

# Reconocimiento de patrones y evaluación del daño generado en aceros de baja aleación a partir del procesamiento digital de imágenes e inteligencia artificial

*Recognition of patterns and evaluation of the damage generated in low-alloy steels from the digital processing of images and artificial intelligence*



Edgar-Augusto Ruelas-Santoyo<sup>1</sup>, José-Antonio Vázquez-López<sup>2</sup>, Roberto Baeza-Serrato<sup>3</sup>, José-Alfredo Jiménez-García<sup>2</sup>, Moisés Tapia-Esquivias<sup>2</sup>, Vicente Figueroa-Fernández<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto Tecnológico Superior de Irapuato (Méjico)

<sup>2</sup> Instituto Tecnológico de Celaya (Méjico)

<sup>3</sup> Universidad de Guanajuato (Méjico)

DOI: <http://dx.doi.org/10.6036/9219>

La metalografía es la ciencia que estudia la constitución y estructura de los metales y aleaciones. A través de los estudios metalográficos se establece la relación que existe entre la composición, estructura y propiedades. [1]. Los aceros de baja aleación contienen una cantidad de elementos aleantes que no supera el 8% en peso. El acero T22, contienen 1% de Mo para aumentar la resistencia a la termofluencia además de 2.25% de Cr para mejorar la resistencia a la corrosión, la ruptura dúctil y la resistencia a la grafitización. El artículo presenta un sistema neuronal-difuso mediante el cual es posible realizar un reconocimiento del patrón metalográfico y una estimación cuantitativa del daño presente en aceros de baja aleación generado por altas temperaturas en una escala establecida de [0,10], [2].

Debido a que el acero de baja aleación grado T22 es sometido a condiciones de altas temperaturas se generan diferentes estados en su microestructura de forma repetitiva desde el inicio hasta el final de su vida útil: porcentaje de perlita esferoidal, 1(b) nivel de descarburización y 1(c) presencia de nódulos de grafito.

La caracterización de la imagen metalográfica es realizada por tres técnicas: Estadísticos de diferente orden y momentos invariantes de Flusser y Hu. Las topologías de RNA's propuestas en las Tabla 1, realizan de forma eficiente la tarea de clasificación-reconocimiento de los patrones metalográficos. El método utilizado para la inferencia es el método Mamdani que utiliza reglas: si-entonces.

	Estadísticos	Flusser	Hu
Parámetro	Valor	Valor	Valor
Neuronas en la capa oculta.	38	27	72
Función de activación.	Tangente-Hiperbólica		
Visualización en entrenamiento.	50		
Tasa de aprendizaje.	0.005	0.005	0.01
Error permitido.	1e-4	1e-5	1e-4
Iteraciones.	5000	4000	6000
Tipo de entrenamiento.	Gradiente escalada conjugada		

Tabla 1: Topologías RNA's

Los resultados de la clasificación-reconocimiento mediante las tres diferentes técnicas en los tres diferentes patrones de comportamiento del material se validaron a partir de los indicadores de sensibilidad, especificidad y exactitud donde se demostró que la combinación de estadísticos genera una señal de entrada más eficiente para la RNA con un valor del 98.75%. Para validar la estimación del deterioro en el material se realizó una prueba de hipótesis estadística con una confianza del 95%, donde se comprobó que la estimación del sistema experto y el experto humano son iguales.

El sistema contribuye como elemento de diagnóstico para la tarea de clasificación-reconocimiento de patrones metalográficos del acero de baja aleación, además aporta una estimación cuantitativa sobre el deterioro del acero sufrido en plantas termoeléctricas. De acuerdo a los resultados, es viable pensar en establecer el sistema propuesto dentro de empresas que requieran análisis de materiales y no cuenten con un experto de forma inmediata.

## REFERENCIAS

[1] Newell, J. (2016). Ciencia de materiales aplicaciones en ingeniería. Alfaomega, México. ISBN:6077073113.

- [2] RUELAS-SANTOYO, Edgar Augusto, VAZQUEZ-LOPEZ, Antonio, BAEZA-SERRATO, Roberto et al. ESTIMATION OF PRESENT DAMAGE IN LOW-ALLOY STEELS THROUGH ARTIFICIAL INTELLIGENCE. DYNA New Technologies, Enero-Diciembre 2019, vol. 6, no. 1, [13 p.]. DOI: <http://dx.doi.org/10.6036/NT8943>
- [3] Erkamaz O, Ozer M, Perc M. (2017). Performance of small-world feedforward neural networks for the diagnosis of diabetes". Applied Mathematics and Computation. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.amc.2017.05.010>