifier: Living off the Grid: Construction of a Simplified Wood Gas Generator. Guide for beginners on how to Build your gasification system. New York: Independently published.