

MICRO TURBINAS HIDRÁULICAS. DISEÑOS, ADAPTACIONES PARA ENSEÑANZA DE MICROHIDROGENERACIÓN

Teresa Reyna, María Lábaque, Belén Irazusta, Santiago Reyna y César Riha

Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, Av. Vélez Sarsfield 1611
Ciudad Universitaria X5016CGA; Argentina.

E-mail: Teresamaria.reyna@gmail.com, mlabaque@gmail.com, belen.irazusta@gmail.com,
santiagoreyna@gmail.com, ingriha@gmail.com

Introducción

Uno de los principales objetivos en la enseñanza de la ingeniería es de formar profesionales capaces de planear, proyectar, construir, evaluar y mantener obras de infraestructura que signifiquen una solución a necesidades prioritarias para la comunidad que los alberga, respetando además el medio ambiente y de los recursos naturales. Deben contar con conocimientos básicos firmemente cimentados, con principios éticos en su actuar y conocedores de la tecnología de punta.

La formación debe poner énfasis en familiarizar a los estudiantes con los problemas que dificultan el desarrollo de su localidad y las posibles soluciones eficientes y prácticas.

Dentro de la problemática local de la Provincia de Córdoba hay una que ha tomado gran interés: el acceso de comunidades aisladas a la electricidad.

Los servicios energéticos permiten el desarrollo económico y mejora en el nivel de vida de la población, con efectos positivos sobre el desarrollo. Sin embargo, existen diversas áreas no urbanas y rurales marginales que presentan inconvenientes en el suministro eléctrico por medio de líneas convencionales de distribución. Lo que conduce a que estos habitantes no gocen de los beneficios que provee la electricidad.

El desarrollo necesita de un ambiente social y físicamente equilibrado, pero las consecuencias surgidas del cambio climático no lo están haciendo posible. Así, las consecuencias del cambio climático en las economías, en la población y en los ecosistemas son indicadores de que si se sigue sosteniendo la trayectoria actual probablemente se incrementarán las consecuencias negativas (CEPAL, 2014).

En Córdoba, hace ya unos años, la potencia disponible en el mercado eléctrico es menor a la demanda eléctrica pico. A su vez, la población rural es el 11,3 % de la población de la Provincia y el 6% se encuentra en zonas aisladas. El 30% de la población rural se considera que no se encuentra conectado al sistema de distribución eléctrica.

La promoción de las tecnologías de energías renovables ofrece una doble ventaja: diversificación energética y la esperanza de desarrollo para muchas comunidades pobres y aisladas que no están conectadas a las grillas de transporte y distribución eléctrica. El suministro de energía a las comunidades aisladas se concibe como soporte a las actividades productivas, domésticas y comerciales de éstas. En consecuencia, es considerado como un componente estratégico dentro de un marco de trabajo para el desarrollo (Reyna, y otros, 2012).

Dentro de las energías renovables disponibles; las mini-centrales hidráulicas son instalaciones sencillas, respetuosas del entorno y útiles para aplicaciones cercanas a la instalación y que no precisen valores importantes de energía. Requieren de pocos componentes: Grupo turbina – generador –y un Sistema regulador y pueden ser operadas y mantenidas por mano de obra local y organizaciones pequeñas. Por otro lado, existe en Argentina un alto potencial de fuentes energéticas renovables sin embargo no es una fuente muy utilizada.

Entre las principales razones que explican su falta de explotación se encuentran la falta de acceso a tecnologías confiables y de bajo costo, la inexistente capacidad local para la evaluación, planificación, diseño e implementación de sistemas de generación, la poca confianza sobre la sostenibilidad de los

pequeños sistemas en zonas aisladas, así como también la falta de políticas y estrategias nacionales o regionales que permitan su adecuada promoción, implementación y manejo.

Para acelerar la aplicación de sistemas alternativos en las zonas rurales, y hacer de esta una práctica habitual, se necesita en primer lugar familiarizar a los futuros ingenieros con las micro turbinas hidráulicas y desarrollar la capacidad de construir equipos adecuados a las condiciones locales, adaptarlos para su producción progresiva en las industrias locales.

Microturbinas y el desafío de la enseñanza

Dentro de la enseñanza de la hidráulica las turbinas hidráulicas siempre resultaron un desafío por las dificultades que se tienen para poder hacer entender a los ingenieros hidráulicos de las componentes físicas, los diagramas de velocidad, los esfuerzos sobre los elementos físicos y la interacción fluido – turbina especialmente a escala de microturbinas.

Desde el año 2010 al presente, docentes-investigadores de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba (FCEfyN UNC), vienen desarrollados proyectos de investigación para el desarrollo de micro turbinas hidráulicas adoptando simplificaciones a los modelos comerciales de manera de hacerlos accesibles a las comunidades aisladas locales con el subsidio de la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNC.

Estos proyectos siempre contaron con estudiantes de grado y posgrado que participaron de manera entusiasta, mostrando además con qué facilidad lograban afianzar los conceptos de las máquinas hidráulicas que les eran tan difíciles de entender cuando el desarrollo del tema era teórico con ayuda audiovisual durante el dictado de la materia. Durante el año 2016 se incorporó además la colaboración del Colegio Técnico Secundario Cristo Obrero de la Ciudad de Carlos Paz que empezaron a colaborar maquinando las piezas que se iban diseñando que transfería el conocimiento a nivel de mano de obra local para la manufactura de micro turbinas el cual se materializó a través del Convenio entre la Facultad y este Colegio.

Dentro del cambio de paradigma de nuestra época, los investigadores y los responsables de energía y medioambiente tienen un papel fundamental generando su difusión y acercando la tecnología a la población.

Metodología

Los proyectos de investigación se realizaron en varias etapas: en la primera se realizó la revisión bibliográfica de las máquinas del tipo elegido existentes y las simplificaciones adoptadas por otros autores. Durante la segunda etapa se diseñó numéricamente la máquina siguiendo las reglas de diseño generales. Posteriormente se transfirió el diseño adoptado a softwares gráficos tipo solidworks donde los estudiantes experimentan proponiendo simplificaciones en las piezas de mayor complicación en su manufactura.

En el último año se incorporó una nueva etapa: la posibilidad de utilizar la impresión 3D para hacer físicamente accesible a los distintos elementos de una turbina que complementa el diseño

realizado utilizando software como solidworks.

Los proyectos y desarrollos realizados buscaron transferir obtener información práctica de su simplicidad, funcionamiento y mantenimiento; permitiendo incorporar las energías renovables dentro de las posibilidades para la solución de problemas de este tipo.

En resumen, durante el diseño los estudiantes experimentan los efectos sobre dimensiones, acoples de los elementos y armado de una micro turbina; con la ayuda de la impresión 3D tienen en sus manos la pieza proyectada.

Proyectos ejecutados

La difusión del uso de Microturbinas no puede verse limitado a un solo tipo de estas máquinas; con este fin se propuso el desarrollo de distintas máquinas.

El desarrollo de diferentes máquinas permite ampliar el espectro de oportunidades de aplicación.

En total se han desarrollado tres Microturbinas: Michel Banki, Axial y Turgo

Micro Turbina Michael Banki: se diseñó y se construyó completamente en talleres de la Ciudad de Córdoba en escala 1:1 (Proyecto Secyt UNC 2010-2011).

Esta máquina se encuentra actualmente instalada en el Laboratorio de Hidráulica de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba, y ha propiciado el interés de numerosos profesionales y alumnos que por primera vez tienen contacto con una micro turbina. En la Figura 1 se observa una fotografía de la máquina Michell Banki instalada en el Laboratorio y modelado con Ansys como modelo matemático (Reyna y otros (2012).

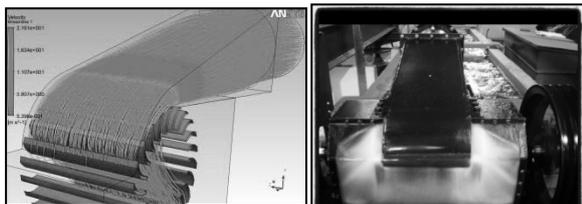


Figura 1.- Turbina Michell Banki en Ansys y del laboratorio.

El desarrollo del proyecto de la turbina Michael Banki generó un impulso importante en la temática del uso de energías renovables en nuestra Ciudad y ha fomentado el desarrollo de grupos de investigación local vinculadas para mejorar el desarrollo tecnológico de ésta área de generación energética.

Microturbina Axial (financiamiento SECYT UNC2014-2015):

La máquina que se desarrolló busca producir como mínimo un megavatio. El caudal considerado es de $0.1 \text{ m}^3/\text{s}$ y una altura neta de 5 m. Con estos valores, considerando un rendimiento de aproximadamente 60%, obtenemos una potencia útil aproximada de 3 kW.

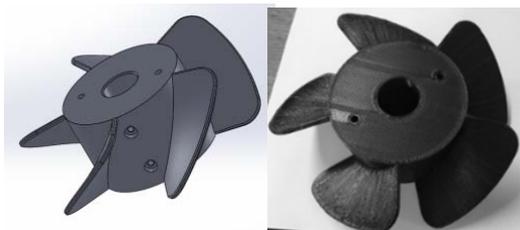


Figura 2.- Rodete de una turbina hélice en SolidWorks y fotografía del rotor ploteado.

En estas máquinas el perfil de los alabes tiene características hidrodinámicas con poca curvatura, que facilita su rendimiento y aumenta la velocidad del fluido (agua), estas características

hacen que estas turbinas se construyan de diámetros de rodete bastante pequeños (Reyna y otros, 2016).

En este proyecto se trabajó con el Colegio Secundario quienes se encuentran maquinando las piezas y se utilizó la impresión 3D para generar los elementos básicos.

El rodete puede observarse en figura 1 en SolidWorks y ploteada.

Turbina Turgo: la turbina tipo Turgo permite trabajar en cauces que poseen saltos intermedios, pero con bajos caudales, para así poder ofrecer al mercado local una nueva alternativa a las diferentes condiciones de cada localización (SECYT 2016-2017).

De la misma manera que con la turbina axial se procedió con la turbina Turgo. Es una turbomáquina motora de acción, a chorro libre, de flujo radial. Tiene varias ventajas sobre la turbina Francis y la Pelton en determinadas aplicaciones. El rodete es más barato de fabricar que el de una Pelton, no necesita una carcasa hermética como la Francis, dispone de una velocidad específica más elevada y puede manejar un mayor flujo para el mismo diámetro que una turbina Pelton.

El distribuidor de la turbina Turgo consiste básicamente en un inyector del tipo que proyecta un chorro de agua inclinado respecto al eje del Rodete, en un ángulo de 15° a 22.5° .

El rodete se asemeja a un medio rodete Pelton, como si a este se le dividiera mediante un plano que pasa por las aristas de las cucharas y sea perpendicular al eje.

Se encuentra actualmente en etapa de impresión 3D. En la Figura 3 se observa la turbina Turgo en SolidWorks.

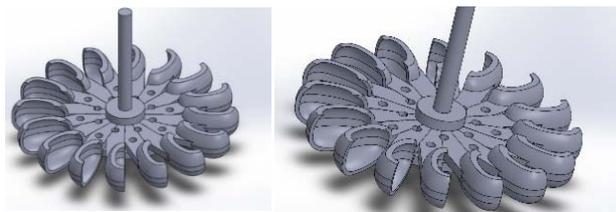


Figura 3.- Turbina Turgo en SolidWorks

Conclusiones

El desarrollo de las energías renovables es la consecuencia previsible de una mirada al tema energético desde la perspectiva de la sustentabilidad. La promoción de tecnologías de energías renovables ofrece doble ventaja: diversificación energética y la esperanza de desarrollo para comunidades pobres y aisladas que no están conectadas a las grillas de transporte y distribución eléctrica.

Para favorecer dicho desarrollo es necesario que los futuros ingenieros puedan comprender correctamente el funcionamiento de la turbomaquinaria y assimilar su aplicación en la vida diaria.

Referencias

- CEPAL, Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2014). *División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos*.
- Reyna, T., Reyna, S., Lábaque, M., Riha, C. & Giménez, E. (2012). Aplicaciones de Usos de Energías Renovables. Microturbinas de Generación Hidroeléctrica. *XXV Congreso Latinoamericano de Hidráulica S.J.*, Costa Rica. 9 al 12 de septiembre de 2012
- Reyna T.; Gióvine L.; Lábaque M. (2012). "Aplicación de Energías Renovables para Generación Eléctrica en Comunidades Rurales". *Informe SECYT-UNC*. Córdoba
- Reyna T.; Lábaque M; Fragueiro A., Santucho P. (2016) Capacidades y Desarrollo de Energías Renovables Ambientalmente Sustentables para Generación Eléctrica en la Provincia de Córdoba. Pequeñas Centrales Hidroeléctricas. Turbinas Axiales. *Informe SECYT-UNC*. Córdoba.