

Diseño e Implementación de un Laboratorio Portátil basado en Fuentes de Energías Convencionales y Renovables

Manuel A. Mazzoletti ^{a,*}, Julio A. Potschka ^a, Luis A. Barruffaldi ^a, Aarón N. Davalos ^a,
Pablo Cuba ^a, Leonardo L. Santajuliana ^a, Pablo M. Boichuk ^a

^a LIDEE, FI-UNaM, Juan Manuel de Rosas 325, Oberá, Misiones - Argentina

Proyecto de Investigación PROFAE - LIDEE, FI-UNaM

e-mails: mazzoletti@fio.unam.edu.ar, potschka@fio.unam.edu.ar, barruffaldi@fio.unam.edu.ar, aaron.mek40@gmail.com,
pabldanielcuba89@gmail.com, luis.santajuliana@gmail.com, pablomartinboichuk@gmail.com

Resumen

Este trabajo presenta los avances de actividades ejecutadas en el marco de un proyecto de extensión PROFAE en la Facultad de Ingeniería de la UNaM. La propuesta se basa en el diseño y la implementación de un laboratorio portátil basado en diferentes fuentes de energías renovables y convencionales junto a sus principales centros de consumo. Para desarrollar la propuesta se recurre a la tecnología de impresión en 3D con el objetivo de construir el conjunto de las piezas a escala. El sistema será interactivo y controlado por un microcontrolador a través de un dispositivo móvil con el fin de activar de forma sincronizada las diferentes fuentes de energía. Desde el aspecto institucional se persigue divulgar, promocionar y transferir los conocimientos científico técnico sobre la temática de Eficiencia Energética y Energías. Este laboratorio portátil permitirá dar soporte a encuentros de capacitación, promover el interés y compromiso de la comunidad entono a la problemática de las energías y su impacto en el medio ambiente.

Palabras Clave – Energía, Energía Renovables, Eficiencia Energética

1. Introducción

El ahorro de energía, su consumo responsable y el uso eficiente de las fuentes energéticas son esenciales a todos los niveles de consumo: industrial, comercial y residencial. La importancia de las medidas de ahorro y eficiencia energética se manifiesta, por un lado, en la necesidad de reducir los costos en el consumo eléctrico y por otro, en garantizar una mejor calidad de vida para las futuras generaciones a través del uso racional de los recursos naturales [1]. Actualmente, los organismos gubernamentales impulsan y promueven el uso racional de la energía en todos los niveles con el objeto de concientizar a la comunidad la trascendencia del cuidado responsable de los recursos energéticos [2]. En el ámbito académico diferentes proyectos I+D+i se ejecutan entorno a la problemática de la eficiencia energética y los modos de determinar los hábitos de consumo. En este contexto, la principal barrera que se genera desde los proyectos de investigación consiste en encontrar los mecanismos de intercambio de información que lleguen al público general. Con el fin de formar una actitud crítica y responsable respecto de la problemática de las energías y su impacto en el medio ambiente, el proyecto denominado “Laboratorio Demostrativo de Eficiencia Energética y Energías Renovables para la Promoción de la Cultura y el Conocimiento Científico-Técnico” pretende fortalecer la promoción de la cultura científica ciudadana mediante la vinculación con el entorno sociocultural y productivo a través de un conjunto de acciones de sensibilización y capacitación destinadas a los y las integrantes de la comunidad académica y los/las jóvenes del territorio.

Desde las categorías definidas por los indicadores del desarrollo sostenible [3], el proyecto promueve acciones de concientización ciudadana para el cuidado del medio ambiente, pretendiendo instalar la cultura científico-técnico en la comunidad y en las instituciones académicas de la región mediante encuentros de capacitación y debate sobre la temática en cuestión.

En este trabajo se presenta los avances de las actividades ejecutadas en el marco de un proyecto PROFAE. El objetivo principal se basa en el diseño y la implementación de un laboratorio demostrativo y portátil de las diversas fuentes de energías renovables y convencionales y sus principales centros de consumo. El funcionamiento del laboratorio será interactivo a partir de un control a distancia desde un dispositivo móvil. Desde el aspecto institucional se persigue divulgar, promocionar y transferir los conocimientos científico técnico sobre la temática de Eficiencia Energética y Energías. Este laboratorio demostrativo portátil permitirá dar soporte a encuentros de capacitación, promover el interés y compromiso de los/las jóvenes del territorio con la problemática de las energías y su impacto en el medio ambiente.

2. Diseño del Sistema Energético y Metodología Implementada

El diseño propuesto para la construcción del laboratorio demostrativo se muestra en la Fig. 1. Este esquemático cuenta de un sistema energético a escala reducida conformado por las principales fuentes de energía convencionales como las centrales hidroeléctricas, térmicas y nucleares; y las fuentes de energía renovables como los parques eólicos (energía del viento) y fotovoltaicos (energía solar). La distribución de la energía se representa mediante un tendido de conductores eléctricos entre las fuentes y los centros de consumo. A los efectos de mostrar distintos consumidores se incluyen el sistema residencial, edificios e industrias. El laboratorio portátil es alimentado mediante la red de energía eléctrica convencional y a través de la iluminación por Led se indican de manera sincronizada la dirección del flujo de energía entregada por la fuente de generación activa en cada instante. Durante la interacción con el observador se describirá de manera didáctica el funcionamiento del sistema y la historia evolutiva de la generación, distribución y el consumo de energía eléctrica en la Argentina.

La metodología implementada consta, en primer lugar, del diseño de una plataforma rígida que brindará soporte al sistema. Luego, la impresión de las piezas en 3D del conjunto de componentes que se muestra en la Fig. 1. Esta actividad permitió realizar la capacitación en software de modelado asistido para técnicas de impresión 3D de los integrantes del proyecto. En este caso se utilizó la tecnología 3D mediante el Modelado por Deposición Fundida (FDM) [4].

A continuación, se procedió al ensamble de las partes principales del sistema energético. Durante el proceso de ensamblado de piezas se comenzó a estudiar el principio de funcionamiento de las fuentes de energía convencionales y renovables con el fin de reconocer e identificar el potencial de energía disponible en las distintas regiones de la Argentina y el Mundo mediante mapas de irradiación solar y de vientos. Por otro lado, fueron ejecutadas actividades de gestión y compra de componentes electrónicos que serán utilizados para la interacción a distancia con el laboratorio. Un control de iluminación y la activación de componentes será implementado mediante un microcontrolador con modulo wifi que posibilitará, a su vez, visualizar información útil sobre el funcionamiento del laboratorio a través de una interface interactiva.

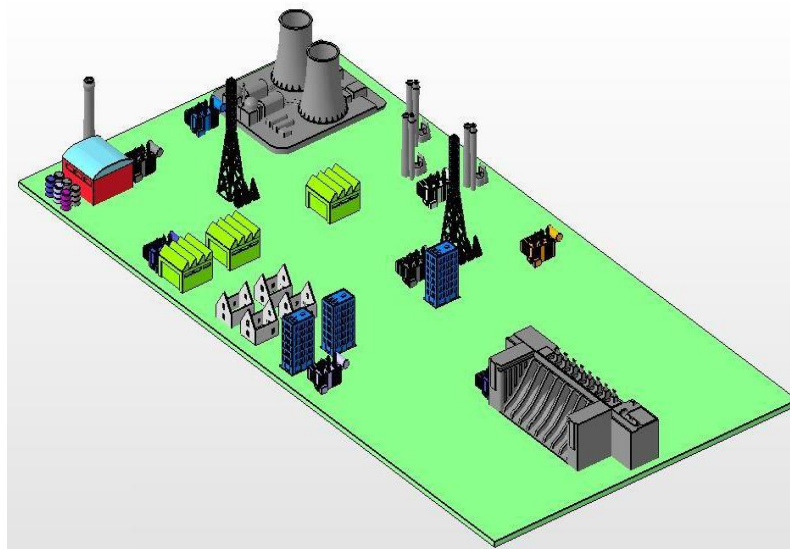


Fig. 1 – Esquemático del sistema energético propuesto para el laboratorio portátil.

3. Construcción del Laboratorio Portátil

3.1. Impresión en 3D

La impresión 3D se encuentra dentro de las denominadas tecnologías emergentes, son aquellas que se encuentran en proceso de desarrollo y poseen potencial para impactar considerablemente en la vida de las personas, proponiendo nuevas maneras de producir o comunicarse. Entre éstas, la impresión 3D es una de las técnicas más difundidas, promisorias y además constituye en la actualidad un gran campo de creatividad e innovación constante a nivel global. Mediante la impresión 3D se logró materializar modelos digitales diseñados en tres dimensiones en objetos físicos, a partir de las instrucciones de una computadora. En la actualidad existen diversas tecnologías 3D, en esta aplicación las impresoras utilizadas han sido de Modelado por Deposición Fundida (FDM), donde el proceso consiste en ir depositando de manera aditiva finas capas de material “plástico”, como se muestra en la Fig. 2.



Fig. 2 – Método FDM. Fuente: <https://www.frax3d.com/impresora-3d>

El tipo de material utilizado ha sido el ácido poliláctico o poliácido láctico (PLA), el cual es un polímero constituido por elementos similares al ácido láctico, con propiedades semejantes a las del tereftalato de polietileno (PET) que se utiliza para hacer envases. El PLA es un plástico derivado del maíz, muy fácil de imprimir, no tóxico y además es biodegradable. Cada uno de los modelos 3D fue gestionado mediante el software laminador CURA de la empresa Ultimaker de código abierto.

Dentro del laminador se han establecido los parámetros tanto de la impresora 3D como del objeto a imprimir. Respecto a esto último, se ha hecho hincapié en la relación Calidad vs Tiempo de impresión, ya que una buena terminación superficial implica tiempos prolongados y por tal motivo cada archivo ha sido modelado de maneras diferentes, para obtener el mejor resultado posible. Existen diversos parámetros que afectan la calidad y el tiempo de impresión, pero nos hemos enfocado específicamente en la altura de las capas del objeto laminado, la posición, la velocidad de impresión y la cantidad de material utilizado. En la Fig. 3 se muestra una imagen de la gestión de uno de los modelos 3D para poder visualizar lo dicho anteriormente.

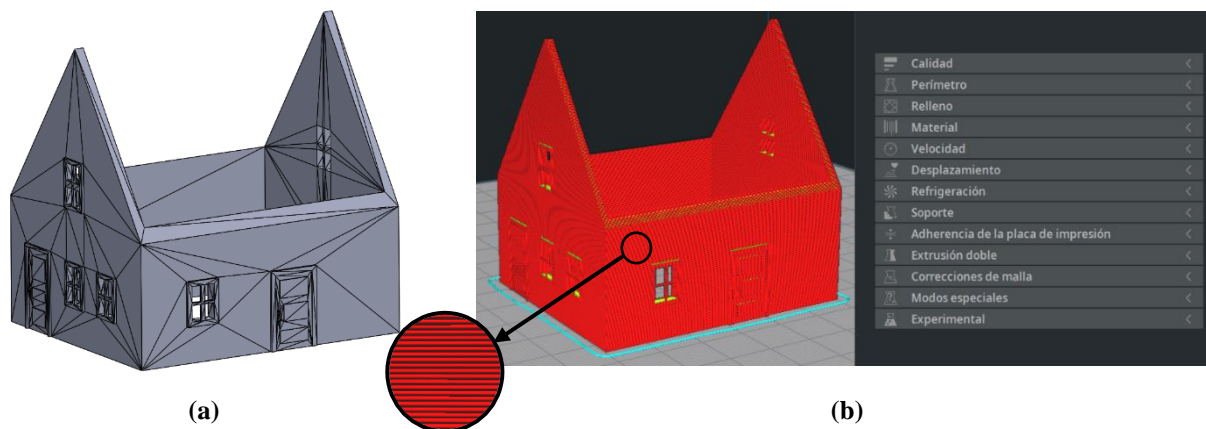


Fig. 3 – Energía renovables (a) Modelo 3D. Fuente: Software Solidworks. (b) Modelo 3D laminado.

3.2. Fuentes de Energías Convencionales

Las principales fuentes de energía convencionales corresponden a las centrales hidroeléctricas, las centrales térmicas y las centrales nucleares. En las centrales hidroeléctricas se aprovecha la energía potencial gravitatoria del agua desviándolo del curso natural y acumulándolo en un embalse que permitirá generar un salto que luego será aprovechado para accionar una turbina con su eje solidario al de un generador. Las centrales térmicas primeras producen energía mediante la quema de hidrocarburos como fuente de energía para generar vapor de agua, que luego será utilizado en un ciclo de turbinas, convirtiendo el trabajo mecánico en su eje a energía eléctrica al estar conectado al eje de un generador. El mismo principio se desarrolla en una central nuclear, con la diferencia que el vapor es generado por el calor aportado mediante la fisión nuclear. En la Fig. 2 se muestran las piezas realizadas en 3D que representan las fuentes de energías convencionales en el laboratorio.

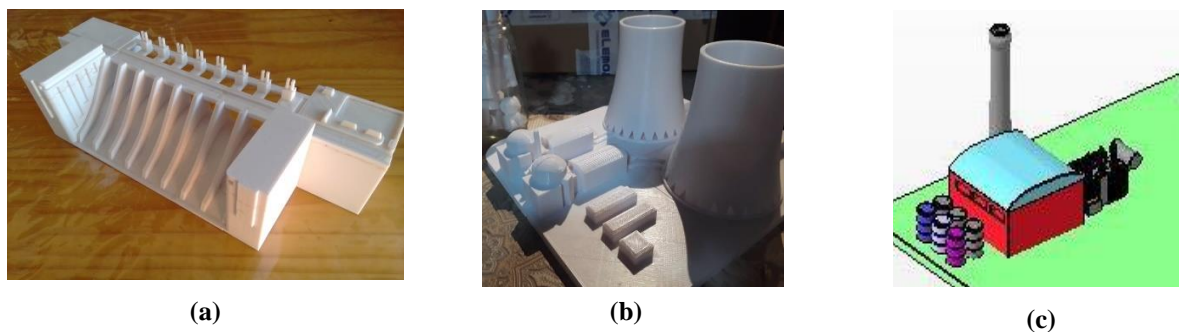


Fig. 4 – Fuentes de energía convencionales. (a) Hidroeléctrica. (b) Térmica. (c) Nuclear.

3.3. Fuentes de Energías Renovables

En la Fig. 3 se muestra las fuentes de energías renovables que considera en esta primera etapa el diseño del laboratorio portátil. El sistema de energía eólica mostrado en la Fig. 3(a) se conforma por tres aerogeneradores a escala. La torre alcanza una altura de 250 mm sobre la cual se incrusta en la parte superior la góndola que soporta un motor de C.C. Solidario al eje del motor se insertan las palas del rotor que serán impulsadas cuando el motor se encuentre en funcionamiento. La activación de los motores por medio del control a distancia emulará las condiciones variables de vientos para la generación de energía eléctrica. En la Fig. 3(b) se muestra los paneles solares que conformaron la planta solar fotovoltaica. Para cada uno de estos paneles se realizaron ensayos de rutinas en las instalaciones del laboratorio del departamento de Electromecánica con incidencia directa del sol, intensidad reducida y sin incidencia directa.

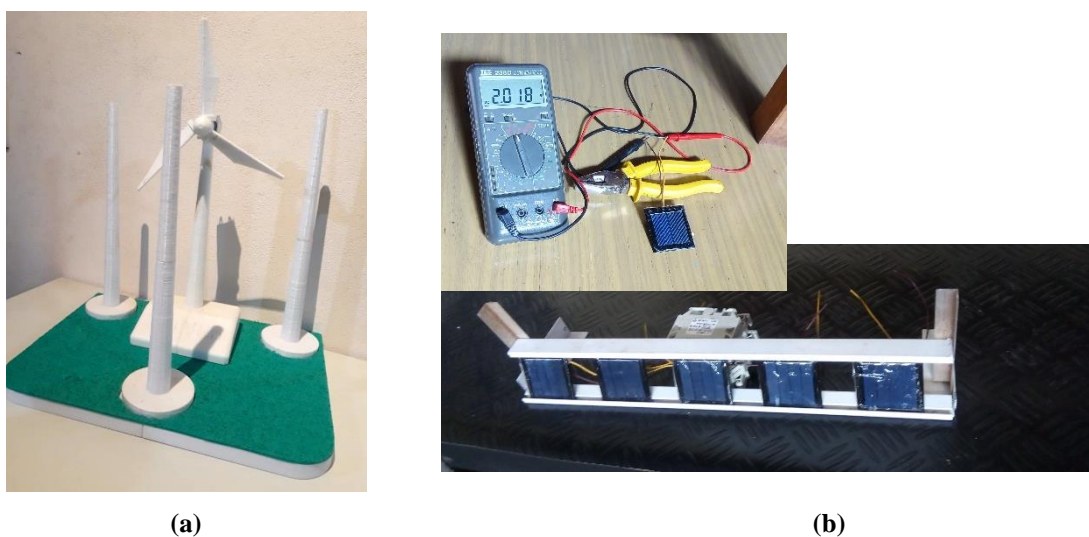


Fig. 5 – Energía renovables (a) Energía Eólica. (b) Energía Solar.

3.4. Consumidores finales

Como consumidores finales de la energía producida mediante las diferentes fuentes encontramos dos grandes grupos, estos son las industrias y residencias. En el sector de las industrias se tiene a los productores de bienes que en su línea de producción tienen un amplio uso de maquinarias, artefactos y elementos, los cuales desarrollan grandes potencias y preferentemente requieren de un mayor voltaje para su funcionamiento. Los consumidores de tipo residencial corresponden a los hogares, comercios y proveedores de servicios ubicados en zonas urbanas. A estos se le suministra un voltaje reducido con el fin utilizar artefactos dentro de su hogar que conlleven una mayor seguridad para el usuario. En la Fig. 4 se muestran la representación de los consumidores finales, residencias e industrias, que serán incluidos en el laboratorio portátil.



(a)



(b)

Fig. 6 – Consumidores finales (a) Residencias. (b) Industrias.

3.5. Componentes para el Control del Laboratorio Portátil

Los componentes que serán utilizados para el control del laboratorio portátil se muestran en la Fig. 5. El control centralizado del laboratorio portátil será mediante la versión del ARDUINO MEGA R3 que se muestra en la Fig. 5(a) que integra microcontrolador Atmel ATmega2560, el módulo ESP8266 Wi-Fi IC, el convertidor USB-TTL CH340G y posee 32 Mb (megabits) de memoria flash. A partir del estudio de los datasheet de los componentes se evaluaron los modos de control del dispositivo. Este modelo de microcontrolador tiene una serie de interruptores DIP integrados para configurar el modo de funcionamiento y seleccionar la forma de trabajo (juntos o de forma independiente). En la Tabla 1 se muestra el estado de los interruptores que son seleccionados según el modo de trabajo.

Tabla 1. Modos de configuración del ARDUINO MEGA R3

	1	2	3	4	5	6	7
CH340 connect to ESP8266 (upload sketch)	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON	ON
CH340 connect to ESP8266 (connect)	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON	OFF
CH340 connect to ATmega2560 (upload sketch)	OFF	OFF	ON	ON	OFF	OFF	OFF
CH340 connect to Mega2560 COM3 connect to ESP8266	ON	ON	ON	ON	OFF	OFF	OFF
Mega2560+ESP8266	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
All modules work independent	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF

Para representar de forma interactiva la circulación del flujo de energía, ya sea desde las centrales generadoras hacia los consumidores finales o las interconexiones entre los diferentes sistemas de generación, se utilizarán tiras de iluminación LED RGB como se muestra en la Fig. 5 (b), en el cual cada LED puede programarse individualmente por medio del chip WS2812B. En la góndola de los aerogeneradores se ubicarán los motores de corriente continua de tensión nominal 3V para simular el movimiento de las aspas por la acción del viento, como se muestra en al Fig. 5(c).

El parque solar estará compuesto por células solares fotovoltaicas capaces de entregar hasta 2V y 130mA. Para construir el sistema de energía fotovoltaico se dispone de 10 paneles como se muestran en la Fig. 5 (d). Cada una de las partes mencionadas anteriormente serán controladas via Wi-Fi IC por el microcontrolador que través de una aplicación en un teléfono móvil se dará las ordenes de activación de las fuentes de energías. El encendido de las luces LED indicarán de manera interactiva el flujo de la energía desde las diferentes fuentes hacia los consumidores finales, como también el acoplamiento de las energías renovables a la red eléctrica convencional.

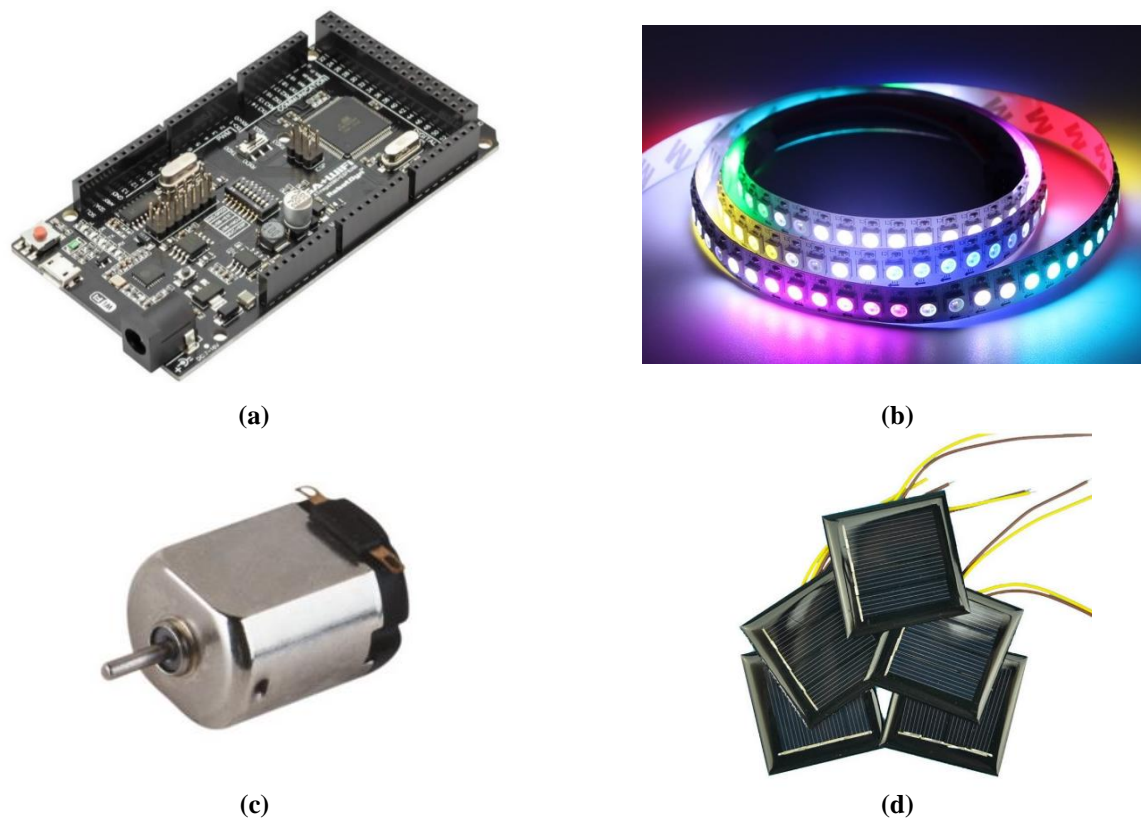


Fig. 7 – Componentes electrónicos: (a) Microcontrolador. (b) LED. (c) Motores de CC. (d) Paneles solares.

4. Conclusiones

En este trabajo se presentó los avances de actividades desarrolladas en el marco de un proyecto PROFAE. El diseño del laboratorio y la construcción de las piezas permitió capacitar al grupo de investigación en diversas áreas temáticas tales como técnicas de impresión en 3D, principio de funcionamiento de las fuentes de energías, configuración y programación de componentes electrónicos, entre otras actividades. A partir de la aprobación de proyecto en el mes de octubre de 2019 se iniciaron las actividades relacionadas con la gestión de compras y la adquisición de los componentes principales, lo cual permitió avanzar con las actividades programadas de acuerdo con el cronograma propuesto. Sin embargo, estas actividades se vieron interrumpidas debido a la problemática de salud actual que atraviesa la población mundial. No obstante, se continúan con las actividades que requieren de la búsqueda y actualización bibliográfica y la divulgación del proyecto.

Actualmente se cuenta con gran parte de las piezas disponibles para culminar el diseño final, aunque para lograr la completa representación se requiere de mayor financiamiento que será objeto de búsqueda en futuras convocatorias de proyectos.

Agradecimientos

Este trabajo se llevó a cabo gracias al financiamiento otorgado por el Programa de fortalecimiento a las actividades de extensión de la Secretaría general de extensión - Universidad Nacional de Misiones. En colaboración con la Universidad Nacional de Rafaela (UNRaf), Rafaela - Santa Fe.

5. Referencias

- [1] V. Bukarica and Z. Tomsic, "Design and Evaluation of Policy Instruments for Energy Efficiency Market," in *IEEE Transactions on Sustainable Energy*, vol. 8, no. 1, pp. 354-362, Jan. 2017, doi: 10.1109/TSTE.2016.2599584.
- [2] Plataforma de Escenarios Energéticos, "Hacia una Visión Compartida de la Transición Energética Argentina al 2050", *Secretaría de Energía-Ministerio de Hacienda de la Nación Argentina*, Buenos Aires, 2019.
- [3] Segnestam, L. "Indicators of environment and sustainable development: theories and practical experience", Washington, D.C. (EUA). 2003. 53 p. World Bank, Washington, D.C. (EUA).
- [4] Pearce, J. (2010). 3-D Printing of open source appropriate technologies for self-directed sustainable development. Queen's University 60 Union St., Kingston.