

Exploración en el dimensionamiento de sistemas de energía solar térmica para ACS usando redes neuronales artificiales

Sánchez, Luisa Fernanda; González-Salcedo, Luis Octavio

Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira, Facultad de Ingeniería y Administración, Grupo de Investigación en Eficiencia y Energías Alternativas GEAL, Palmira, Colombia

e-mail: logonzalezsa@unal.edu.co

Resumen: Para el calentamiento de agua con energía solar, se usan sistemas térmicos que incluyen el uso de colectores solares siendo los más comunes para este tipo de aplicación, los colectores de placa plana. El proceso de diseño del sistema térmico involucra entre otros aspectos, el dimensionamiento del área de la superficie colectora, la cual se determina a partir de las condiciones ambientales, condiciones de energía solar disponible, ubicación geográfica, condiciones de colocación del colector, demanda de agua, y características de fabricación del colector; y protocolos de diseño que están estandarizados. En el presente trabajo se explora el uso de redes neuronales artificiales como herramienta tecnológica en el dimensionamiento del área colectora. Para evaluar la confiabilidad en la estimación se usó como indicador de desempeño, el factor de correlación lineal R. Los resultados muestran que la estimación usando la técnica elaborada es confiable y puede ser usada de manera generalizada.

Desarrollo del Trabajo:

Ubicación geográfica del campo de exploración: Ubicaciones geográficas localizadas en el hemisferio norte, considerando como referencia de dicha ubicación la latitud, expresándose en medidas angulares que varían desde 0° del Ecuador hasta los 90°N del Polo Norte.

Construcción del conjunto de entrenamiento de las redes neuronales artificiales: Base de datos conformada por 100 vectores de información elaborados a partir del diseño de sistemas de energía solar térmica de acuerdo con el protocolo propuesto por CENSOLAR [1]. Las variables consideradas son: Latitud en grados [LAT], consumo anual promedio en m³ [Q], temperatura del agua en la red en °C [Ta], Irradiación solar horizontal promedio en MJ/m²/día [H], término independiente de la curva de eficiencia del colector solar a usar [b], pendiente de la curva de eficiencia del colector solar a usar [m], factor de corrección de H acorde al entorno [fk], siendo 1.05 para ambientes libres de contaminación, 0.95 para ambientes urbanos, y la inclinación de la superficie colectora en grados [I]. Como variable de salida se asocia a esta información para cada patrón, el área de la superficie colectora en m² [A]. Conformaciones de redes neuronales artificiales:

Número de neuronas en la capa oculta $S < (N_{data} - 1) / (n + 3)$ [2]

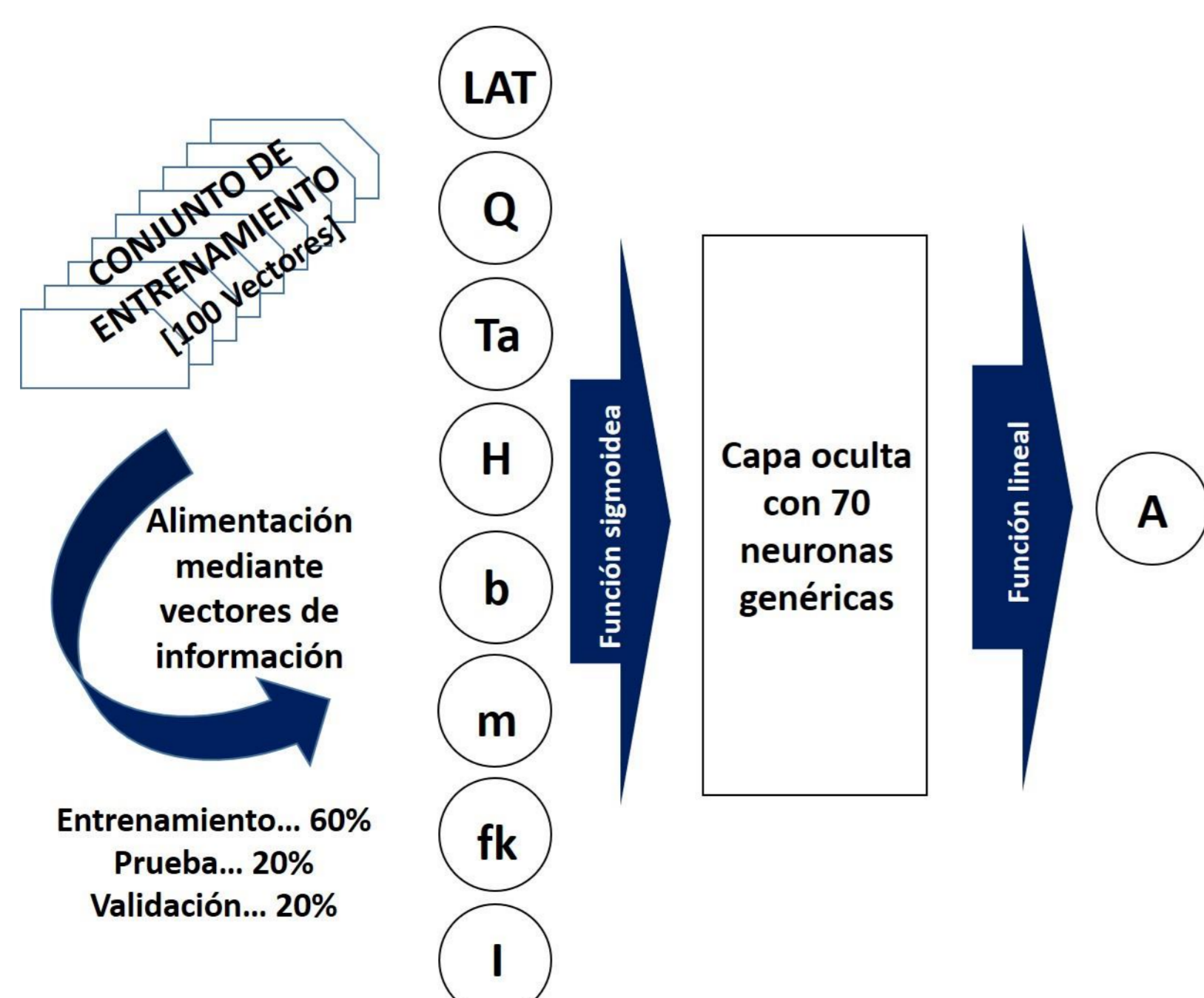
84 conformaciones (12 métodos de entrenamiento [Levenberg-Marquardt, Regularización Bayesiana, Cuasi-Newton de Algoritmo BFGS, Retro-propagación Resiliente, Gradiente Conjugado Escalonado, Gradiente Conjugado con Reinicio de Powell-Beale, Gradiente Conjugado de Fletcher-Powell, Gradiente Conjugado de Pollak-Ribière, Secante de un Paso, Gradiente Descendente con Tasa de Aprendizaje Variable, Gradiente Descendente con Momento, y Gradiente Descendente] x 7 topologías de neuronas en la capas oculta).

Evaluación del desempeño: factor de correlación lineal R

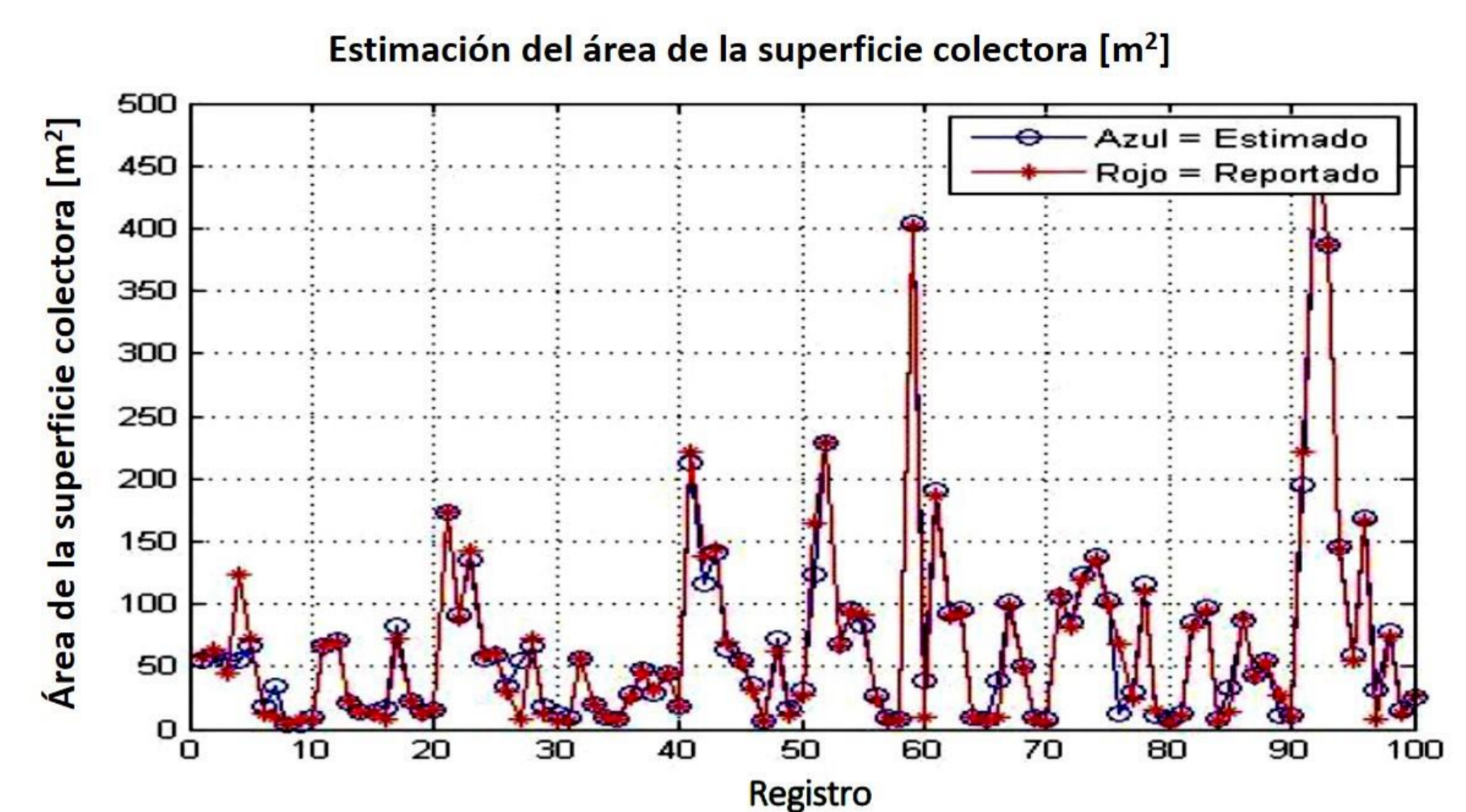
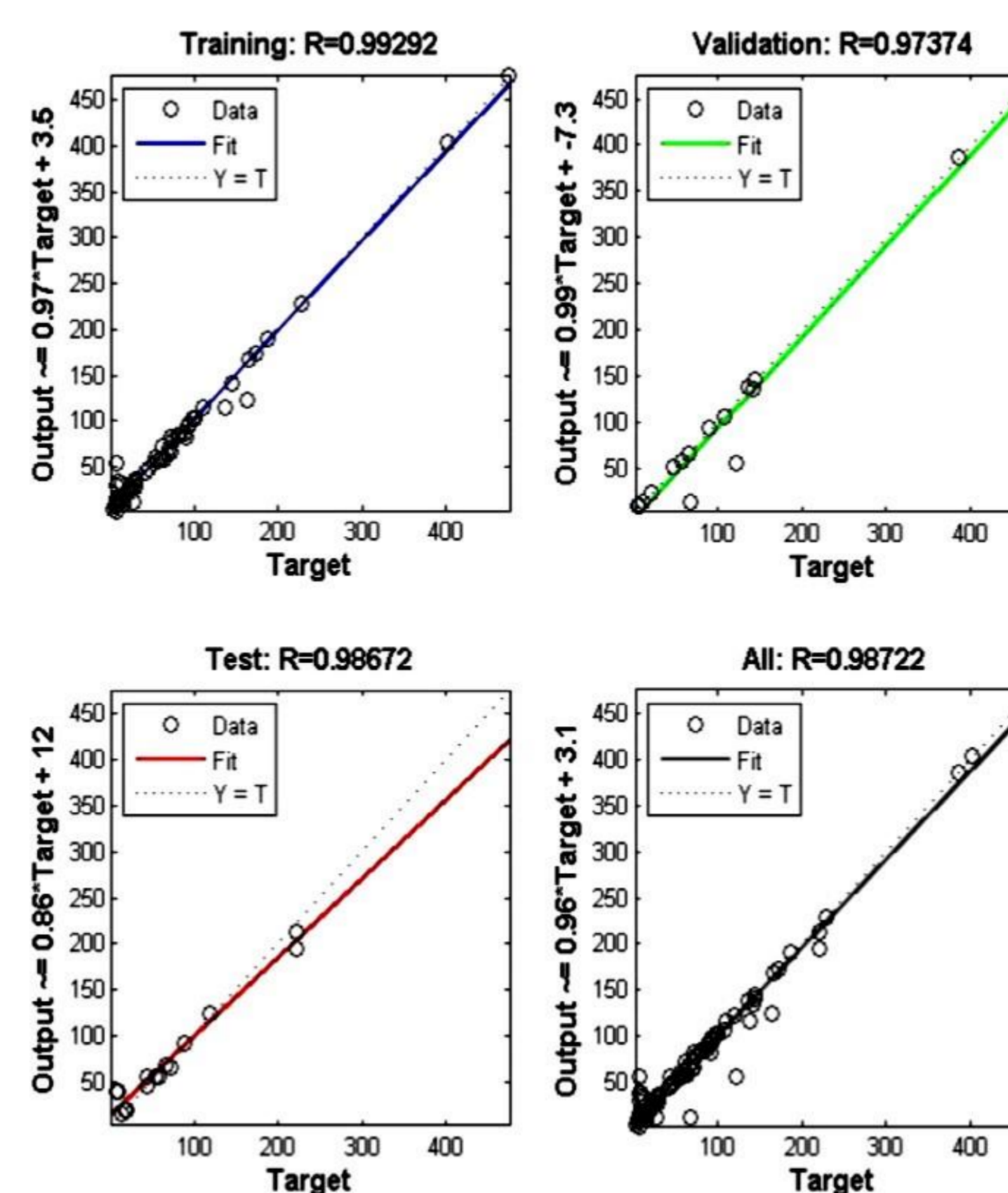
$$R = \sqrt{1 - ((\sum_{i=1, n} (Areal_{,i} - Aestima_{do, i})^2) / (\sum_{i=1, n} (Areal_{,i})^2))} \quad [3]$$

Funcionamiento computacional: codificación en un algoritmo usando lenguaje de programación M, propio de la herramienta del software matemático MATLAB® para plataforma WINDOWS®.

Arquitectura: Método con mejor desempeño **Algoritmo de Levenberg-Marquardt, R>0.97**



Resultados:



Conclusiones:

El trabajo permite mostrar el entrenamiento de una red neuronal artificial, que corresponde a una red multicapa feedforward-backpropagation, para ser usada en el dimensionamiento de sistemas de energía solar térmica para ACS, en este caso para la estimación del área de la superficie colectora basada en colectores de placa plana; la red neuronal artificial generaliza adecuadamente los resultados que se obtienen en los protocolos convencionales de diseño. Los resultados obtenidos permiten trazar las siguientes conclusiones y recomendaciones para futuras agendas: 1) el indicador de desempeño considerado, el factor de correlación lineal R, muestra que la red neuronal artificial es confiable para la estimación del área de la superficie colectora basada en colectores de placa plana, para el problema de dimensionamiento de sistemas de energía solar térmica para ACS, acorde a los resultados que se obtendrían con los métodos convencionales de diseño; 2) la consideración en la red neuronal artificial de variables que identifican la ubicación geográfica del proyecto (latitud) y las condiciones de disposición del colector (inclinación del colector), en conjunto con el resultado del indicador de desempeño, muestran la capacidad de la red de relacionar estas variables con la influencia que tienen sobre el valor de la energía por radiación disponible, como se establece en los protocolos de diseño. Esto evidencia lo reportado en la literatura, sobre la capacidad como reconocedora de patrones la tecnología neuronal artificial, generando así una herramienta de predicción universal en el problema abordado; 3) la exploración realizada permite potenciar el uso de la red neuronal artificial para su uso como herramienta computacional para procesos de sistematización del protocolo de diseño, por ejemplo, como componente lógico en el aprendizaje de máquinas para tal fin, y 4) se abre una agenda futura de investigación y desarrollo informático, al extender el uso de redes neuronales artificiales en el dimensionamiento de sistemas de energía solar térmica para ubicaciones generales (hemisferio norte y hemisferio sur), y de otras tipologías de colectores.

Referencias:

- [1] Castro M., Colmenar A., "Energía solar térmica de baja temperatura", CENSOLAR, 2008
- [2] González-Salcedo L. O., Gotay-Sardinas J., Roodschild M., Will A. L. E., Rodríguez S., Optimización en la elaboración de redes neuronales artificiales usando una metodología de algoritmo de poda, Ingenio Magno. V. 8, N. 1, 44–56 (2017).
- [3] Tabarquino V. H., González L. O., Will A. L. E., Estimación del volumen de un biodigestor tipo balón usando redes neuronales artificiales, Informador Técnico. V. 80, N. 1, 41–48 (2016).