



**DIVISIÓN DE INGENIERÍA**

**OPTIMIZACIÓN MULTIOBJETIVO LEXICOGRÁFICA EN LA  
IDENTIFICACIÓN DE TECNOLOGÍAS, PARA GENERAR  
ENERGÍA ELECTRICA SOSTENIBLE A COMUNIDADES  
INDIGENAS EN ZONAS NO INTERCONECTADAS**

**Tesis Doctoral**

**Edgar Ojeda Camargo**

**Barranquilla, 2016**

OPTIMIZACIÓN MULTIOBJETIVO LEXICOGRÁFICA EN LA IDENTIFICACIÓN  
DE TECNOLOGÍAS, PARA GENERAR ENERGÍA ELECTRICA SOSTENIBLE A  
COMUNIDADES INDIGENAS EN ZONAS NO INTERCONECTADAS

Tesis doctoral para optar al título de: **DOCTOR EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Presentado por: **EDGAR OJEDA CAMARGO**

A:

**Director**

PhD **ALCIDES SANTANDER MERCADO**  
Profesor Universidad del Norte, Barranquilla

**Co-director**

PhD **JOHN CANDELO BECERRA**  
Profesor Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín

UNIVERSIDAD DEL NORTE  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
BARRANQUILLA, COLOMBIA

2016

## Resumen

La producción de energía (solar y eólica) ha tenido un crecimiento constante en los últimos años y más en ZNI, se espera que estas opciones se conserven en el tiempo estimuladas por las ventajas económicas y ambientales que aportan en comparación con el combustible fósil. Sobresalen de las renovables la disminución de las emisiones de GEI, el desarrollo económico sostenible, entre otros aspectos. Sin embargo, a pesar de sus beneficios existen inquietudes por los impactos económicos y ambientales que pueden generar las diferentes tecnologías creadas y utilizadas para el aprovechamiento de estas fuentes. La teoría de la decisión multi-objetivo con técnica lexicográfica, es una herramienta utilizada para priorizar los diferentes objetivos en la toma de decisiones en estos casos, dando respuesta a las anteriores inquietudes capaz de optimizar los costos de generación, el impacto al medio ambiente y promover un desarrollo sostenible en ZNI. De esta manera se construyó un modelo de optimización basado en técnica lexicográfica, que identificó la mejor opción tecnológica en el diseño de sistemas híbridos para la generación de energía eléctrica a comunidades indígenas que habitan ZNI, y/o para enviarla al SIN. Este modelo contiene condiciones económicas y ambientales viables y sostenibles en la utilización de las FER, particularmente a la energía solar y eólica. A las cuales se les hizo un diagnóstico que dé cuenta del potencial energético existente en el área de estudio, donde se desarrollaron estimaciones de la velocidad del viento en algunos puntos y de la misma manera, la RG a partir del brillo solar. El modelo diseñado incluyó la construcción de tres funciones objetivos, el diseño de seis sistemas energéticos (tres solares y tres eólicos) para conocer los costos de generación de la energía durante su ciclo de vida de acuerdo al comportamiento de la demanda, y el ACV de estas tecnologías para identificar el impacto ambiental. Se consideró alimentar el modelo no con datos teóricos, sino con información contextualizada a una región específica en este caso a la Guajira Colombiana, que permitiera validar el modelo esbozado. Entre los aportes importantes de la investigación se registra el modelo multi-objetivo con técnica lexicográfica; las nuevas restricciones iniciales (económicas, ambientales y energéticas) y las adicionales; la identificación de nuevas variables y parámetros; el diseño de los sistemas energéticos adaptados a la región y la identificación de estrategias sociales, para la adopción de las tecnologías evaluadas por parte de las comunidades indígenas. Entre los resultados más relevantes del estudio está la adaptación de seis sistemas energéticos a la región de la Guajira; la validación del modelo y su capacidad para resolver problemas generales, donde la primera función minimizó el costo de generación, y las dos últimas optimizaron la huella de carbono al medio ambiente en dos categorías de impactos (emisiones de CO<sub>2</sub> y TEP) a lo largo de la vida útil de las tecnologías seleccionadas; la tipificación de estrategias sociales para apropiar proyectos en comunidades indígenas; la caracterización de las condiciones sociales de estas agrupaciones en ZNI y la identificación de beneficios sociales, por el suministro de energía a partir de las FER. En síntesis, la investigación es un aporte significativo para el mejoramiento sostenible de las condiciones de vida de aquellas comunidades que habitan ZNI, y con implicaciones sociales difíciles.