

**EDUCACIÓN, CULTURA Y COMUNICACIÓN AMBIENTAL**

**Contribución de la Universidad Tecnológica La Salle al desarrollo energético sostenible de Nicaragua.**

**Contribution of the La Salle Technological University to sustainable energy development of Nicaragua.**

**Marco Vinicio Sandino Castillo**

Universidad Tecnológica La Salle, Nicaragua

[marco.sandino@ulsa.edu.ni](mailto:marco.sandino@ulsa.edu.ni)

Recibido: 12/12/2017

Aceptado: 20/04/2018

Publicado: 29/06/2018

**RESUMEN**

El desarrollo sostenible constituye un objetivo estratégico para Nicaragua, quien se ha propuesto como meta para el 2027 el empleo de fuentes renovables en el 90% de la generación energética que se produzca en el país, explotando al máximo las potencialidades que brinda la hídrica para alcanzar lo anterior. A tono con estas proyecciones, la Universidad Tecnológica La Salle, desde su fundación en 2009, ha contribuido a dicho propósito no solo desde la promoción del desarrollo sustentable y la formación de profesionales que lideren el cambio a través de carreras como Mecánica; Energías Renovables; Eléctrica y Eficiencia energética, esta última aún en fase de diseño; sino también desde la investigación e innovaciones tecnológicas mediante un centro de estudios sobre Biogás y Biodiesel, sus aplicaciones productivas y adaptaciones tecnológicas, las cuales se han implementado principalmente en zonas rurales con un alto impacto social. Asimismo, fuera del ámbito académico, la universidad es parte de redes nacionales e internacionales que se enfocan en la promoción y ejecución de proyectos en ámbitos de energías sostenibles. El presente trabajo expone estas experiencias a través del análisis documental de los datos recogidos en fuentes oficiales de instituciones y organismos nacionales e internacionales en esta área, así como informes de resultados, reglamentos, normativas y documentos de Universidad Tecnológica La Salle.

**PALABRAS CLAVE:** energía eléctrica, fuentes renovables, impacto social, sostenibilidad.

**ABSTRACT**

Sustainable development is a strategic objective for Nicaragua, who has proposed as a goal for 2027 the use of renewable sources in 90% of the energy generation that occurs in the country, exploiting the potential of water to achieve the above. In keeping with these projections, La Salle Technological University, since its founding in 2009, has contributed to this purpose not only since the promotion of sustainable development and the training of professionals who lead change through careers such as Mechanics; Renewable energy; Electrical and Energy Efficiency, the latter still in the design phase; but also from research and technological innovations through a center of studies on Biogas and Biodiesel, its productive applications and technological adaptations, which have been implemented mainly in rural areas with a high social impact. Likewise, outside the academic field, the university is part of national and international networks that focus on the promotion and execution of projects in sustainable energy fields. The present work exposes these experiences through the documentary analysis of the data collected in official sources of national and international institutions and organizations in this area, as well as reports of results, regulations, regulations and documents of La Salle University of Technology.

**KEYWORDS:** electrical energy, renewable sources, social impact, sustainability.

## **INTRODUCCIÓN**

La generación de energía a través de fuentes renovables ha tenido, en los últimos años, un crecimiento exponencial motivado principalmente por el desarrollo de las tecnologías que facilitan un mayor aprovechamiento de su producción y la reducción de sus costos. A pesar de ser un país pequeño, Nicaragua ha obtenido el reconocimiento internacional en esta área a raíz del rápido incremento de su potencial que alcanza ya 4 500 MW de capacidad instalada.

En contraposición, la oferta académica para la formación de profesionales en esta especialidad a nivel universitario es limitada. Actualmente, solo la Universidad Tecnológica La Salle (ULSA) ofrece en el país una carrera enfocada a energías renovables; y pocas universidades ofrecen programas de especialización, posgrado o maestría en ellas. De igual manera, el desarrollo de la investigación y vinculación social en proyectos que aborden esta temática es muy limitada, aún y cuando se debe destacar la experiencia de instituciones como la Universidad Nacional de Ingeniería y la Universidad Centroamericana.

El presente trabajo se enfoca en analizar el aporte que ofrece al desarrollo energético sostenible de Nicaragua la ULSA en sus nueve años de funcionamiento, enfocándose para ello en el resultado alcanzado por sus procesos sustantivos: Docencia, Investigación y Extensión.

### ***Marco referencial***

La utilización de energías renovables en contraposición a las fuentes con combustibles fósiles y nucleares constituye hoy, a nivel mundial, una práctica fomentada en virtud de aminorar fundamentalmente el grave deterioro ambiental y la mala distribución de las riquezas. Como menciona Del Río (2017), las opciones de recursos renovables y amigables con el ambiente han crecido no solo en la producción, sino también en cuanto a los sistemas disponibles y formas de aprovechar la energía producida; identificados y propuestos como resultado de los proyectos de investigación asociados a fuentes renovables frente a las fuentes tradicionales.

La inclusión de la energía como uno de los Objetivos de Desarrollo Sostenible incluidos en la Agenda 2030, planteada por la Organización de Naciones Unidas (2015), muestra ya la sensibilidad de varios países con el rubro, reportándose una adición de 147 GW en capacidad de energías renovables, el mayor registrado en los últimos años. En el año 2016, 173 países establecen objetivos y acciones en su gestión gubernamental asociados a energías renovables, según señala la Red de políticas en energía renovables para el siglo XXI (2016) conocida como REN21, con lo que se estima que entre un 23.5% de la energía producida a nivel mundial se desarrollará a través de fuentes renovables. En estos datos, las fuentes hídricas son las que cuentan con una mayor participación (17.2%).

Según la REN21 (2016), este desarrollo en el uso de fuentes de energías renovables se debe principalmente a que ha habido un aumento en la rentabilidad de dichos sistemas; a iniciativas de políticas gubernamentales que incentivan el uso de energía amigable con el medio ambiente; mejoras en el acceso de fuentes de financiación; mayor nivel de seguridad energética; y preocupación por protección del medio ambiente.

En el caso de Centroamérica, todos los países han aprobado leyes y reglamentos asociados a incentivos fiscales para proyectos de generación de energía a través de fuentes renovables a nivel de pequeña y gran escala de producción. Se han realizado grandes esfuerzos para cambiar la matriz energética de los países, disminuyendo la dependencia de la energía a través de combustibles fósiles y ampliando el acceso a energía de las personas que históricamente eran excluidas (REN21, 2016).

Consecuentemente, Nicaragua ha desarrollado esfuerzos significativos desde hace más de una década. Desde el año 2005 se han puesto en vigor un conjunto de leyes enfocadas al fomento de las energías alternativas de las que se pueden destacar:

- Ley 443. Ley de Exploración de Recursos Geotérmicos.
- Ley 532. Ley de Promoción de Energía Eléctrica con Fuentes Renovables.
- Ley 554. Ley de Estabilidad Energética.
- Ley 662. Ley creadora del Ministerio de Energía y Minas.

De igual manera, el Plan Nacional de Desarrollo Humano 2012-2016 instituye la expansión de la red de transmisión eléctrica y ampliación de red de electrificación urbana y rural (con énfasis hacia la costa Caribe); la transformación de la matriz energética y el aumento de generación. Según el Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional (2012), esto ha permitido que el país pasara de una capacidad instalada de 1 060.1 MW en el año 2010 a una capacidad instalada de 1 341.5 MW en el año 2015 con un 49.84% de fuentes renovables, siendo la generación eólica la que representan una mayor capacidad de generación (Ministerio de Energía y Minas, 2015).

**Tabla 1.** Capacidad por tipo de fuente.

<b>Eólicas</b>	186.2	186.2
<b>Geotérmica</b>	154.5	88.0
<b>Solar</b>	1.4	1.0
<b>Biomasa</b>	176.3	90.0
<b>Térmicas</b>	672.9	609.5
<b>TOTAL</b>	1341.5	1116.6

**Fuente:** Ministerio de Energía y Minas (2017).

En la actualidad, el sector eléctrico de Nicaragua se estructura en cuatro niveles; el primero de estos son las entidades públicas regulatorias y generadoras de políticas, tales como el Instituto Nacional de Energía (INE) y el Ministerio de Energía y Minas (MEM), y luego se encuentran los niveles de generación, transmisión y distribución; en cada una de estas se encuentran empresas públicas o privadas como se muestra en la figura siguiente.

**Figura 1.** Estructura institucional del sector eléctrico nicaragüense.

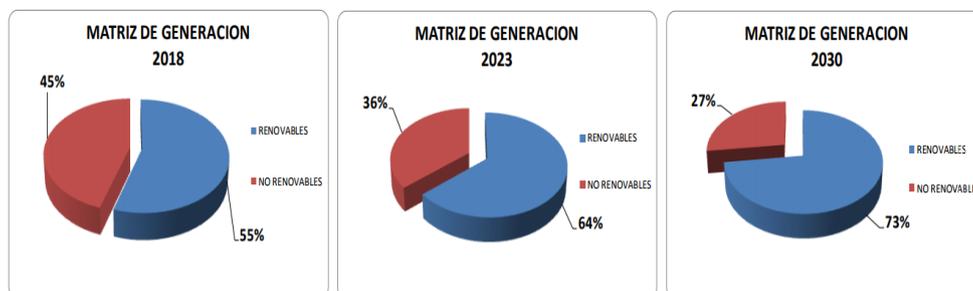
**Estructura institucional del sector eléctrico nicaragüense**



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (2015).

Para el 2017, el Gobierno de Nicaragua a través del MEM ha elaborado un plan de expansión de la generación eléctrica que abarca el periodo comprendido entre 2016-2030. En él se ha propuesto como meta para el año 2030, llegar a un 73% de la generación a través de fuentes renovables, aunque hay estimaciones que plantean que se puede alcanzar hasta el 90%, pues el potencial del país se calcula en 4 500 MW, con alta potencialidad en las fuentes hídricas (International Renewable Energy Agency, 2015).

**Figura 2.** Evolución prevista de la matriz de generación de energía.



**Fuente:** Ministerio de Energía y Minas (2017).

Para lograr cumplir estas metas, es necesario la participación de los diferentes actores que son parte del sector energético del país y de igual manera, aquellos que de forma indirecta influyen o pueden apoyar para establecer las condiciones requeridas para la transformación de la matriz energética, entre las que están la empresa privada, el sector financiero, organizaciones no gubernamentales (ONG) y universidades.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo de la investigación se utilizó una metodología de investigación documental a través de la cual se indagó, recolectó, organizó y analizó, Mengo (2009), información de diferentes fuentes secundarias oficiales que permitieron tener un panorama amplio del fenómeno estudiado.

El enfoque del trabajo es cuali-cuantitativo, pues los datos y fuentes de información sobre los que se trabaja incluyen leyes, documentos oficiales, diseños curriculares (cualitativos), estadísticas, proyecciones y datos de potencia instalada, gigavatios generados y demanda de país (cuantitativos). Las variables de análisis:

- Panorama mundial sobre energías renovables
- Panorama nacional sobre energías renovables
- Contribución de la ULSA al desarrollo energético sostenible de Nicaragua
  - Oferta Académica
  - Proyectos
  - Centros de Investigación
  - Asociación Renovables

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### *Oferta académica*

ULSA cuenta con una oferta académica compuesta por cuatro carreras del área de las ingenierías: Ingeniería en Gestión Industrial; Ingeniería Mecatrónica y Sistemas de Control; Ingeniería en Cibernética Electrónica e Ingeniería Mecánica y Energías Renovables. Esta última se desarrolló con el propósito de formar profesionales en la tecnología necesaria para emprender las tareas de diseño, mantenimiento y proyecto de sistemas técnicos energéticos, aprovechando para ello las fuentes renovables disponibles en el país: hidroeléctrica, eólica, solar fotovoltaica, geotérmica y biomasa.

Estos estudios cuentan con dos modalidades: regular y sabatino. La carrera de Ingeniería Mecánica y Energías Renovables es la carrera que cuenta con mayor demanda en la modalidad sabatino y la tercera de mayor demanda en la modalidad regular. En el caso de la modalidad sabatina, se cuenta con la característica de que los estudiantes en su mayoría trabajan, muchos de los cuales lo hacen en las plantas de generación energética del país, esto permite a la universidad influir de forma indirecta en la generación energética de Nicaragua.

Como característica, en cuanto a la tendencia de matrícula, la universidad en general ha tenido un comportamiento de crecimiento que se ha mantenido desde su fundación en el año 2009. La carrera de Ingeniería Mecánica y Energías Renovables ha mantenido dicho comportamiento tanto en la modalidad diaria como en la modalidad sabatina.

**Tabla 2.** *Número de estudiantes matriculados por año.*

PLAN DIARIO									
Carreras	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
IMS	16	29	40	52	56	66	87	92	114
IME	19	42	54	60	69	81	94	94	106
IGI	15	18	30	43	48	55	58	78	107
ICE	15	17	24	27	22	9	3	2	23
Totales	65	106	148	182	195	211	242	266	350

PLAN SABATINO									
Carreras	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
IMS	51	65	75	66	89	97	118	124	150
IME	24	52	61	69	91	114	132	145	176
IGI	-	-	1	0	0	0	0	0	18
ICE	-	-	1	0	0	0	0	0	0
Total	75	117	138	135	180	211	250	269	344

**Fuente:** *Registro Académico ULSA.*

Dado el crecimiento que ha presentado la universidad y la buena acogida de su oferta académica en ámbitos de ingeniería, así como por su interés por incidir positivamente en el desarrollo energético de Nicaragua como prioridad del país, ULSA se encuentra en proceso de elaboración de la carrera Ingeniería Eléctrica con énfasis en eficiencia energética, la cual tiene una alta demanda por parte de la industria y solo es ofrecida por la Universidad Nacional de Ingeniería en un diseño similar: Ingeniería Eléctrica; esta realidad se debe al costo que implica una oferta de este tipo en cuanto a disponibilidad de laboratorios y equipamiento para el desarrollo de la enseñanza práctica.

En este sentido, ULSA cuenta con 18 laboratorios y talleres dispuestos para el desarrollo de las clases prácticas de los estudiantes, dentro de los que se pueden destacar los: Laboratorio de Electrónica y Digital; Laboratorio de energía solar; Laboratorio de energía eólica; Laboratorio de hidroenergía; Laboratorio de Biomasa; Laboratorio de eficiencia energética; Laboratorio de máquinas eléctricas; y Taller de transformadores, entre otros (ULSA , 2017).

En cuanto a la demanda de la industria eléctrica del país, se realizó una encuesta con representantes de empresas e instituciones de la misma, quienes indicaron que sus entidades requieren de personal formado en esta especialidad. El 83.3% de ellos afirman que tienen dificultades para contratar profesionales en áreas de eficiencia energética y que estos cuenten con formación universitaria (ULSA , 2017).

### **Proyectos**

Desde su fundación, ULSA ha participado en diversos proyectos que han tenido un impacto social significativo en las áreas de energías renovables, estos se han gestionado desde la universidad y han obtenido fondos de diversos organismos internacionales como USAID<sup>1</sup>, GIZ<sup>2</sup> y BID<sup>3</sup>. Algunos de los resultados obtenidos han sido los siguientes:

- *Proyecto piloto aceite vegetal Jatropha Curcas como materia prima para biocombustible como una alternativa sostenible para el occidente de Nicaragua.*

Este proyecto fue seleccionado por la Red Mesoamericana de Investigación y Desarrollo de Biocombustibles (RMIDB), financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) con sede en Washington D.C, USA, y ejecutado por la ULSA, con el objetivo de: diseñar y construir en condiciones de laboratorio, la instalación y pruebas de operación en campo de un reactor de biodiesel para fines investigativos. Los principales resultados fueron: el incremento de la experiencia y conocimiento de la universidad en el diseño y operación de reactores y el establecimiento de estrategias de desarrollo humano de largo plazo en las comunidades las Lomas y el Espino.

El proyecto consistió en la siembra de 24 000 plantas de tempate para producir 8 000 litros de aceite vegetal en la etapa inicial, llegándose a producir 20 000 litros una vez que las plantas alcanzaron su madures fisiológica a los 5 años. Con ello se contribuyó a la reducción de 49.4 TNM de CO<sub>2</sub> y la dependencia de combustibles fósiles (ULSA, 2010).

- *Curso de especialización en Fotovoltaico 2016-2017.*

Consistió en el desarrollo de un curso de especialización para la generación de energía a través de fuentes fotovoltaicas, con el acompañamiento del Tecnológico de Costa Rica y con financiamiento del programa de Cooperación Alemana, de los que el 39% fueron becados por el programa GIZ, 32% docentes becados por ULSA y el resto lo recibieron de forma autofinanciada.

- *Centro de Negocios de Recursos Naturales y Energías Renovables (CENRENER).*

Dadas las experiencias positivas en el desarrollo de este tipo de proyectos, se creó en el año 2016 el CENRENER, el cual es la entidad de ULSA que coordina y ejecuta operaciones con fines comerciales; atiende demandas del mercado externo (productos o servicios especializados) y las necesidades de dependencias internas que desarrollan proyectos propios o para la comunidad. Actualmente el Centro

---

<sup>1</sup>Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional.

<sup>2</sup> Agencia Alemana de Cooperación.

<sup>3</sup> Banco Interamericano de Desarrollo.

está desarrollando un diagnóstico que permitirá obtener datos de: población no atendida por la red eléctrica regional, ubicaciones donde podrían desarrollarse mini proyectos de generación eléctrica y el impacto de tecnologías mecanizadas en los suelos agrícolas de la región de occidente.

- *Centro de Investigación e Innovación para el Desarrollo Tecnológico de Energías Alternativas (CIDTEA).*

En cuanto a temas de investigación, ULSA cuenta con la definición de las líneas que son de su interés. Estas están consideradas para su desarrollo no solo desde los trabajos y proyectos de fin de curso en las diferentes asignaturas de las carreras, el desarrollo de monografías y ejercicios de culminación de estudio; sino también desde el desarrollo de investigaciones llevadas a cabo por docentes, investigadores y demás colaboradores de la universidad.

En temas de sostenibilidad energética, se cuenta con las siguientes áreas de investigación:

- Ahorro y eficiencia energética
- Energías renovables
  - Biocombustible/Bioenergía
  - Energía Solar
  - Energía Eólica
- Generación y gestión de energía eléctrica
  - Sistemas hídricos
  - Generadores de corriente eléctrica
  - Energía del agua

Los inicios del CIDTE radican en el Laboratorio de Biocombustibles, espacio establecido desde la fundación de la universidad para el desarrollo práctico de las asignaturas. Sin embargo, al desarrollarse proyectos de investigación asociados a biodiesel y biogás, en el 2015 pasó a constituirse como centro de investigación, asumiendo como su principal objetivo albergar proyectos asociados a tecnologías e innovaciones vinculadas a generación de energías mediante fuentes alternativas. Cuenta con una estructura organizativa compuesta por tres colaboradores permanentes y con el acompañamiento de asesores y voluntarios que tributan y monitorean los proyectos que en él se desarrollan.

De conjunto con el Servicio Holandés de Cooperación (SNV por sus siglas en inglés), realizó la adaptación de una picadora de pasto con motor *Briggs & Stratton* marca «Trapp» para su funcionamiento con Biogás, distribuida en Nicaragua por la empresa Casa McGregor en el año 2015. Actualmente la Universidad, a través del CIDTEA se encuentra en proceso de desarrollo de adaptación de un sistema de enfriamiento de leche para su funcionamiento con biogás, el cual permitirá a los pequeños productores de las áreas ganaderas del país, tener una opción para mantener la calidad de este producto y así obtener mejores precios al momento de la comercialización del mismo (SNV-ULSA, 2017).

De igual manera, la universidad en conjunto con el SNV está desarrollando el diseño curricular de un programa de formación de Pequeñas Empresas, jóvenes profesionales y estudiantes en el diseño, construcción, instalación, mantenimiento, usos y aplicaciones del biogás que será ofrecido a 40 beneficiarios del occidente de Nicaragua con el objetivo de fomentar el uso de esta fuente de energía renovable.

Para el año 2016, se desarrollaron investigaciones en dos áreas relacionadas con biogás, producción de biogás con desperdicios del «Mercadito de Sutiaba» de León en el que se obtuvo como resultado que se produce en este un promedio de 559 kg al día de desperdicios orgánicos que permitirían generar

104 m<sup>3</sup> de biogás, menciona CIDTEA (2016) y producción de biogás con desperdicios de rastro municipal de León. Como resultado de estos proyectos de investigación, se diseñó y construyó un biodigestor en el rastro municipal de la ciudad de León y se brindó capacitaciones sobre el funcionamiento del biodigestor (CIDTEA, 2016).

Para el año 2017 se establecieron diferentes temas para el desarrollo de proyectos de investigación que están en procesos de ejecución, los mismos son:

**Tabla 3. Proyectos e Investigaciones en ejecución en el CIDTEA 2017.**

N/O	Proyecto	Objetivo
1	Caracterización del Biodigestor de domo fijo	Identificar la capacidad real de producción de biogás, su recuperación por el tipo de alimentación que recibe.
2	Almacenamiento de biogás por compresión	Definir los parámetros para realizar la compresión del biogás en neumáticos y en cilindros metálicos.
3	Ensayos del potencial de producción de biogás con diversos sustratos en biodigestores modelos.	Determinar a través de la experimentación el potencial de producción de biogás de distintas materias orgánicas.
4	Diseño del suministro de biogás al cafetín Ana y Milena	Evaluar el abastecimiento de biogás al cafetín Ana y Milena para eliminar el consumo de gas butano y leña.
5	Sustitución del biodigestor de bolsa actual en el CIDTEA	Planificar el cambio del actual biodigestor de bolsa por uno nuevo tipo BB10.
6	Caracterización del Biodigestor de domo fijo	Identificar la capacidad real de producción de biogás, su recuperación por el tipo de alimentación que recibe.
7	Almacenamiento de biogás por compresión	Definir los parámetros para realizar la compresión del biogás en neumáticos y en cilindros metálicos.
8	Ensayos del potencial de producción de biogás con diversos sustratos en biodigestores modelos.	Determinar a través de la experimentación el potencial de producción de biogás de distintas materias orgánicas.
9	Diseño del suministro de biogás al cafetín Ana y Milena	Evaluar el abastecimiento de biogás al cafetín Ana y Milena para eliminar el consumo de gas butano y leña.
10	Sustitución del biodigestor de bolsa actual en el CIDTEA	Planificar el cambio del actual biodigestor de bolsa por uno nuevo tipo BB10.

**Fuente:** CIDTEA (2016).

Las Monografías y Proyectos de Graduación (MPG), son un requisito establecido para obtener el grado de ingeniero en la ULSA, los egresados de la carrera de Ingeniería Mecánica y Energías Renovables pueden realizar investigaciones y/o proyectos que están vinculados a las líneas de trabajo establecidos en el CIDTEA, habiéndose realizado a la fecha seis MPG con apoyo directo del centro, sea este con acompañamiento de tutores que colaboran en el mismo o con uso de las instalaciones y brindándose materiales, recursos y documentación necesaria para el desarrollo de las mismas.

**Tabla 4. Monografías y Proyectos de Graduación elaborados en la carrera de Ingeniería Mecánica y Energías Renovables.**

Año	Tema	Comentario
2016	Diseño de un sistema de compresión para almacenamiento de biogás con presiones entre 10, 40 y 90 BAR	Se realizaron investigaciones sobre sistemas y programas que permitieran efectuar el análisis dinámico del sistema de compresión a través de tecnología CFD en un entorno virtual, lo cual no se logró simular. Se realizó un manual de ensamble de piezas y componentes donde se muestra datos técnicos, medidas y características de los componentes, materiales y equipos necesarios para el diseño antes mencionado.
2015	Análisis comparativo del diésel como combustible estándar y del aceite de <i>Jatropha Curcas L.</i> como combustible alternativo, en un motor Lutian LT 170F acoplado a un generador	Se realizaron 20 ensayos con ambos combustibles, se dividieron en cinco ensayos sin carga aplicada al generador, 15 ensayos conectado al generador y el generador tuvo cargas que se proporcionaron de un banco de resistencia que estaban divididas en 300, 700 y 1 000 W.
2015	Propuesta de un sistema de ahorro energético para el Complejo Tecnológico La Salle, en el período diciembre 2015 a julio 2015	Para el desarrollo técnico-económico del sistema de ahorro energético se plantearán principalmente las siguientes cuatro actividades: evaluación técnica de la situación actual de las instalaciones del CTLS, en cuanto a las condiciones de diseño y operación; análisis técnico de las posibles alternativas de optimización energética; evaluación económica de las alternativas de optimización energética seleccionadas y ordenadas en dependencia de su viabilidad económica y elaboración de un manual de buenas prácticas de consumo de energía eléctrica.
2015	Diseño de Turbina Axial tipo Semi – Kaplan con una potencia de 2.5 KW	El diseño propuesto para la Turbina Axial, corresponde a las condiciones de operación que se especifican dentro del documento (Flujo volumétrico y Altura Neta); las condiciones década fuente hídrica determinarán los parámetros de funcionamiento propios de cada modelo de turbina, por dicha razón no se especifica una zona geográfica para su implementación.
2015	Diseño de un sistema de almacenamiento portátil del biogás producido en digestores del Complejo Tecnológico La Salle	El modelado matemático se realizó resolviendo las ecuaciones de estado de los gases ideales y reales en Microsoft Excel Plus 2013. Para calcular la temperatura que el biogás ganó al ser comprimido, que posteriormente se graficó este comportamiento en Matlab2012, con ello se determinó los rangos de presiones a los que el biogás alcanza la temperatura de auto-ignición, la cual es de 595 °C, luego se graficó la densidad del biogás con respecto a la presión para

determinar la cantidad de biogás sometido a diferentes valores de presión en un recipiente de 100 libras, siendo la presión máxima a la que se sometió el biogás de 120 PSI (g), lo cual sirvió para mantener encendida la llama de una cocina por un tiempo promedio de 2 horas con 37 minutos, logrando almacenar en el recipiente 100 libras un volumen calculado de 989.63 litros de este biocombustible.

2014 Análisis comparativo del desempeño mecánico, eléctrico y emisiones de gases de la adaptación de un generador de corriente eléctrica de 750 W a base de gasolina para su uso con biogás como combustible alternativo

Se desarrollaron una secuencia lógica de investigaciones teóricas y experimentaciones científicas utilizando para tal fin el biogás producido por un biodigestor de 22 m<sup>3</sup> de cúpula fija. Para los ensayos se utilizan dos tecnologías de adaptación de motores gasolina a biogás. Se realizaron 45 ensayos, tres por cada carga eléctrica aproximada, en tres momentos por cada tecnología de mezcla aire/combustible. Los ensayos demuestran la viabilidad de la adaptación de motores gasolina utilizando tecnología de mezcladores Venturi desarrollada por Mitzlaff. De acuerdo a las experimentaciones el uso del Mezclador Venturi CTLS\_MV04 no resulta en daños mecánicos ni afectaciones eléctricas del motor-generador, al contrario, ofrece mayores prestaciones en lo referente a emisiones de gases contaminantes y residuos de combustión.

---

**Fuente:** ULSA (2017).

ULSA es miembro desde el año 2010 de la Asociación Renovable de Nicaragua, una organización conformada por más de 30 actores entre empresas, ONGs e instituciones Académicas, cuya misión se enfoca en «...organizar y fortalecer a los actores nicaragüenses para masificar el uso equitativo y eficiente de las fuentes renovables de energía en el sector público y privado...».

La asociación tiene su impacto enfocado a tres roles principales: promotor y articulador, gestor de información y conocimiento, generador y desarrollador. ULSA forma parte de la Junta Directiva desde el año 2016 y por dos períodos consecutivos ha mantenido la presidencia de la misma, siendo el área temática de interés de la universidad «Eficiencia Energética».

Actualmente, en el Plan Estratégico desarrollado por la asociación, se han establecido como ejes transversales: la transformación de la matriz energética, impulso del acceso a la energía desde y para la comunidad, promover la sostenibilidad y el uso de fuentes renovables de energía y eficiencia energética, y la promoción de la iniciativa SE4All.

A través de los trabajos de la Asociación, se ha logrado dar un impulso a actores clave para la promoción de las energías renovables en Nicaragua, conformar y consolidar redes de trabajo de dichos actores, gestionar fondos para el desarrollo de proyectos e impulsar leyes a nivel nacional para la promoción de las energías renovables.

El desarrollo energético sostenible en Nicaragua cuenta con un amplio potencial, sin embargo, es necesaria la participación de actores desde diferentes áreas para su desarrollo, ULSA como institución académica de educación superior, en los 9 años que tiene de funcionamiento, ha logrado incidir de forma directa e indirecta principalmente en temas de energía renovable y eficiencia energética.

Tomando en cuenta este contexto, a pesar de las potencialidades en recursos del país, cabe la pregunta si se cuenta con las condiciones necesarias para lograr ese desarrollo propuesto, ULSA ha establecido su rol en el Desarrollo Sostenible, principalmente la de crear capacidades que permitan hacer realidad la meta establecida, definiendo acciones que están vinculadas a las tres funciones principales de una universidad.<sup>4</sup>

En lo que respecta a docencia, esta cuenta con una carrera a nivel de ingeniería en temas de energías renovables, la cual ha tenido buena demanda de parte de los estudiantes que culminan sus estudios de secundaria y técnicos medios que culminaron años atrás sus estudios y se encuentran colaborando en empresas de este sector. De igual manera, las empresas han respondido positivamente a los egresados de la universidad y han mostrado confianza en la calidad de enseñanza (principalmente por el enfoque práctico que se logra con la disponibilidad de talleres y laboratorios debidamente equipados), esto ha dado la pauta para que actualmente se esté trabajando en la ampliación de la oferta académica con una ingeniería en área de eficiencia energética.

Sobre investigación, ULSA ha logrado desarrollar estudios y proyectos significativos, muchos de los cuales terminaron en el desarrollo de una MPG o como resultado en la elaboración de una innovación y adaptación destinada a dar solución a una problemática en particular. Sin embargo, todavía hay pocos esfuerzos desarrollados para la divulgación de los resultados de las investigaciones, existe poca sistematización de la misma y a la fecha la universidad, a través de sus docentes o estudiantes, no ha logrado realizar una publicación de los resultados de investigación en áreas de energías renovables y eficiencia energética.

En lo que respecta a Extensión Universitaria, ULSA cuenta con experiencias de impacto significativo, logrando gestionar proyectos que permiten mejorar las condiciones de vida de las comunidades partiendo de la experiencia técnica-científica de su comunidad, ya que tanto docentes como estudiantes forman parte de los mismos. El esfuerzo principal de la universidad en temas de energías renovables está enfocado en la temática del Biogás, para ello ha sido clave la alianza que ha mantenido la universidad con el programa SNV, el cual no solo figura como un organismo financiador, sino que su apoyo ha permitido el establecimiento de redes de colaboración con diferentes actores, compartir experiencias y resultados de investigaciones y proyectos ejecutados y desarrollar en conjunto con expertos en temas de biogás.

## **CONCLUSIONES**

Nicaragua cuenta con un potencial energético de hasta 4 500 MW a través de fuentes renovables. Se destaca que el potencial del país incluye las cinco principales fuentes de energía limpia: eólica, solar, hídrica, biomasa y geotérmica.

ULSA, a pesar de contar con una oferta académica pequeña, cuenta con una carrera de Ingeniería Mecánica y Energías Renovables que es única en el país y que forma estudiantes para la producción de energía en las cinco fuentes antes mencionadas.

ULSA ha logrado impactar positivamente en comunidades, a través de proyectos que se enfocan en la producción de biogás y biodiesel, la universidad cuenta con una amplia experiencia en dichas fuentes

---

<sup>4</sup> Docencia, investigación y extensión.

de energía, donde además se ha concentrado la mayor parte de los trabajos de investigación desarrollados por estudiantes y docentes.

A través de la Asociación Renovables de Nicaragua, ULSA ha logrado incidir en el desarrollo de políticas y leyes a nivel nacional para la promoción de la generación de energía a través de fuentes renovables.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Castro Aráuz, N. (2017). Informe de gestión julio 2016 - agosto 2017. Asociación Renovable Nicaragua.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2015). *Informe Nacional de Monitoreo de la Eficiencia Energética de Nicaragua*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe <https://www.cepal.org/es/publicaciones/38910-informe-nacional-monitoreo-la-eficiencia-energetica-nicaragua>

Centro de Investigación e Innovación para el Desarrollo Tecnológico de Energías Alternativas. (2016). Separación de los desechos orgánicos en el mercadito de Sutiaba.

Centro de Investigación e Innovación para el Desarrollo Tecnológico de Energías Alternativas. (2016). Informe de rendición de Cuentas Plan Estratégico 2016-2018.

Del Río Portilla, J. A. (2017, 12 y 13 de octubre). Estado del arte y futuro de las energías renovables. In Cátedra ANUIES de Energías Renovables, Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, México. <https://cutt.ly/8yuaKZi>

Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional. (2012). Plan Nacional de Desarrollo Humano 2012-2016. <https://cutt.ly/8yuaKZi>

International Renewable Energy Agency. (2015). *Nicaragua. Evaluación del estado de preparación de las energías renovables*. International Renewable Energy Agency. <https://n9.cl/lut2>

Mengo, O. (2009). La investigación documental. [Diapositivas de Power Point]. SlideShare <https://www.slideshare.net/omengo/clase-n-3-investigacin-documental>

Ministerio de Energía y Minas. (2015). Anuario Estadístico del Sector Eléctrico Nacional. <http://www.mem.gob.ni/wp-content/uploads/2017/03/Anuario-Estadistico-Elctrico-2015.pdf>

Ministerio de Energía y Minas. (2017). Plan de Expansión de la Generación Eléctrica de 2016-2030. <http://www.mem.gob.ni/wp-content/uploads/2017/03/Plan-de-Expansion-2016-2030.pdf>

Organización de Naciones Unidas. (2015). Objetivos de Desarrollo Sostenible. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

Red de políticas en energía renovables para el Siglo 21. (2016). *Energías Renovables 2016. Reporte de la situación mundial*. Banco Interamericano de Desarrollo. <https://n9.cl/kngw>

SNV-ULSA. (2017). Convenio de colaboración entre el Servicio Holandés de Cooperación al desarrollo y la Universidad Tecnológica La Salle.

Universidad Tecnológica La Salle. (2017). Proyecto de Carrera Ingeniería Eléctrica con énfasis en Eficiencia Energética (En proceso de presentación al CNU).

Universidad Tecnológica La Salle. (2010). Proyecto piloto aceite vegetal *Jatropha Curcas* como materia prima para Biocombustible como una alternativa sostenible para occidente de Nicaragua. Ministerio de Energía y Minas.