



EL LORO HUASTECO

Órgano de Divulgación Científica y Tecnológica del
Instituto Tecnológico Superior de Pánuco

ISSN: 2007-8587

Vol. 11, Num. 1

CATEGORÍAS

Ambiental

Contador Público

Electrónica

Gestión Administrativa

Industrial

Informática

Investigación Educativa

Petrolera

Química

Sistemas Computacionales

ellorohuasteco.website

Diciembre 2024



TECNM | TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico Superior de Pánuco





EL LORO HUASTECO
Órgano de Divulgación Científica y Tecnológica
Tecnológico Nacional de México, Campus Pánuco

ÍNDICE

1. **Diseño de una red inteligente basada en radios digitales LoRa para la transmisión de múltiples variables usando estructuras JSON.** 1
Fernando Ríos Cortés, Víctor Hugo Pérez Concha, Mario Alberto García Martínez, Fernando Bautista Hernández.
2. **Metales pesados en suelos de las márgenes del Río Seco de Comalcalco, Tabasco.** 12
Azucena del Rosario Fraire Vázquez, Amalia Xiutlhalzin Ruíz Moreno y Baltazar Sánchez Díaz Autor.
3. **Caracterización de fallas por corto circuito entre vueltas de devanados de transformadores monofásicos, utilizando mediciones electromagnéticas y térmicas.** 24
Gilberto Alejandro Herrejón Pintor, Juan Carlos Olivares Galván y Ana Celia Segundo Sevilla.
4. **Optimización de diseño de ventilador portátil de traslado para asistencia respiratoria.** 38
Manuel Antonio Arenas Méndez, Carlos Alberto Contreras Verteramo, Marco Antonio Díaz Martínez.
5. **La innovación del plan de negocios basado en redes de mercadeo.** 50
Violeta Jiménez Zárate, Apolinar Jair Delgado Ramos y Elsa Citlaly Jiménez Juárez.
6. **Impacto de las habilidades blandas en el liderazgo de estudiantes universitarios.** 60
Nadia Margarita Vega Blanco, Alma Leticia Cruz Méndez, Ariadna Daulet Santiago Santiago y Edgar Jearvavi Vázquez Moreno.
7. **Propuesta de un sistema de monitoreo agrícola basado en técnicas de IA.** 75
Angela Pérez Florentino, Héctor Hugo Moreno Pérez y Argja Lilí Paz Molina.
8. **Sistemas sustentables en apiarios: Revisión sistemática de la literatura.** 85
Reina Verónica Román Salinas, Manuel Antonio Arenas Méndez, Carlos Alberto Contreras Verteramo y Marco Antonio Díaz Martínez.
9. **Implementación de la Raspberry Pi como sistema digital para promoción de carreras del ITSP.** 94
Juan Carlos Ramírez Vázquez, Guadalupe Esmeralda Rivera García y Marlene Pérez Arteaga.
10. **Adaptación de horno didáctico de fundición para cocción experimental de materiales cerámicos.** 104
Alda Nelly Aradillas Ponce, Carlos Alberto Contreras Verteramo y Manuel Antonio Arenas Méndez.



Diseño de una red inteligente basada en radios digitales LoRa para la transmisión de múltiples variables usando estructuras JSON

Fernando Ríos Cortés^{1}, Víctor Hugo Pérez Concha¹, Mario Alberto García Martínez¹ y Fernando Bautista Hernández¹*

¹TecNM Campus Orizaba

*fernando.rc@orizaba.tecnm.mx

RESUMEN

El presente artículo aborda el diseño y desarrollo de una topología de red inteligente basada en radios digitales LoRa para la Transmisión de Múltiples Variables utilizando estructuras JSON. La tecnología LoRa ha emergido como una solución de conectividad inalámbrica eficiente para aplicaciones de Internet de las Cosas (IoT) debido a su larga distancia de alcance y bajo consumo de energía. La utilización de estructuras JSON permite una transmisión de datos flexible y versátil, lo que facilita la integración de múltiples variables y metadatos en la comunicación entre dispositivos.

A través del diseño de esta topología de red, se busca optimizar el monitoreo y control de diferentes parámetros en tiempo real, brindando una solución adaptable a diversas aplicaciones y entornos. El uso de radios digitales LoRa y estructuras de datos JSON proporciona una infraestructura de comunicación eficiente y de bajo costo, permitiendo la implementación de soluciones de monitoreo en áreas extensas o de difícil acceso.

Palabras claves: Estructuras JSON, Radios Lora, Redes Lorawan.

ABSTRACT

This article addresses the design and development of a smart network topology based on LoRa digital radios for Multivariable Transmission using JSON structures. LoRa technology has become an efficient wireless connectivity solution for Internet of Things (IoT) applications due to its long range and low power consumption. The use of JSON structures allows for flexible and versatile data transmission, facilitating the integration of multiple variables and metadata in communication between devices.

Through the design of this network topology, we seek to optimize the monitoring and control of different parameters in real time, providing a solution adaptable to various applications and environments. The use of LoRa digital radios and JSON data structures provides an efficient and low-cost communication infrastructure, allowing the implementation of monitoring solutions in large or difficult to access areas.

Key words: JSON Structures, Lora Radios, Lorawan Networks.

INTRODUCCIÓN

En la era actual de la tecnología, la interconexión de dispositivos y sistemas se ha vuelto fundamental para mejorar la eficiencia y la toma de decisiones en diversos campos. La Internet de las Cosas (IoT) ha sido un habilitador clave en este proceso, permitiendo la recolección, transmisión y análisis de datos en tiempo real y “esta tendencia no aplica solo a personas en su vida cotidiana, sino que se convierte también en un factor determinante para las empresas.” (Aparicio, 2020). Para lograr esta conectividad, las Redes de largo alcance y bajo consumo (LoRaWAN) han surgido como una opción popular debido a su capacidad para proporcionar comunicación a larga distancia con un bajo consumo de energía.

La tecnología de Radios Digitales LoRa se ha destacado en el ámbito de las LoRaWAN debido a su capacidad para cubrir grandes áreas geográficas y proporcionar una excelente penetración de señal en entornos urbanos y rurales. Además, el bajo ancho de banda requerido y la alta eficiencia energética permiten una operación prolongada por ejemplo con baterías recargables de bajo costo, lo que es especialmente ventajoso para aplicaciones en las que el reemplazo frecuente de baterías no es factible. “La idea fundamental de la red es que permita transmitir información (mensajes y localización) desde cualquier dispositivo móvil al nodo central, incluso si estos se encuentran en zonas sin cobertura”, (Delgado F. 2021).

La elección de estructuras JSON para el manejo de los datos que se transmiten dentro de la red, se debe a su naturaleza flexible y ligera, que facilita la representación y transmisión de múltiples datos en formato de pares clave-valor. Esto posibilita la

integración de información analógica y digital, así como metadatos asociados a cada medición, proporcionando un enfoque versátil para adaptarse a diferentes aplicaciones. El alcance principal de esta propuesta es mejorar la eficiencia y la fiabilidad del monitoreo y control de múltiples variables en tiempo real. Para lograrlo, se diseñará una arquitectura de red que incluya nodos de sensores equipados con Radios Digitales LoRa y sistemas de Gateway para la recepción y transmisión de datos hacia una plataforma central. Esta plataforma central permitirá la visualización, análisis y procesamiento de los datos recibidos, proporcionando una visión integral del estado de las variables monitoreadas.

METODOLOGÍA

Para dar una idea inicial para comprender el diseño e implantación de redes de tipo LoRaWAN se presente el siguiente diagrama conceptual de la misma. Como puede observarse el diseño está basado en tres servicios o plataformas, los cuales se describen en la figura 1.

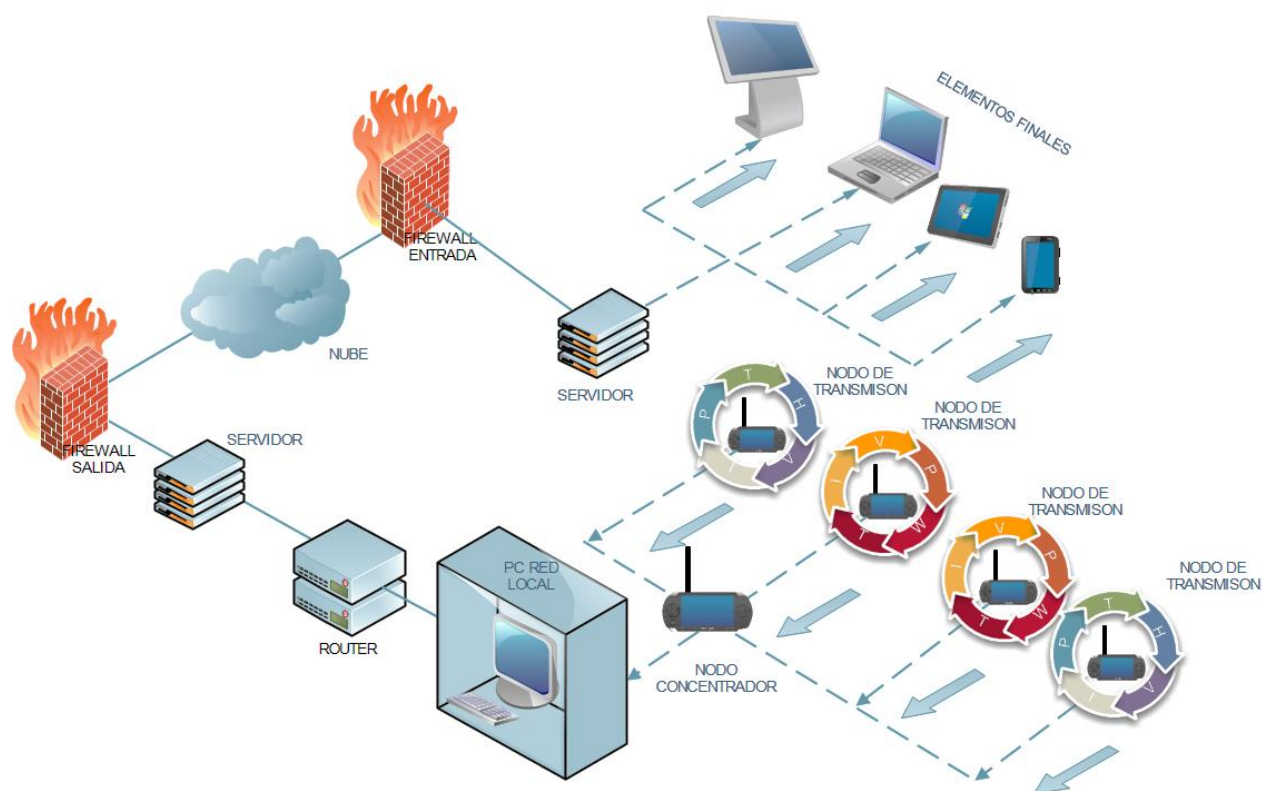


Figura 1. Diseño de la red LoRaWAN multivariable.

- El servicio primario es la red LoRaWAN la cual está conformada por los nodos de transmisión primarios y secundarios que son los que recolectan la información

proveniente de la red de sensores y por los nodos concentradores, los cuales recaban, procesan y normalizan dicha información a cierto nivel.

- El servicio secundario está conformado por los dispositivos interconectados en la red local de WIFI, desde las terminales, pasando por los rúters, hasta los servidores los cuales conectaran a los servicios de la nube.
- El tercer servicio es el conformado por los elementos finales de tipo Smart, los cuales están conectados a una red remota asociados a una dirección IP.

En conclusión, una red LoRaWAN puede ser diseñada partiendo de solo un servicio primario, lo cual estará bastante limitada en lo referente a la transferencia y solicitud de la información, por lo que un nivel de servicio dos o tres es lo más favorable para el tratamiento y visualización de datos.

Los radios lora que se seleccionaron para la realización de las pruebas fueron tres de diferentes diseños, debido al entorno en que se usaran en futuros proyectos. A continuación, se presenta algunas características de arquitectura y operación por los que fueron elegidos

- **Enlaces a corto y mediano alcance:**

Modelo LORA32 V 1.1. y V 2.1.

Tipo de modulación FSK&&CHIRP

Potencia de transmisión: + 20dBm.

Frecuencia de desviación: +/- 15 Khz.

Sensibilidad de recepción por demanda de datos en transmisión bilateral abierta:

- Límite inferior: -139dBm @ LoRa y 62.5Khz y SF = 12 y 146bps.
- Límite superior: -118dBm @ LoRa y 125Khz y SF = 6 y 9380bps

Núcleo de procesamiento ESP32 S2.

Antena con ganancia promedio a 2Dbi e interfaz IPX / IPEX

Interfaz para carga de baterías litio, corriente máxima de carga: 500 mA.

- **Mediano y largo alcance**

Modelo TTGO T-BEAM

Tipo de modulación FSK&&CHIRP

Potencia de transmisión: 29 mA @ + 13dBm a 120mA @ + 20dBm.

Frecuencia de desviación: +/- 15 Khz.

Sensibilidad de recepción por demanda de datos en transmisión bilateral abierta:

- Límite inferior: -139dBm @ LoRa y 62.5Khz y SF = 12 y 146bps.
- Límite superior: -118dBm @ LoRa y 125Khz y SF = 6 y 9380bps

Núcleo de procesamiento ESP32 S2.

Antena con ganancia promedio a 2Dbi, interfaz: IPEX

Velocidad de datos: 1.2K ~ 300Kbps @ FSK@ CHIRP

- **Largo alcance**

Modelo E22-900T22D

Tipo de modulación: CHIRP

Potencia de transmisión: 29 mA @ + 21.3dBm a 120mA @ + 22.5dBm.

Frecuencia de desviación: +/- 15 Khz.

Sensibilidad de recepción por demanda de datos en transmisión bilateral abierta:

- Límite inferior: -146dBm @ LoRa y 62.5Khz y SF = 12 y 800bps.
- Límite superior: -148dBm @ LoRa y 125Khz y SF = 12 y 10,000bps

Núcleo de procesamiento: Ninguno

Antena con ganancia promedio a 10Dbi, interfaz: SMA-K

Velocidad de datos: 1 K ~ 700Kbps @ CHIRP.

Los dispositivos aquí referidos ya han sido utilizados en distintos proyectos por separado y actualmente se están implementado en una red para comprobar su capacidad de interacción, se debe hacer notar que el único común denominador además de la modulación CHIRP es su frecuencia central de portadora la cual oscila a 915Mhz. Sin esta característica en común, no se lograría el enlace para la transmisión de información.

Implementación de las estructuras Json en la red.

En los sistemas LoRaWAN, las estructuras JSON son usadas para intercambiar datos y configuraciones entre dispositivos LoRaWAN, gateway y servidores de red LoRaWAN. JSON es un formato de datos ligero y legible por los usuarios que facilita la transmisión y el procesamiento de información en estos sistemas. Se muestra un ejemplo de una estructura JSON usada en la red. En este ejemplo la red LoRaWAN envía datos al servidor, se utiliza una estructura JSON para transmitir esa información.

```
{ "device_id": "abcdef123456",
```

```

"timestamp": "2023-09-17T10:30:00Z",
"data": "AQIDBA==",
"port": 1,
"rssi": -80,
"snr": 10.5,
"frame_counter": 1234}

```

La estructura anterior puede desglosarse de la siguiente forma:

- **device_id**: El identificador único del dispositivo.
- **timestamp**: La marca de tiempo de cuándo se recibió el mensaje.
- **data**: Los datos codificados en base64 enviados por el dispositivo.
- **port**: El número de puerto utilizado para la transmisión.
- **rssi**: La potencia de la señal recibida (RSSI).
- **snr**: La relación señal-ruido (SNR).
- **frame_counter**: El contador de tramas, utilizado para evitar duplicación.

En lo que respecta a los datos el esquema inicial multivariable puede entenderse de la siguiente forma (figura 2)

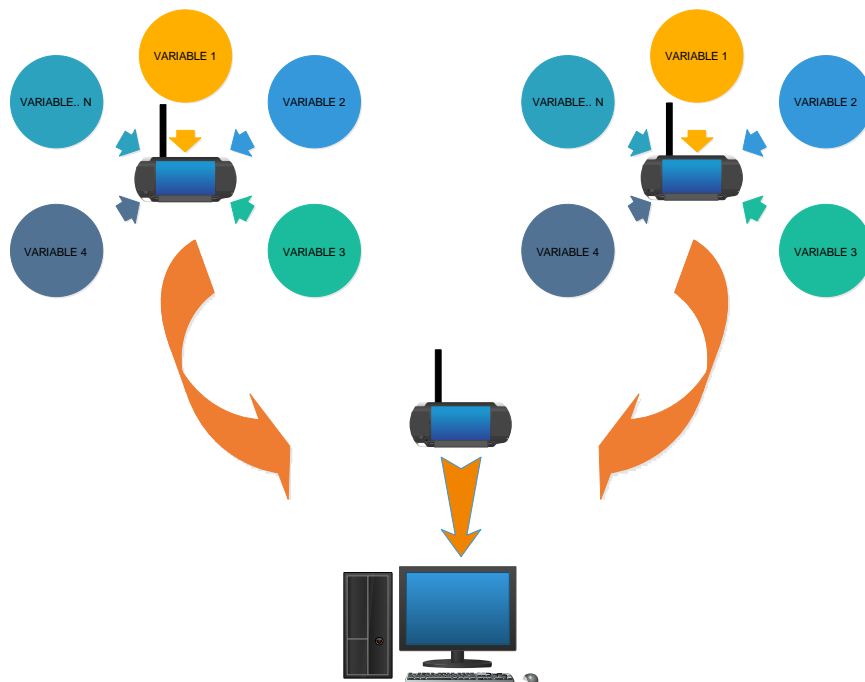


Figura 2. Esquema general de transmisión multivariable.

RESULTADOS

Para la presentación de los resultados de este trabajo de parametrización de radios lora se presenta un esquema más específico para la transmisión multivariable (figura 5). Este diseño de red nos ha permitido el monitoreo de diversas variables y los resultados han sido óptimos cubriendo distancias de no más de 300 metros con obstáculos, en la siguiente tabla se puede observar los resultados obtenidos con una antena de un cuarto de longitud de onda y una ganancia máxima de 2 dbi en el lóbulo de radiación resultante.

Tabla 1. Obtención de ganancias de recepción, considerando dos corrientes de ionización.

Dispositivo	Distancia	$I_{Tx_{max}}$	RSSI (Promedio)
NODO GATEWAY	50m	500mA	-68dBm
NODO GATEWAY RESP	100m	500mA	-86dBm
NODO CONCENTRADOR	150m	500mA	-92 dBm
NODO CONCENTRADOR	200m	500mA	-108dBm
NODO ADQUISICION	250m	500mA	-117dBm
NODO ADQUISICION	300m	500mA	-129dBm
NODO GATEWAY	50m	1A	-37dBm
NODO GATEWAY RESP	100m	1A	-61dBm
NODO CONCENTRADOR	150m	1A	-78dBm
NODO CONCENTRADOR	200m	1A	-86dBm
NODO ADQUISICION	250m	1A	-101dBm
NODO ADQUISICION	300m	1A	-112dBm

Graficando los resultados expuestos se puede analizar de forma más directa la eficiencia del sistema, en su mayor rango de cobertura posible para la transmisión multivariable, estos valores se obtuvieron realizando una prueba de recepción y transmisión entre los nodos al concentrador o gateway con una distancia mínima de 50 metros a una máxima de 300 metros.

En la figura 3 puede observarse la gráfica resultante para una corriente de polarización a la antena de $I_{TX \max}$ igual a 500 mA. Este valor se obtuvo del documento de diseño del fabricante y se expresó como el mínimo requerido para una transmisión viable. Se puede observar en la gráfica las distancias entre los diferentes nodos de transmisión y recepción, desde un valor mínimo de 50 metros a un máximo de 300 sobre el primer nodo, logrando aun con esto una transmisión de información aceptable.

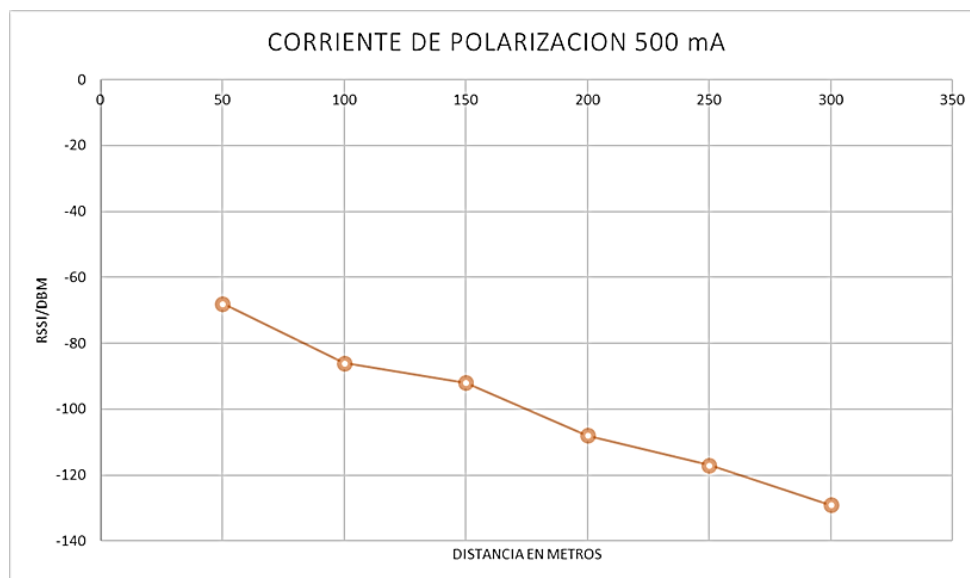


Figura 3. Gráfica de potencia de transmisión a 500 mA.

En la figura 4 puede observarse la gráfica resultante para una corriente de polarización a la antena de $I_{TX \max}$ igual a 1.0 A. Este valor se obtuvo del documento de diseño del fabricante, como la corriente máxima cercana al límite requerido para una transmisión a plena potencia, considerando el tipo de antena y el amplificador que se utiliza en los modelos antes mencionado. Se puede observar en la gráfica las distancias entre los diferentes nodos de transmisión y recepción, desde un valor mínimo de 50 metros a un máximo de 300 sobre el primer nodo, logrando aun con esto una transmisión de información con un mayor rendimiento.

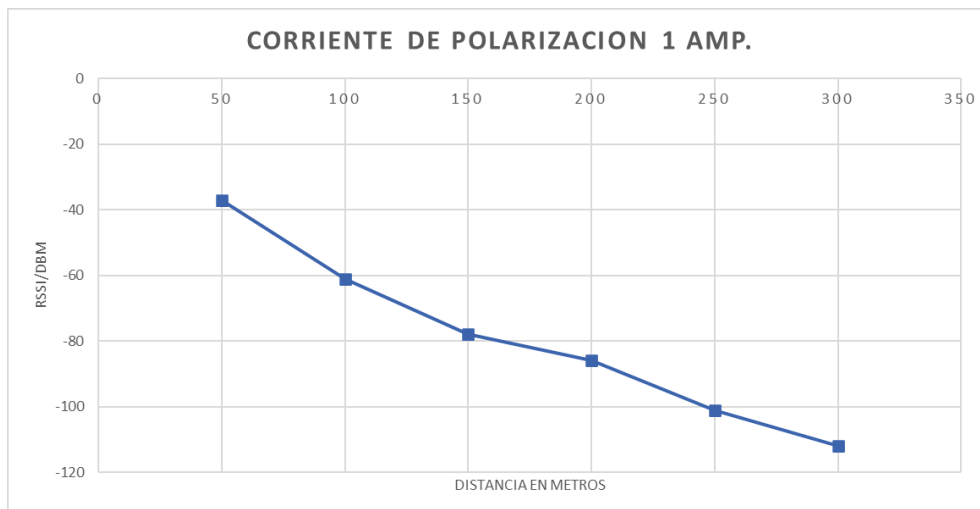


Figura 4. Grafica de potencia de transmisión a 1 Ampere.

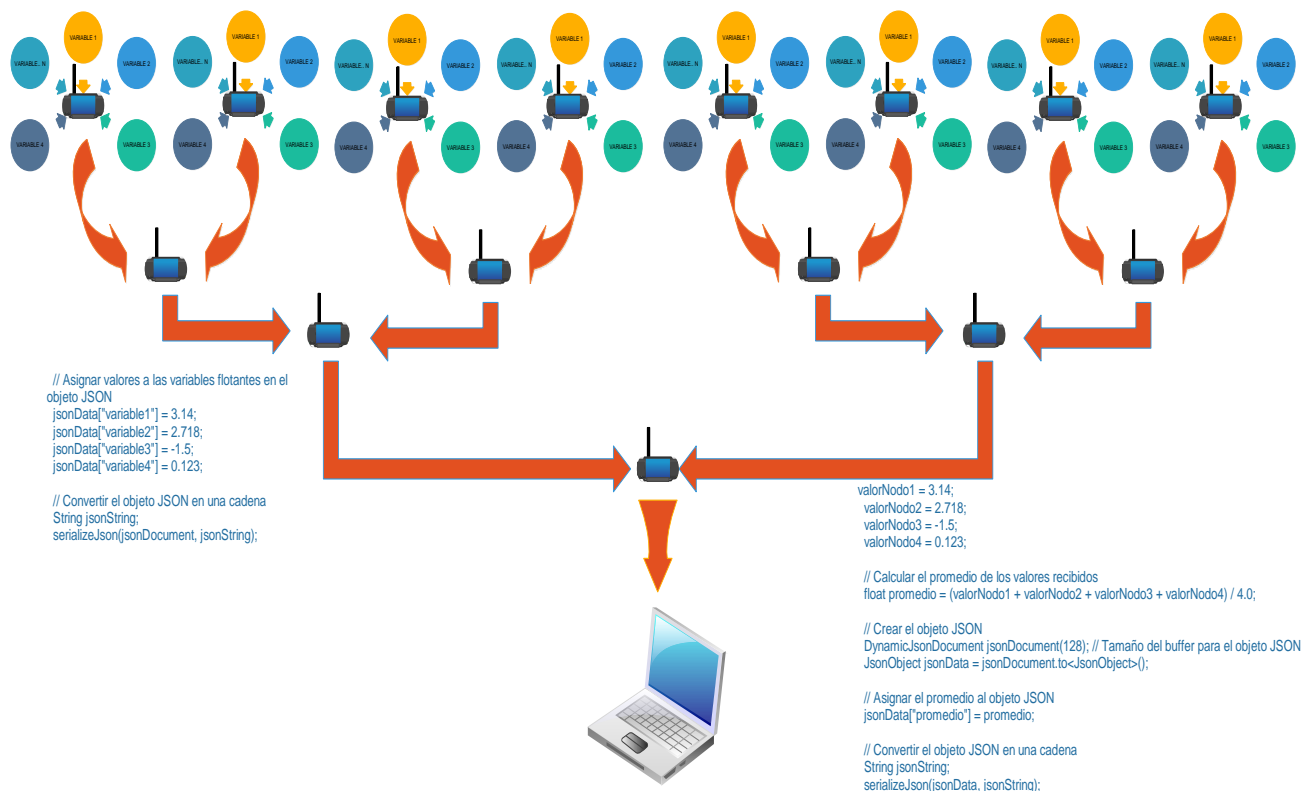


Figura 5. Diagrama esquemático para la transmisión multivariable.

DISCUSIÓN.

Los diseños de redes de transmisión de datos basados en radios digitales LoRa como ya se mencionó anteriormente puede ser de distintos niveles, por lo general muchos de los

desarrollos que se presentan solo alcanzan niveles básicos con transferencias 1:1 o en el mejor de los casos redes básicas sin llegar al análisis de ganancias, niveles de penetración o potencia de transmisión. Por ejemplo en Camarena (2022) se presenta el uso de dos dispositivos Loras de alta potencia de transmisión STM32WL55, se ocupa un microcontrolador de 8 bits y su alimentación es tan solo la suministrada por el puerto USB una laptop el cual apenas y puede suministrar 5 volts en un rango de 400 mA en carga, sin hablar de que en realidad nunca se formó una red solo fue una transmisión 1:1. Sin embargo debe mencionarse tres trabajos muy meritorios, Vera (2022) donde se describe de una forma muy analítica los espectros de trafico de información de dos nodos, niveles de RSSI y perdidas, los cuales coinciden con las mostradas en este artículo, Mejías (2021) donde se analiza y se diseña de forma muy critica las diferentes variantes de topologías de redes soportadas por estos radios y los distintos tipos de protocolos que pueden implementarse dentro de una red, esta información fue usada para el modelado de este trabajo y por último Gómez (2017) donde se plantea la necesidad de una “transmisión segura de los datos la cual se garantiza mediante claves que cifran los mensajes de extremo a extremo entre el nodo y el servidor de la aplicación y asegurando que no puedan ser alterados en su recorrido”.

CONCLUSIONES.

La capacidad de trafico de una topología de red basada en radios LoRa, dependerá del número de elementos o nodos diferenciados que pueda contener, entendiendo como nodos diferenciados a las distintas jerarquías de operación que cada dispositivo va desarrollando dentro de la red. Otro parámetro importante para el diseño de una red multivariables es la capacidad de ionización de la antena de transmisión la cual permitirá un adecuado alcance y una potencia de transmisión efectiva por encima de los -140 dbm. Por otra parte, el uso de las estructuras JSON, dentro del diseño de una red LoRaWAN proporciona una mayor flexibilidad en la estructuración de datos, lo que facilita la interpretación y lectura de la información. Esto puede ser beneficioso para aplicaciones como esta que requieren una representación más semántica de los datos. Por último, el diseño de redes de tipo LoRaWAN es un campo fecundo para el desarrollo de un sinnúmero de aplicaciones tecnológicas, el presente trabajo fue apenas una pequeña

contribución al análisis de redes LoRaWAN para el diseño de aplicaciones más detalladas y específicas para el diseño y conformación de redes de radios digitales.

LITERATURA CITADA.

Aparicio, J. R. 2020. *Contribución al desarrollo de sistemas de telelectura inteligente con IOT*. <https://doi.org/10.31428/10317/8366>.

Delgado F. 2021. *Arquitectura LoRaWAN para entornos sin cobertura*. Departamento de Teoría de la Señal, Telemática y Comunicaciones, Universidad de Granada.

Camarena, P. A. 2022. *Desarrollo de una red LoRaWAN® para IoT*. ETSEIB. Barcelona, España.

Mejías, D. 2021. *Diseño de protocolos de redes Mesh basada en LoRa*. Universidad Politécnica de Valencia. España.

Vera, L. 2022. *Diseño de una red LPWAN basada en tecnología LoRa para las estaciones hidrometeorológicas*. Escuela superior politécnica del litoral. Ecuador.

Gómez, J. 2017. *Diseño y fabricación de capa de comunicaciones basada en LoRa para plataforma modular de redes de sensores inalámbricas*. Universidad Politécnica de Madrid. España.



Metales pesados en suelos de las márgenes del Río Seco de Comalcalco, Tabasco

Amalia Xiutlhalzin Ruíz Moreno^{1}, Azucena del Rosario Fraire Vázquez¹ y Baltazar Sánchez Díaz Autor¹*

¹TecNM-Instituto Tecnológico Superior Comalcalco

*amalia.ruiz@comalcalco.tecnm.mx

RESUMEN

La presencia de metales pesados en el suelo es un tema de creciente preocupación, ya que estos tienden a acumularse en la superficie terrestre, lo que facilita su absorción por las plantas a través de sus raíces. El Río Seco, que atraviesa varios municipios de la región Chontalpa en el estado de Tabasco, ha experimentado una degradación en la calidad de su agua debido a diversas actividades antropogénicas. A pesar de esto, cerca de sus márgenes aún se desarrollan actividades agrícolas. En este estudio, se seleccionaron cinco puntos de muestreo en el municipio de Comalcalco, Tabasco, para analizar los parámetros físicos y la presencia de metales pesados en el suelo. Se determinaron los siguientes parámetros: textura, pH, y capacidad de intercambio catiónico total (CICT), así como las concentraciones de Cobre (Cu), Plomo (Pb) y Hierro (Fe), siguiendo las normativas nacionales vigentes. El tipo de suelo identificado en el área es franco arcilloso, con un pH en el rango de 7.2 a 8.0, clasificado como alcalino, lo que favorece el crecimiento de las plantas y la absorción de nutrientes. Los valores de CICT oscilaron entre 200 y 500 cmol/kg de suelo seco, lo que indica una fertilidad normal del suelo. Las concentraciones de metales pesados fueron: Hierro 55.336 ± 7.68 mg/kg, Cobre 1.1484 ± 1.07 mg/kg y Plomo 1.1368 ± 0.19 mg/kg. Estos valores están dentro de los rangos normales para suelos agrícolas, lo que sugiere que, a pesar de las condiciones locales, el suelo mantiene una calidad aceptable para el uso agrícola y el desarrollo de vegetación.

Palabras claves: Contaminante, Compuestos Inorgánicos, Espectrofotometría, Toxicidad.

ABSTRACT

Presence of heavy metals in soil is an increasingly important issue, as these metals tend to accumulate on earth's surface, facilitating their absorption by plants through their root systems. Río Seco is a water body that runs through several municipalities in the Chontalpa region of Tabasco, Mexico. Over time and due to anthropogenic activities, it has undergone significant changes in water quality. However, agricultural activities continue near its banks. For this study, five sampling sites were selected within the municipality of Comalcalco, Tabasco, Mexico. At each site, physical parameters such as texture, pH, and Cation Exchange Capacity (CEC) were determined, along with the analysis of heavy metals including Copper (Cu), Lead (Pb), and Iron (Fe) following current national standards. The soil type identified in the study area was clay loam. pH ranged from 7.2 to 8.0, classifying soil as alkaline, which is conducive to healthy plant growth and nutrient absorption. CEC values ranged from 200 to 500 cmol/kg of dry soil, indicating soil fertility is within normal conditions. Heavy metals were found in the following concentrations: Iron 55.336 ± 7.68 mg/kg, Copper 1.1484 ± 1.07 mg/kg, and Lead 1.1368 ± 0.19 mg/kg. Results suggest that despite the prevailing conditions on site, soil maintains acceptable quality for agricultural use, in terms of nutrient availability.

Key words: Contaminant, Inorganic compounds, Spectrophotometry, Toxicity.

INTRODUCCIÓN

El suelo es un recurso susceptible al daño por metales pesados (MP) como el arsénico, cadmio, cobre, níquel, plomo, mercurio y zinc. Estos metales se consideran altamente tóxicos ya que disminuyen la solubilidad y biodisponibilidad de nutrientes aprovechables para las plantas (Fernández *et al.*, 2022). De acuerdo con un estudio realizado por Cejudo *et al.*, (2015) los metales pesados presentes en el suelo de la ciudad de México en el tiempo de estudio fueron, cromo, cobre, níquel, plomo, vanadio y zinc, considerados potencialmente tóxicos.

La presencia de metales en el suelo tiene diferentes orígenes como metalurgia, desechos industriales, desechos urbanos, desechos farmacéuticos, minería, pesticidas, deposición

atmosférica y fertilizantes por mencionar algunas (Hernández et al., 2022). De manera frecuente podemos identificarlos como agentes tóxicos para los humanos, inclusive estando presente en concentraciones muy bajas pueden causar daño irreversible a un organismo (Gupta *et al.*, 2021). Los metales como Boro, Cobre, Fierro y Zinc en determinadas concentraciones son esenciales para el desarrollo de las plantas. Algunos metales como plomo, arsénico y cadmio al no ser fundamentales, cuando exceden la concentración tolerable, pueden causar alteraciones que comprometen la supervivencia de la especie (Tibbett *et al.*, 2021).

Se estima que 17.8 % de los suelos en México se hallan afectados por agentes químicos, incluyendo metales pesados. Esto es de interés mundial ya que una de las principales funciones del suelo es proporcionar el 95% de los alimentos, proporcionando nutrientes esenciales, oxígeno, soporte y captación de agua para que los cultivos se desarrollen de manera adecuada para favorecer la agricultura mundial (Loyde *et al.*, 2022). Se ha señalado que el agua residual cruda es una de las rutas principales por las que los metales son depositados en las márgenes del río, al interactuar con los diferentes estratos del suelo, se originan alteraciones negativas en sus propiedades fisicoquímicas (García *et al.*, 2020). Cuando estos llegan a acumularse, pueden ser incorporados a la cadena trófica, lo que permite que estos contaminantes lleguen a cuerpos de agua o a los cultivos, ocasionando daños a la salud (Rueda *et al.*, 2011).

En el estado de Tabasco, la contaminación del suelo afecta a más de seis millones de personas, que viven sin pensar en las futuras consecuencias de esta problemática (INEGI, 2010). En el municipio de Cárdenas, en las cañeras del Ingenio presidente Benito Juárez (IPBJ) se han estudiado los niveles de actuales de metales pesados (Pb, Ni, V, Cd, Fe, Zn, Cu y Mn) en su forma total y extractable (Cruz *et al.*, 2012).

En Comalcalco la situación no es diferente; el crecimiento de la población, los asentamientos irregulares y las actividades económicas desarrolladas a lo largo de las márgenes del río han ocasionado la proliferación de contaminantes inorgánicos.

Esto ha originado que, en temporada de lluvias, las aguas sin tratamiento se depositen en el afluente del río, llevando consigo diversas sustancias peligrosas que pueden

representar un riesgo para el ecosistema. La presente investigación es primera en su clase ya que, en las márgenes del Río Seco de Comalcalco, Tabasco prevalecen actividades agrícolas; por ello, se tiene como objetivos determinar los parámetros físicos y químicos como textura, pH, capacidad de intercambio catiónico total y la determinación de metales pesados como plomo, cobre y hierro.

METODOLOGÍA

Para llevar a cabo esta investigación, se establecieron cinco puntos de muestreo en las siguientes calles Guillermo Prieto, Mariano Arista, Nicolás Bravo, Constitución y Las delicias que se encuentran en las márgenes del Río Seco, ubicados en la zona centro del municipio de Comalcalco, Tabasco (Figura 1) las muestras fueron recolectadas en un periodo de 5 meses. Se recolectaron muestras compuestas y fueron envasadas y etiquetadas para su traslado al laboratorio institucional de acuerdo con lo establecido en la NMX-132-AA-2006. Cada una de las muestras fueron caracterizadas mediante la escala de granulometría Udden-Wentworth, que permite clasificar el diámetro de los sedimentos en arenas, limos y arcillas. Una vez identificado el porcentaje específico de cada una de las fracciones, se comparó con los datos establecidos en el triángulo de textura del sistema de clasificación del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA). Para determinar la humedad de las muestras, se empleó el método AS-05 evaluando el contenido de humedad gravimétrica expresado en porcentaje.

El pH se identificó por el método AS-02 realizando la medición en una suspensión sobrenadante de una mezcla de relación de 1:2, ambos métodos establecidos en la NOM-021-SEMARNAT-2000 que indica la cantidad de agua expresada en gramos (g) en una muestra de suelo. Para la determinación de la capacidad de intercambio catiónico total se empleó el método AS-12 que cuantifica la suma de cationes intercambiables absorbidos, expresada en centimoles por cada 100 g de suelo seco ($\text{cmol}^{(+)} \text{kg}^{-1}$).

Para la determinación de metales pesados (cobre, plomo y hierro) se empleó el método B.3 de la NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004, que establece los criterios para determinar las concentraciones de remediación de suelos contaminados por metales a través de espectrofotometría de absorción atómica por flama (aspiración directa), para ello las

muestras debidamente identificadas se sometieron a una digestión ácida empleando una solución de ácido nítrico y ácido clorhídrico para la eliminación de materia orgánica presente y posteriormente se analizaron en un espectrofotómetro de absorción atómica marca Perkin Elmer Precisely Analyst 700.



Figura 1. Ubicación de los puntos de muestreo en el municipio de Comalcalco, Tabasco.

RESULTADOS

Tras analizar los resultados, se determinó que el tipo de suelo presente en los sitios de estudio corresponde a un suelo franco-arcilloso. Este tipo de suelo favorece la presencia de mayor cantidad de iones intercambiables.

El pH observado en las muestras de suelo varió entre 7.2 y 8.0, clasificándose como alcalino. Además, la capacidad de intercambio catiónico (CIC) se registró en un rango de 200 a 500 cmol/kg de suelo seco.

En cuanto a la determinación de cobre (Cu), el punto de muestreo 4 (ubicado en la calle Constitución) presentó la mayor concentración de este elemento, con un valor de 1.525 mg/kg. Siguió el punto de muestreo 2 (calle Mariano Arista), con una concentración de 0.440 mg/kg. A continuación, se registraron las concentraciones de los puntos de

muestreo 1 (calle Guillermo Prieto) con 0.374 mg/kg, y 3 (calle Nicolás Bravo) con 0.290 mg/kg. La menor concentración se observó en el punto de muestreo 5 (calle Las Delicias), con un valor de 0.244 mg/kg, como se muestra en la figura 2.

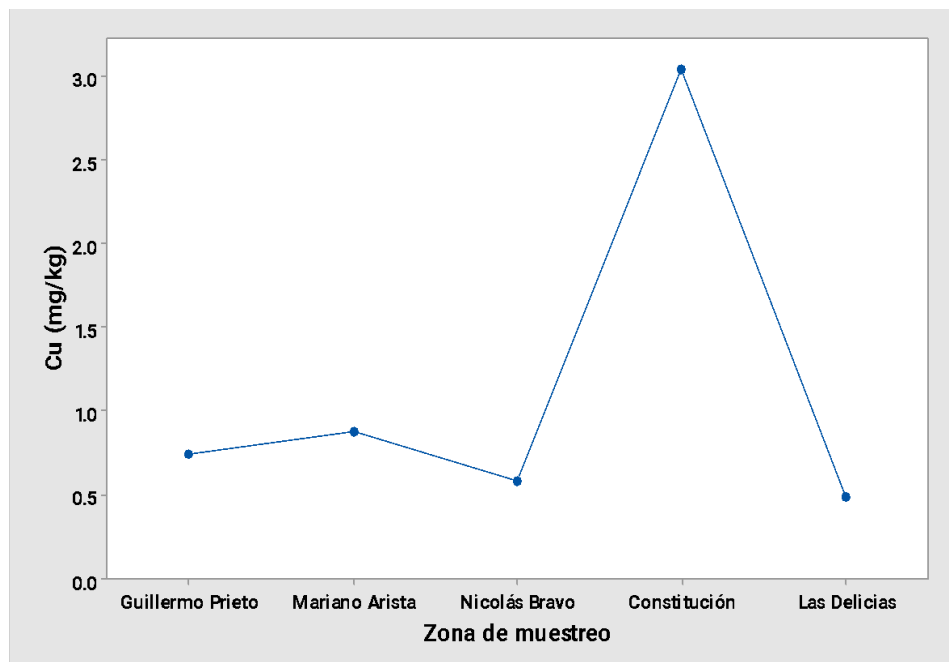


Figura 2. Concentración de Cobre (Cu) en mg/kg en los puntos de muestreo.

En cuanto a la determinación de plomo (Pb), el punto de muestreo con la mayor concentración fue el ubicado en la calle Las Delicias (punto 5), con un valor de 0.701 mg/kg. después el punto de muestreo 2 (calle Mariano Arista), que presentó una concentración de 0.626 mg/kg. Posteriormente, el punto de muestreo 3 (calle Nicolás Bravo) registró 0.551 mg/kg, y el punto 4 (calle Constitución) tuvo un valor de 0.527 mg/kg. La menor concentración se observó en el punto 1 (calle Guillermo Prieto), con 0.438 mg/kg, como se muestra en la figura 2.

Es importante destacar que, a partir del punto con la segunda concentración más alta (calle Mariano Arista), se observa una tendencia a la disminución de los niveles de plomo hasta el punto 4 (calle Constitución). No obstante, en el punto 5 (calle Las Delicias), se podría inferir la presencia de una fuente puntual que esté contribuyendo al aumento de la concentración de plomo en esa área.

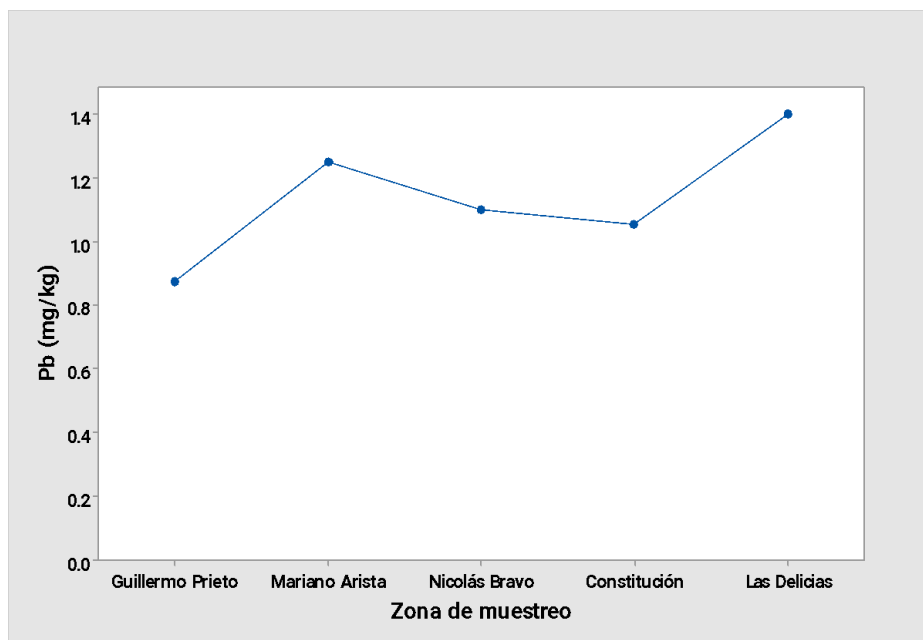


Figura 3. Concentración de plomo (Pb) en mg/kg de las zonas de muestreo.

En cuanto a la determinación de hierro (Fe), se observó un aumento en las concentraciones en comparación con los metales Cu y Pb. El punto de muestreo 2 (calle Mariano Arista) presentó la concentración más alta, con 31.70 mg/kg, seguido por el punto 3 (calle Nicolás Bravo) con 30.64 mg/kg. A continuación, el punto de muestreo 4 (calle Constitución) registró 28.95 mg/kg, y el punto 1 (calle Guillermo Prieto) mostró un valor de 24.48 mg/kg. Finalmente, el punto con la menor concentración fue el de la calle Las Delicias, con 22.88 mg/kg, como se ilustra en la figura 4.

Es interesante notar que la concentración de hierro en el punto de muestreo de la calle Mariano Arista muestra un incremento, seguido de una disminución progresiva hasta el punto de muestreo en la calle Las Delicias.

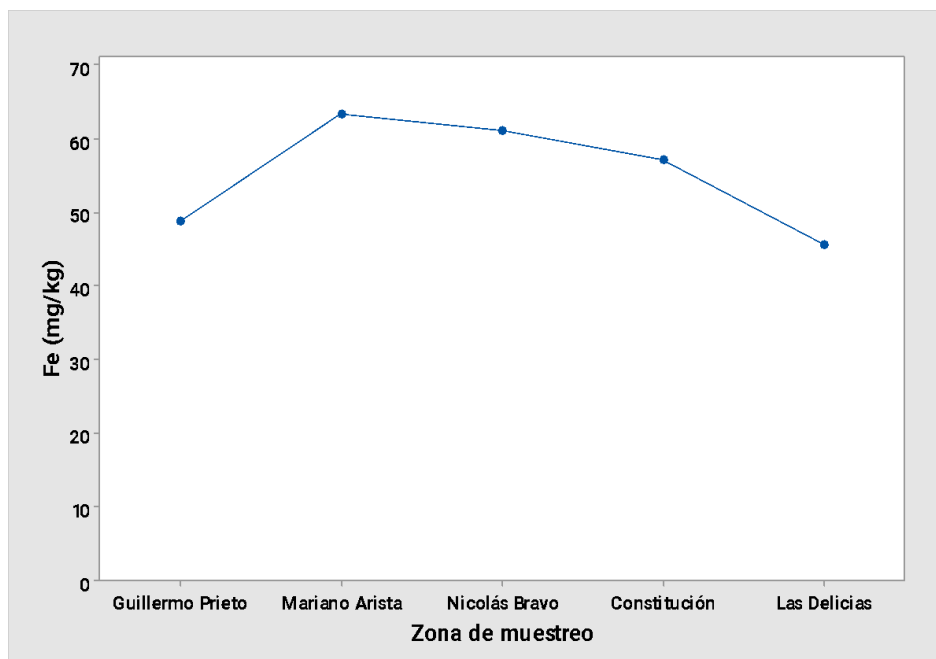


Figura 4. Concentración de Hierro (Fe) en mg/kg de las zonas de muestreo.

Durante los muestreos realizados para la caracterización del suelo en las márgenes del río Seco, se identificaron asentamientos humanos en las zonas de interés. Los resultados de esta observación se presentan en la **tabla 1**, donde se destaca que las casas-habitación son la principal actividad antrópica en la región, lo que podría tener un impacto directo o indirecto sobre la calidad del suelo.

Tabla 1. Actividades antropogénicas en la zona de muestreo

Actividades antropogénicas en las márgenes del río Seco				
Punto 1. Calle Guillermo Prieto	Punto 2. Calle Mariano Arista	Punto 3. Calle Nicolás Bravo	Punto 4. Calle Constitución	Punto 5. Calle Las delicias
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Taller de soldadura ▪ Taller mecánico ▪ Vulcanizadora ▪ Lavadora de autos ▪ Supermercado ▪ Casas-Habitación ▪ Actividades ganaderas ▪ Escuelas ▪ Centro de salud 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Taller de reparaciones electrodomésticas ▪ Supermercado ▪ Tienda de conveniencia ▪ Cadena comercial de venta de muebles ▪ Clínica particular ▪ Panadería ▪ Lavandería ▪ Peluquería 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mercado público municipal ▪ Taller mecánico ▪ Veterinarias ▪ Panadería ▪ Frutería ▪ Bares ▪ Casas-Habitación ▪ Hotel ▪ Estacionamiento ▪ Pollerías 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Casas-Habitación ▪ Taller mecánico ▪ Puestos de comida ▪ Tiendas de conveniencia 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Casas-Habitación ▪ Taller mecánico ▪ Gasolinera ▪ Banco de arena ▪ Oficinas de PEMEX ▪ Tiendas de conveniencia

DISCUSIÓN

El pH en el sitio de estudio es alcalino, lo que favorece el crecimiento adecuado de las plantas y la absorción de nutrientes. Según Rueda *et al.* (2011), las variaciones en el pH del suelo pueden causar la liberación y migración de metales pesados hacia las aguas subterráneas, o bien hacer que estos se vuelvan disponibles en el suelo, lo que aumenta el riesgo de bioacumulación en los cultivos. Por otro lado, Loyde *et al.* (2022) indican que altas concentraciones de metales pesados tienden a acidificar el suelo ($\text{pH} < 7$), lo que interrumpe los procesos agrícolas y afecta negativamente el crecimiento de las plantas, pudiendo incluso provocar su mortalidad. En este contexto, el pH juega un papel crucial en la toxicidad de los metales pesados, como menciona Hernández *et al.* (2022), ya que su variabilidad está directamente relacionada con la disponibilidad y la toxicidad de estos elementos en el suelo.

Para la determinación de la CICT, se obtuvieron valores entre 200 y 500 cmol/kg de suelo seco, los cuales son considerados muy altos según la NOM-021-SEMARNAT-2000, que establece que valores superiores a 40 cmol/kg se clasifican como "muy altos". Esto sugiere que los niveles de fertilidad del suelo en las márgenes del Río Seco se encuentran en condiciones óptimas, lo que favorece el transporte adecuado de nutrientes esenciales como calcio, magnesio, potasio, hidrógeno y sodio. En contraste, Pérez *et al.* (2018), al evaluar suelos destinados a cultivos, encontraron valores de CICT entre 27.75 y 40.55 cmol/kg , lo que indica niveles más bajos de fertilidad en esos suelos. Según Hernández *et al.* (2022) y Rueda *et al.* (2011), el intercambio catiónico es un proceso clave en la adsorción de nutrientes, ya que está directamente relacionado con la capacidad del suelo para retener y liberar cationes esenciales para el crecimiento de las plantas.

La determinación de metales pesados en el suelo de las márgenes del río Seco, en el municipio de Comalcalco, Tabasco, reveló la presencia de Cobre, Plomo y Hierro. Las concentraciones obtenidas fueron: Hierro $55.336 \pm 7.68 \text{ mg/kg}$, Cobre $1.1484 \pm 1.07 \text{ mg/kg}$, y Plomo $1.1368 \pm 0.19 \text{ mg/kg}$ (ver tablas 1, 2 y 3). Todos estos valores se encuentran dentro del rango natural para suelos agrícolas, según los valores de referencia establecidos por Hernández *et al.* (2022): Cobre (5-120 mg/kg), Plomo (3-189

mg/kg), Cromo (5-120 mg/kg) y Fierro (0 mg/kg), valores inferiores a las concentraciones de metales pesados en suelos agrícolas no contaminados.

En particular, la concentración de Fierro (55.336 ± 7.68 mg/kg) es superior a los valores típicos encontrados en suelos no contaminados. No obstante, se mantiene por debajo de las concentraciones permitidas para la agricultura, que son de hasta 500 mg/kg. Por otro lado, Loyde *et al.* (2022) establece los siguientes rangos naturales para metales pesados en suelos agrícolas no contaminados: Cromo (3-3000 mg/kg), Cobre (2-100 mg/kg) y Plomo (2-200 mg/kg).

CONCLUSIONES

El análisis de los resultados permitió identificar las condiciones actuales de la calidad del suelo en las márgenes del Río Seco. Los parámetros físicos y químicos se encuentran dentro de los límites establecidos por la normatividad mexicana, lo que indica que el suelo mantiene una calidad adecuada para su uso agrícola. Las concentraciones de metales como Cobre (1.1484 ± 1.07 mg/kg), Plomo (1.1368 ± 0.19 mg/kg) y Fierro (55.336 ± 7.68 mg/kg) se hallan dentro de los rangos típicos para suelos agrícolas, lo que sugiere un bajo riesgo para la salud de la población. Estos niveles no comprometen la seguridad de los alimentos cultivados ni la integridad del ecosistema circundante.

A pesar de las condiciones actuales del lugar, como la descarga de aguas residuales, el suelo sigue presentando una calidad aceptable en cuanto al aporte de nutrientes, lo que favorece el crecimiento de vegetación y cultivos autóctonos. No obstante, es importante realizar un monitoreo constante de las actividades industriales y comerciales en la zona de estudio. Aunque, en este momento, los niveles de metales pesados no representan un riesgo significativo, es posible que con el tiempo estos elementos lleguen a bioacumularse, lo que podría tener repercusiones negativas para la salud y el medio ambiente en el futuro.

Cabe destacar que este estudio es el primero de su tipo en la región y no cuenta con antecedentes históricos, lo que resalta la necesidad de continuar con investigaciones y

monitoreos periódicos para evaluar la evolución de la calidad del suelo en las márgenes del río Seco.

LITERATURA CITADA

- Cejudo-Ruíz, R. F. Bautista, P. Quintana, M. C. Delgado-Carranza,, D. Aguilar, A. Goguitchaichvili y J. J. Morales-Contreras. 2015. Correlación entre elementos potencialmente tóxicos y propiedades magnéticas en suelos de la Ciudad de México para la identificación de sitios contaminados: definición de umbrales magnéticos. *Revista mexicana de ciencias geológicas*, 32(1), 50-61.
- Cruz-Guzmán, A. M. 2007. La contaminación de suelos y aguas. Su prevención con nuevas sustancias naturales. Universidad de Sevilla. Sevilla. España.
- Cruz-Pons, A de la, Zavala-Cruz, J, Guerrero-Peña, A., Salgado-García, S, Lagunes-Espinoza, LC, y Gavi-Reyes, F. 2012. Metales pesados en suelos cultivados con caña de azúcar en la Chontalpa Tabasco. *Universidad y ciencia*, 28(2), 119-130.
- García-Carrillo, M., Luna-Ortega, J.G., Gallegos-Robles, M.A.I, Preciado-Rangel, P., Cervantes-Vázquez, M.G., y González-Salas, U. 2020. Impacto de aguas residuales sobre algunas propiedades y acumulación de metales pesados en el suelo. *Terra Latinoamericana*, 38(4), 907-916. Epub 12 de febrero de 2021.<https://doi.org/10.28940/terra.v38i4.556>
- Fernández Ochoa, B. H., Mullisaca Contreras, E., y Huanchi Mamani, L. E. 2022. Nivel de contaminación del suelo con arsénico y metales pesados en Tiquillaca (Perú). *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 24(2), 131-138. Epub 16 de mayo de 2022.<https://dx.doi.org/10.18271/ria.2022.416>.
- Hernández-Caricio, C., Ramírez, V. Martínez, J., Quintero-Hernández, V. Báez, A., M., José-Antonio N., y Rosas-Murrieta (2022). Los metales pesados en la historia de la humanidad, los efectos de la contaminación por metales pesados y los procesos biotecnológicos para su eliminación: el caso de *Bacillus* como bioherramienta para la recuperación de suelos. *Revista Alianzas y Tendencias BUAP (AyTBUAP)*. Epub 25 de noviembre 2022.<http://doi.org/10.5281/zenodo.7091407>.
- INEGI. (2010). Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México.

- Loyde De La Cruz, L.A., González Méndez, B., Cruz Avalos, A.M., y Loredo Portales, R. 2022. Suelos agrícolas y metales pesados, una relación tóxica que se puede remediar. *Epistemus (Sonora)*, 16(33), 93-98. Epub 19 de mayo de 2023. <https://doi.org/10.36790/epistemus.v16i33.228>.
- Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996 “*Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales*”.
- Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000. “*Que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudio, muestreo y análisis*”. *Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales*”
- Norma Mexicana NMX-132-AA-2006. “*Muestreo de suelos para la identificación y la cuantificación de metales y metaloides y manejo de la muestra*”
- Norma Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2003. “*Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación*”.
- Norma Oficial Mexicana NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004. “*Que establece criterios para determinar las concentraciones de remediación de suelos contaminados por arsénico, bario, cadmio, cromo hexavalente, mercurio, níquel, plata, plomo, selenio, talio y/o vanadio*”.
- Pérez Olvera, M.A., García Mateos, R., Vázquez Alarcón, A., Colinas León, T, Pérez Grajales, M, y Navarro Garza, H. 2008. Concentración de Pb, Cd, Ni y Zn en suelos contaminados y su transferencia a la pella de brócoli. *Terra Latinoamericana*, 26(3), 215-225.
- Rueda Saa, G., Rodríguez Victoria, J. A. y Madriñán Molina, R. 2011. Metodologías para establecer valores de referencia de metales pesados en suelos agrícolas: Perspectivas para Colombia. *Acta Agronómica*, 60(3),203-218. ISSN: 0120-2812. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169922438001>
- Tibbett, M.; Green, I.R.; De Oliveira, V.; Whitaker, J. 2021. The transfer of trace metals in the soil-plant-arthropod system. *Science of The Total Environment*, 779, 146260. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2021.146260



Caracterización de fallas por corto circuito entre vueltas de devanados de transformadores monofásicos, utilizando mediciones electromagnéticas y térmicas

Gilberto Alejandro Herrejón Pintor^{1}, Juan Carlos Olivares Galván² y Ana Celia Segundo Sevilla¹*

¹TecNM-Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Zamora, ²Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco

*alejandro.hp@zamora.tecnm.mx

RESUMEN

El artículo, se centra en la medición y caracterización de la corriente y voltaje del primario, del campo magnético en la frontera del yugo del núcleo y de la temperatura del devanado secundario al provocar cortos circuitos en vueltas del devanado secundario. El fin de la caracterización de las variables citadas es concluir si a partir de ello es posible la detección oportuna de fallas incipientes debidas a cortocircuito. Se presentan los resultados de los experimentos realizados en dos transformadores de prueba, destacando mediciones de voltaje, corriente, campo magnético y temperatura tanto en estado estable como transitorio. Se explican los cambios observados en cada parámetro y variable, de los fenómenos asociados con las fallas incipientes por corto circuito. Este estudio subraya la necesidad de un monitoreo activo para mantener la confiabilidad del sistema eléctrico de potencia. Se explica el motivo de los cambios en cada parámetro y cada una de las variables medidas. Se concluye con los fenómenos observados en cada parámetro y variable y si la caracterización de los mismos es útil para la detección de fallas incipientes debidas a cortocircuito.

Palabras claves: Cortocircuito, Falla Incipiente, Transitorio, Transformador, Devanado.

ABSTRACT

The article focuses on the measurement and characterization of the primary current and voltage, the magnetic field at the core yoke boundary, and the temperature of the secondary winding when short circuits are caused in turns of the secondary winding. The

purpose of the characterization of the variables mentioned is to conclude whether it is possible to detect incipient faults due to short circuits in a timely manner. The results of the experiments carried out on test transformers are presented, highlighting measurements of voltage, current, magnetic field, and temperature both in steady state and transient. The changes observed in each parameter and variable of the phenomena associated with incipient faults due to short circuits are explained. This study highlights the need for active monitoring to maintain the reliability of the power system. The reason for the changes in each parameter and each of the variables measured is explained. It concludes with the phenomena observed in each parameter and variable and whether their characterization is useful for the detection of incipient faults due to short circuits.

Key words: Short Circuit, Incipient Fault, Transient, Transformer, Winding.

INTRODUCCIÓN

En este trabajo se caracterizan variables electromagnéticas y térmicas de un transformador bajo fallas incipientes por corto circuito interno. Para la detección de dichas fallas es importante la caracterización de las variables involucradas en la falla. Por ello este trabajo se centra en el análisis de las variaciones en la corriente del primario I_p , voltaje del primario V_p , la componente del campo magnético perpendicular al centro del yugo del núcleo $|\mathbf{B}|_{a_z}$ y la temperatura superficial del devanado secundario de cara a cortos circuitos entre vueltas. Por otro lado, la detección temprana de estas fallas es crucial para la confiabilidad del sistema eléctrico de potencia (SEP) y para evitar pérdidas económicas significativas (Zhang et al., 2017; Liang and Parlikad., 2018). La degradación acelerada del aislamiento de los devanados del transformador ocurre cuando los esfuerzos provocados por disturbios como cortocircuitos externos, sobrecargas y sobretensiones (Jahan et al., 2018) exceden la rigidez dieléctrica del aislamiento de los devanados del transformador (Jiang et al., 2017; Gunawardana et al., 2019) provocando que ocurran cortocircuitos entre vueltas del devanado. Estas fallas incipientes crean puntos calientes en el material aislante (Bigdeli et al., 2012). En consecuencia, las fallas incipientes se extiendan en un corto plazo. Aproximadamente del 30% al 50% de las fallas

de un transformador están relacionadas con defectos en el devanado (Zheng et al., 2018; Metwally., 2011; Koch and Krüger., 2012; Huerta-Rosales et al., 2020; Lizama-Cámara et al., 2012). Por lo tanto, la caracterización de los fenómenos electromagnéticos y térmicos en el instante del corto circuito es importante para generar propuestas de reconocimiento de cortos circuitos entre vueltas de devanados.

Las técnicas tradicionales para detectar defectos en los devanados están basadas en: análisis de respuesta de frecuencia (FRA) (Rahimpour et al., 2003; Pourhossein et al., 2012; Senobari et al., 2018; Jiang et al., 2017; Moradzadeh et al., 2020), protección diferencial, prueba de relación de espiras, análisis de gases disueltos (Tarimoradi & Gharehpetian., 2017; Kim et al., 2005) y análisis vibroacústico (Zhou et al., 2016). Los métodos anteriores reportan información específica sobre el estado del transformador. Pero no detectan la falla en tiempo real.

En este contexto, se han propuesto enfoques basados en el aprendizaje profundo (DL) (Karimifard et al., 2009; Moradzadeh and Pourhossein., 2019), redes neuronales convolucionales (CNN) (Satish & Sahoo., 2009) y redes neuronales artificiales (Faridi et al., 2010; Firoozi et al., 2009), así como alternativas novedosas, por ejemplo, descomposición en modo variacional más redes neuronales artificiales (Camarena-Martinez et al, 2024). También se han utilizado métodos basados en coeficiente de correlación, índice de similitud, análisis de textura (Aljohani & Abu-Siada., 2016; Mahvi & Behjat., 2015; Nosratian Hour et al., 2018), vector de soporte máquina (SVM) (Bigdeli et al., 2012), algoritmo óptimo magnético mejorado, extracción y análisis de componentes armónicas presentes en las corrientes del transformador (Elrefaie & Megahed., 2002) y método de elementos finitos (Barzegaran et al., 2010; Gunawardana et al., 2019).

El objetivo principal de este trabajo es identificar las variaciones en las magnitudes de las variables I_p , V_p , $|\mathbf{B}|_{a_z}$ y temperatura superficial del devanado con la falla a raíz de la presencia de una falla incipiente por cortocircuito en transformadores monofásicos. Se formula la hipótesis de que el cortocircuito incipiente se manifiesta a través de cambios observables en las variables previamente citadas. Los resultados obtenidos se discuten para llegar a conclusiones en relación con el comportamiento de las variables medidas ante estas condiciones de falla.

METODOLOGÍA

Se realizan las mediciones de campo magnético sobre la parte central del yugo del transformador, mediciones de la I_p y del V_p del transformador y de temperatura superficial del devanado con el fallo. Se inducen fallas consecutivamente una tras otra. Se utiliza la calculadora TI- nspire CX CAS y la interfaz para sensores TI- nspire lab cradle aunque su frecuencia de muestreo es de sólo 700 Hz, es suficiente para detectar cambios en el campo magnético y la corriente para confirmar el tipo de relación entre estas variables ante la falla. Se grafican para observar la relación y semejanza en el comportamiento de ambas variables electromagnéticas. Una vez corroborada la relación en el comportamiento de la corriente y del campo magnético, se busca mayor detalle del transitorio en los incrementos de corriente ya que de estas dos variables, I_p es la variable comúnmente medida en los SEPs. Para ello se utiliza el equipo NI USB-6211 que permite una frecuencia de muestreo mayor a la permitida por el TI- nspire lab cradle (ver detalles en la Tabla 1). El total del equipo utilizado se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1: Equipo utilizado en los experimentos.

EQUIPO	DESCRIPCIÓN
NI USB-6211	DAC de 16 bit 250kS/s
Transformador A	Monofásico 127/24V. 120 VA
Transformador B	Monofásico 127/12 V. 12 VA
Multímetro	Fluke 233 A
Resistencia Equivalente	$R_{eq} = 0,055 \Omega$ a 20 W
Sensores de corriente	ACS712 a 30,20 y 5 A.
Sensor de campo magnético	GCX-3MG
Sensor de campo magnético	MG-BTA
TI- nspire CX CAS	Capacidad de adquisición de datos
TI- nspire lab cradle	DAC de 12 Bit A700 Hz
Resistencias para divisor de tensión	$R_1 = 100M\Omega$ y $R_2 = 4.7K\Omega$ a $1/4 W$

Se miden el voltaje y corriente del primario antes y después de inducir el corto circuito. La idea de medir el voltaje y la corriente es observar el ángulo de la onda de voltaje en el que se produce la falla incipiente. La hipótesis es que el ángulo en el que se produce la falla es una variable para caracterizar el fenómeno de cortocircuito. Para ello, se siguen estos pasos:

1.- Se mide el voltaje y la corriente del primario antes de que la corriente de energización del transformador decaiga completamente. La medición también se realiza en estado estable.

2.- Se grafican en una misma figura la corriente y el voltaje del primario.

Los experimentos se realizan con dos transformadores monofásicos que permiten acceder a diferentes vueltas en el devanado secundario para inducir los cortos circuitos incipientes. La Tabla 2 muestra las vueltas y capas asociadas a cada falla del transformador A.

El transformador B permite acceder a grupos de 19 vueltas en el secundario. Esta configuración se diseñó para realizar experimentos en los que la falla, si bien sigue siendo una falla incipiente, se ha extendido a un mayor número de vueltas.

Tabla 2: Vueltas por falla en el transformador A.

Falla	Vueltas en corto circuito	Capa
Falla 1	1 y 2	1
Falla 2	3 y 4	1
Falla 3	5 y 6	1
Falla 4	7 y 8	2

Se realizaron aproximadamente 530 experimentos con ambos transformadores. Para obtener el detalle del transitorio en la corriente, se midió a una frecuencia de muestreo de 5 kHz. Se utiliza una resistencia R_{eq} de $0,055 \Omega$ conectada en serie con el devanado primario de los transformadores. Se requiere un valor de resistencia muy pequeño en comparación con la resistencia del devanado primario para que no limite la corriente demandada por el transformador, ni reduzca indeseablemente el V_p . Se mide el voltaje en R_{eq} y se aplica la ley de Ohm para calcular la corriente del primario I_p .

Esquema de los experimentos.

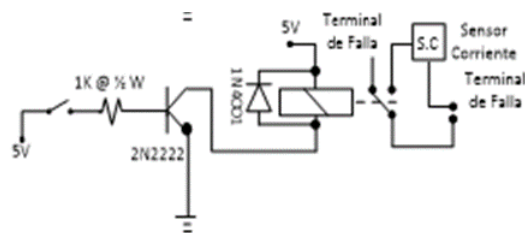


Figura 1 Diagrama para la inducción de fallas y medición de corriente de CC.



Figura 2 Esquema general de los experimentos con los transformadores de prueba.

La Figura 1 muestra el diagrama esquemático para inducir las fallas entre vueltas del devanado del transformador y medición de la corriente de corto circuito entre las vueltas del devanado, que no es la medición de la corriente del primario I_p . El diagrama se encuentra implementado en la caja de color gris presentada en la Figura 2. La Figura 2 muestra el banco de experimentos para inducir los cortos circuitos en los devanados de los transformadores y para medir las variables de interés.

RESULTADOS

Se provocan las fallas 1,2 y 3 consecutivamente en el transformador A y luego se desconectan. Se miden la I_p y $|\mathbf{B}|$ perpendicular al yugo. El sensor magnético, se coloca en la pierna central sobre el yugo. La Figura 3 muestra el comportamiento de ambas variables. El valor máximo de $|\mathbf{B}|$ medido en la frontera de la parte central del yugo superior del transformador es de 0.8283 mT.

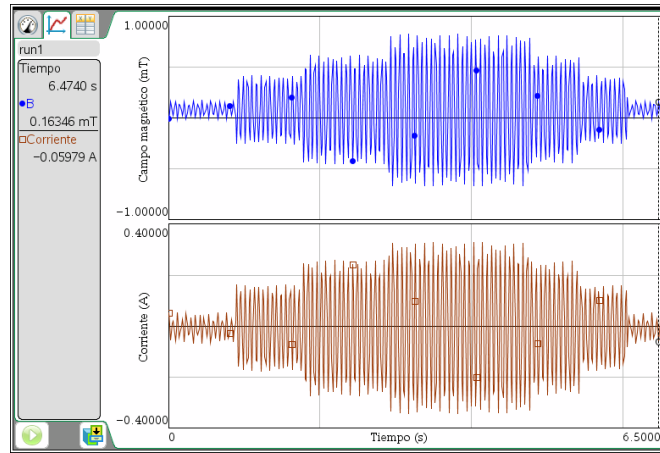


Figura 3 I_p y $|\mathbf{B}|$ sobre el yugo al agregar fallas.

Detalles en la corriente y voltaje del primario de los transformadores de prueba

Los detalles del transitorio de la corriente del primario se muestran en las Figuras 4 y 5.

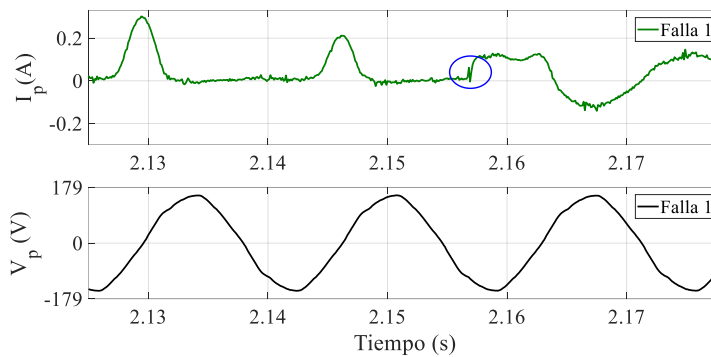


Figura 4 Formas de onda del V_p y la I_p antes, en el instante de la falla y durante la misma.

En la Figura 4 se observa que el transitorio en I_p al instante de la falla se presenta incluso durante la energización del transformador.

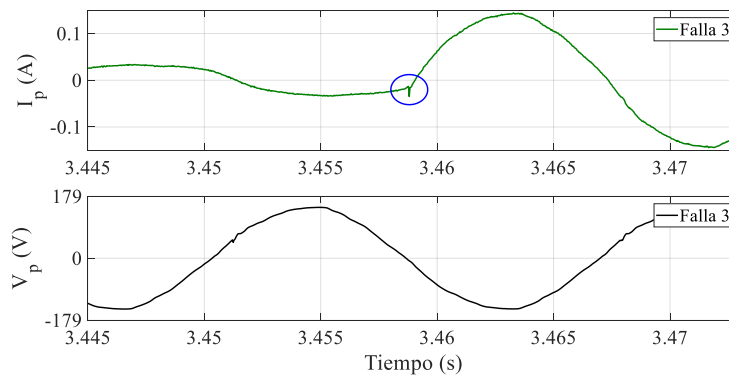


Figura 5 comportamiento de la corriente y voltaje del primario ante el corto circuito.

Temperatura en el devanado exterior del transformador A.

En la Figura 6 se observa el incremento de la temperatura en la capa externa del devanado secundario del transformador, antes y durante el corto circuito.

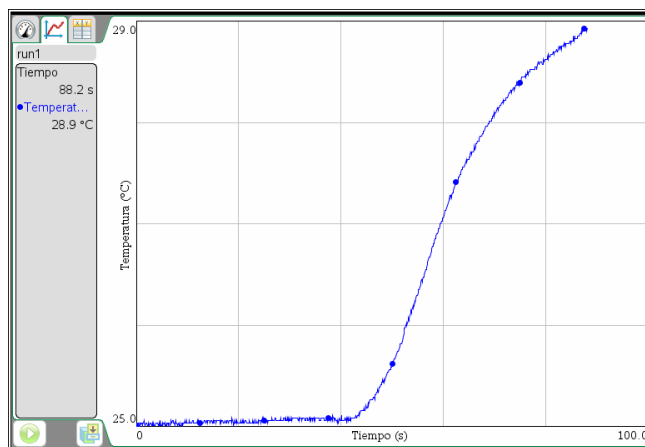


Figura 6. Comportamiento de temperatura debido a la falla 3.

DISCUSIÓN

Relación entre la corriente del primario y el campo magnético en el centro del yugo.

La Figura 3 muestra la relación entre el campo magnético perpendicular a la parte central del yugo del transformador y la I_p . Este fenómeno se explica por la ubicación del devanado primario, empotrado en la pierna central del núcleo. Un cortocircuito, incluso entre pocas vueltas, genera una corriente significativa en las vueltas afectadas, lo que a su vez incrementa el campo magnético (Barzegaran et al. 2010; Gunawardana et al. 2019) en esa zona específica. Por ello es importante monitorear el campo magnético en el centro del yugo de transformador y una de las piernas exteriores del transformador.

La ley de Ampère, expresada en la ecuación (1), respalda esta relación (Johnk, 1981; Plonus, 1994; Sadiku, 2002; Hayt et al., 2006).

$$\mathbf{B} = \frac{\mu_0 \mu_r \mathbf{I}}{2\pi} a_\phi \quad (1)$$

De la ecuación (1) se observa que a mayor corriente \mathbf{I} mayor campo magnético \mathbf{B} hasta donde la no linealidad de la permeabilidad μ_r , que describe la saturación magnética del núcleo lo permite. Por otro lado, las diferencias en los cambios de magnitud de la I_p ante

la falla también dependen de, en que capa del devanado ocurre la dicha falla y eso se puede explicar con la definición de inductancia dada por la ecuación (2).

$$I = \frac{N\phi}{L} \quad (2)$$

De la ecuación (2) se puede anticipar que la magnitud de la I_p disminuye al ocurrir la falla en la capa 2 debido a que está a mayor distancia del núcleo y por lo tanto el flujo magnético ϕ en las vueltas en falla es menor que en la capa 1. Esto a pesar de que la falla ocurra en aproximadamente un ángulo de $n\pi$. Mientras que I_p es mayor cuando las fallas ocurren en un ángulo cercano a $n\pi$ pero en la capa 1, debido a que la capa 1 es más cercana al núcleo y ϕ es mayor en esa zona. La relación entre ϕ y \mathbf{B} está dada por la ley de Gauss para campos magnéticos.

$$\phi = \iint \mathbf{B} \cdot d\mathbf{S} \quad (3)$$

La ecuación (3) y las mediciones de $|\mathbf{B}|$ permiten explicar y comprender los fenómenos en la I_p . La medición de $|\mathbf{B}|$ ayuda a diferenciar entre un aumento de carga y un cortocircuito entre vueltas. Esto se debe a que un incremento de carga provoca un aumento homogéneo de $|\mathbf{B}|$ en todo el núcleo del transformador, mientras que un cortocircuito entre vueltas genera un incremento mayor de $|\mathbf{B}|$ localizado en la zona del devanado afectado.

Transitorio en la corriente del primario debido al corto circuito.

En las Figuras 4 y 5, se observa que, al ocurrir un cortocircuito, en la I_p aparece una componente transitoria con periodo de aproximadamente 1ms. Este transitorio precede al incremento abrupto de la corriente en el primario. Si la falla ocurre en el estado estable del transformador o durante su energización, el transitorio se presenta en la corriente del primario. En (Mejía-Barrón et al., 2018), se analizan corrientes en estado estable y de energización utilizando métodos basados en descomposición modal empírica para el diagnóstico de fallas en los devanados de un transformador. A diferencia de lo reportado en (Mejía-Barrón et al., 2018), en este trabajo se pone énfasis en el transitorio debido al cortocircuito y no al de energización.

Comportamiento de la temperatura en el devanado exterior del transformador.

En la Figura 6, se observa que, en los últimos 40 segundos, el incremento de la temperatura es de $1/4^{\circ}C$ por cada 10 segundos. En los 20 segundos previos a la falla, se observa un incremento menor a $1/4^{\circ}C$, lo que se debe a la carga en el devanado secundario. En (Aburaghiega et al., 2019), se utiliza al menos un termopar por disco de cada devanado, además del monitoreo del voltaje y la corriente del primario y secundario. Lo anterior implica un método costoso e invasivo, y la propuesta no es aplicable a transformadores en campo. En este artículo se propone detectar la falla a partir sólo de la medición de la I_p , del V_p , de la medición de campo magnético en la parte central del yugo del núcleo del transformador, en una de sus piernas y de la medición superficial de temperatura en los devanados.

CONCLUSIONES

La medición de la corriente en el primario reveló la presencia de una componente transitoria con periodo de aproximadamente 1ms que precede a su incremento brusco ante cada falla inducida.

Dicho transitorio es mayor cuando el ángulo del voltaje es cercano a 90° o a 270° .

Se caracteriza el tiempo y el incremento de temperatura ante un cortocircuito en el devanado secundario de los transformadores de prueba.

Las mediciones de la corriente, el campo magnético y la temperatura del transformador pueden confirmar la presencia de cortocircuitos. Sin embargo, debe considerarse el diseño y la disposición física de los devanados del transformador.

Los resultados reportados en este trabajo de investigación motivan la caracterización de cortocircuitos incipientes en transformadores trifásicos con diversos diseños.

LITERATURA CITADA

Aburaghiega, E., Farrag, M. E., & Gouda, M. M. (2019, December). On-line Condition Monitoring of Power Transformer Health Status Enforced by Temperature and Electrical Signatures. In *2019 21st International Middle East Power Systems Conference (MEPCON)* (pp. 521-526). IEEE.

- Aljohani, O. & Abu-Siada, A. (2016). Application of digital image processing to detect short-circuit turns in power transformers using frequency response analysis. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 12(6):2062_2073.
- Badgujar, K., Maoya_kuddin, M., & Kulkarni, S. (2012). Alternative statistical techniques for aiding sfra diagnostics in transformers. *IET Generation, Transmission & Distribution*, 6(3):189_198.
- Barzegaran, M., Mirzaie, M., & Akmal, A. S. (2010). Investigating short-circuit in power transformer winding with quasi-static finite element analysis and circuit-based model. In *IEEE PES T&D 2010*, pages 1_8. IEEE.
- Behjat, V. & Vahedi, A. (2013). Analysis of internal winding short circuit faults in power transformers using transient finite element method coupling with external circuit equations. *International Journal of Numerical Modelling: Electronic Networks, Devices and Fields*, 26(5):425_442.
- Bigdeli, M., Vakilian, M., & Rahimpour, E. (2012). Transformer winding faults classification based on transfer function analysis by support vector machine. *IET electric power applications*, 6(5):268_276.
- Camarena-Martinez, D., Huerta-Rosales, J. R., Amezcua-Sanchez, J. P., Granados-Lieberman, D., Olivares-Galvan, J. C., & Valtierra-Rodriguez, M. (2024). Variational Mode Decomposition-Based Processing for Detection of Short-Circuited Turns in Transformers Using Vibration Signals and Machine Learning. *Electronics*, 13(7), 1215.
- Elrefaie, H. B. & Megahed, A. I. (2002). Modeling transformer internal faults using matlab. In *11th IEEE Mediterranean Electrotechnical Conference* (IEEE Cat. No. 02CH37379), pages 226_230. IEEE.
- Faridi, M., Rahimpour, E., Kharezi, M., Mirzaei, H. R., & Akbari, A. (2010). Localization of turn-to-turn fault in transformers using artificial neural networks and winding transfer function. In *2010 10th IEEE International Conference on Solid Dielectrics*, pages 1_4. IEEE.
- Firoozi, H., Kharezi, M., & Bakhshi, H. (2009). Turn-to-turn fault localization of power transformers using neural network techniques. In *2009 IEEE 9th International*

Conference on the Properties and Applications of Dielectric Materials, pages 249_252. IEEE.

Gunawardana, M., Fattal, F., & Kordi, B. (2019). Very fast transient analysis of transformer winding using axial multiconductor transmission line theory and finite element method. *IEEE Transactions on Power Delivery*, 34(5):1948_1956.

Hayt, W. H. J.(2006). Teoría electromagnética.

Huerta-Rosales, J. R., Granados-Lieberman, D., Amezquita-Sanchez, J. P., Camarena-Martinez, D., & Valtierra-Rodriguez, M. (2020). Vibration signal processing-based detection of short-circuited turns in transformers: A nonlinear mode decomposition approach. *Mathematics*, 8(4).

Jahan, M. S., Keypour, R., Izadfar, H. R., & Keshavarzi, M. T. (2018). Locating power transformer fault based on sweep frequency response measurement by a novel multistage approach. *IET Science, Measurement & Technology*, 12(8):949_957.

Jiang, J., Zhou, L., Gao, S., Li, W., & Wang, D. (2017). Frequency response features of axial displacement winding faults in autotransformers with split windings. *IEEE Transactions on Power Delivery*, 33(4):1699_1706.

Johnk, C. (1981). Teoría Electromagnética, Editorial Limusa.

Karimifard, P., Gharehpetian, G., & Tenbohlen, S. (2009). Localization of winding radial deformation and determination of deformation extent using vector fitting-based estimated transfer function. *European Transactions on Electrical Power*, 19(5):749_762.

Kim, J.-W., Park, B., Jeong, S. C., Kim, S. W., & Park, P. (2005). Fault diagnosis of a power transformer using an improved frequency-response analysis. *IEEE transactions on power delivery*, 20(1):169_178.

Koch, M. and Krüger, M. (2012). A new method for on-line monitoring of bushings and partial discharges of power transformers. In 2012 *IEEE International Conference on Condition Monitoring and Diagnosis*, pages 1205_1208. IEEE.

Liang, Z. and Parlikad, A. (2018). A markovian model for power transformer maintenance. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 99:175_182.

- Lizama-Cámara, Y., Mendieta-Antúnez, J., Blanco-Brisset, E., Olivares-Galván, J., & Escarela-Pérez, R. (2012). Design and construction of a live insulator washing system for transformers. *Ingeniería, investigación y tecnología*, 13(2):237_247.
- Mahvi, M. and Behjat, V. (2015). Localising low-level short-circuit faults on the windings of power transformers based on low-frequency response measurement of the transformer windings. *IET Electric Power Applications*, 9(8):533_539.
- Mejia-Barron, A., Valtierra-Rodriguez, M., Granados-Lieberman, D., Olivares-Galvan, J. C., & Escarela-Perez, R. (2018). The application of EMD-based methods for diagnosis of winding faults in a transformer using transient and steady state currents. *Measurement*, 117, 371-379.
- Metwally, I. A. (2011). Failures, monitoring, and new trends of power transformers. *IEEE potentials*, 30(3):36_43.
- Moradzadeh, A. & Pourhossein, K. (2019). Short circuit location in transformer winding using deep learning of its frequency responses. In *2019 International Aegean Conference on Electrical Machines and Power Electronics (ACEMP) & 2019 International Conference on Optimization of Electrical and Electronic Equipment (OPTIM)*, pages 268_273. IEEE.
- Moradzadeh, A., Pourhossein, K., Mohammadi-Ivatloo, B., & Mohammadi, F. (2020). Locating inter-turn faults in transformer windings using isometric feature mapping of frequency response traces. *IEEE Transaction*.
- Nosratian Ahour, J., Seyedtabaii, S., & Gharehpetian, G. B. (2018). Determination and localisation of turn-to-turn fault in transformer winding using frequency response analysis. *IET Science, Measurement & Technology*, 12(3):291_300.
- Plonus, M. A. (1994). *Electromagnetismo aplicado*. Reverte.
- Pourhossein, K., Gharehpetian, G., & Rahimpour, E. (2011). Buckling severity diagnosis in power transformer windings using euclidean distance classier. In *2011 19th Iranian conference on electrical engineering*, pages 1_4. IEEE.
- Pourhossein, K., Gharehpetian, G., Rahimpour, E., & Araabi, B. (2012). A probabilistic feature to determine type and extent of winding mechanical defects in power transformers. *Electric Power Systems Research*, 82(1):1_10.
- Pourhossein, K., Gharehpetian, G. B., & Rahimpour, E. (2010). Discrimination of axial

- displacement and radial deformation in power transformer windings using manhattan distance function. In *25th International Power System Conference*, Tehran, Iran, 8-10 November 2010.
- Rahimpour, E., Christian, J., Feser, K., & Mohseni, H. (2003). Transfer function method to diagnose axial displacement and radial deformation of transformer windings. *IEEE Transactions on power delivery*, 18(2):493_505.
- Sadiku, M. N. (2002). Elementos de electromagnetismo. alfaomega.
- Satish, L. & Sahoo, S. K. (2009). Locating faults in a transformer winding: An experimental study. *Electric Power Systems Research*, 79(1):89_97.
- Senobari, R. K., Sadeh, J., & Borsi, H. (2018). Frequency response analysis (fra) of transformers as a tool for fault detection and location: A review. *Electric power systems research*, 155:172_183.
- Tarimoradi, H. & Gharehpetian, G. B. (2017). Novel calculation method of indices to improve classification of transformer winding fault type, location, and extent. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 13(4):1531_1540.
- Zhang, H., Shao, H., Wang, J., Wang, W., Lin, F., Sun, T., Zhao, W., Li, C., and Wu, Y. (2017). Voltage ratio traceability of 10 kv low-voltage excited two-stage voltage transformer. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, 66(6):1405_1410.
- Zheng, J., Huang, H., & Pan, J. (2018). Detection of winding faults based on a characterization of the nonlinear dynamics of transformers. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, 68(1):206_214.
- Zhou, H., Hong, K., Huang, H., & Zhou, J. (2016). Transformer winding fault detection by vibration analysis methods. *Applied Acoustics*, 114:136_146.



Optimización de diseño de ventilador portátil de traslado para asistencia respiratoria

Manuel Antonio Arenas Méndez^{1}, Carlos Alberto Contreras Verteramo¹, Marco Antonio Díaz Martínez¹*

¹TecNM-Instituto Tecnológico Superior de Pánuco

*manuel.arenas@itspanuco.edu.mx

RESUMEN

En 2020 a partir de la pandemia por COVID-19 el Instituto Tecnológico Superior de Pánuco a través del departamento de Ingeniería Electrónica se unió a los esfuerzos mundiales para el desarrollo de un prototipo de ventilador mecánico basado en bolsas de resucitación cardiopulmonar tipo ambú. Durante el transcurso de la pandemia se implementaron una serie de prototipos con características funcionales y a mediados de 2022 se implementó un último prototipo portable el cual presenta algunas características propias de los ventiladores comerciales, sin embargo, ante la falta de instrumentos de medición de los parámetros de funcionamiento básicos, flujo y presión, no se logró realizar una calibración adecuada del sistema de control. En 2023 a raíz de la Segunda Convocatoria de Proyectos de Investigación Científica y de Desarrollo Tecnológico se obtuvo un financiamiento por parte del Consejo Veracruzano de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico (COVEICYDET), clave CP 1111 1719/2023, para la conclusión del prototipo. El presente artículo describe la metodología aplicada para la mejora del prototipo y los resultados iniciales obtenidos.

Palabras clave: Ventilador Mecánico, Ambú, Covid-19.

ABSTRACT

In 2020, following the COVID-19 pandemic, the Instituto Tecnológico Superior de Pánuco, through its Department of Electronic Engineering, joined the global effort to develop a prototype mechanical ventilator based on ambu-type cardiopulmonary resuscitation bags. During the pandemic, a series of prototypes with functional characteristics were implemented and by mid-2022, a final portable prototype with some commercial ventilator

characteristics was implemented. However, due to the lack of instruments to measure the basic operating parameters, flow and pressure, it was not possible to perform an adequate calibration of the control system. In 2023, because of the Segunda Convocatoria de Proyectos de Investigacion Cientifica y de Desarrollo Tecnologico, funding was obtained from the Consejo Veracruzano de Investigacion Cientifica y Desarrollo Tecnologico (COVEICYDET), code CP 1111 1719/2023, for the completion of the prototype. This article describes the methodology used to improve the prototype and the first results obtained.

Key words: Mechanical Ventilator, Ambu, Covid-19.

INTRODUCCIÓN

La alta capacidad de contagio del virus SARS-COV-2 provocó una rápida aparición de casos de COVID-19 en el mundo, como respuesta, la Organización Mundial de la Salud declaró una alarma epidemiológica en el planeta, situación conocida como pandemia. Esta situación ha generado tensión mundial, exigiendo altos niveles de atención gubernamental en todos los países y ha puesto en evidencia las deficiencias de los sistemas de salud para hacerle frente a nivel global (Llanes, 2020).

La pandemia de COVID-19 provocó un crecimiento exponencial en la demanda de equipos para ventilación mecánica debido a que un grupo importante de pacientes se vio sujeto a cuidados intensivos por presentar condiciones de insuficiencia respiratoria entre su sintomatología (Aranda et al. 2020).

Mientras que países como Nigeria tienen aproximadamente un ventilador por cada 1,266,440 personas, Estados Unidos tiene un ventilador por cada 5,076 personas, es decir, 250 veces más ventiladores per cápita. Además, entornos de bajos recursos económicos tienen una variedad de desafíos, incluidos equipos limitados de suministro de oxígeno, electricidad poco confiable y carencia de técnicos en el área de la salud (Meyerowitz et al., 2021).

Para afrontar la emergencia sanitaria, a nivel mundial un número importante de instituciones de educación superior generaron proyectos de investigación y desarrollo tecnológico enfocados en ofrecer soluciones para resolver las demandas de los sistemas

de salud públicos. Instituciones como la Universidad de Oxford y el King's College de Londres en el Reino Unido, la Universidad de Sandip en La India, las Universidades de Minnesota, California y Princeton en Estados Unidos, la Universidad de Bergamo en Italia o la de Gotenburgo en Suecia investigaron y desarrollaron tecnologías enfocadas en la generación de ventiladores mecánicos confiables de bajo costo para la atención de pacientes con afecciones respiratorias (Beale et al., 2022; Bombarda et al., 2021; Kartik et al. 2022; Meyerowitz et al., 2021). En México, el TecNM se sumó al esfuerzo para diseñar y desarrollar herramientas de manejo de datos e inteligencia artificial, desarrollo de sensores y kits de diagnóstico, producción de gel antibacterial y manufactura de ventiladores mecánicos para atención de pacientes con función respiratoria comprometida, entre otras acciones (TECNM, 2020). De forma particular el Instituto Tecnológico Superior de Pánuco desarrolló un prototipo, figura 1, de ventilador portátil de traslado para asistencia respiratoria.



Figura 1. Prototipo de ventilador portátil de traslado para asistencia respiratoria.

METODOLOGÍA

En los siguientes cuatro puntos se resume la metodología aplicada.

1. Medición de valores de presión y flujo obtenidos por el sistema embebido del ventilador.

En esta etapa se emplea un analizador de flujo de gases CITREX H5, figura 2, y un pulmón artificial de prueba SmartLung Adult, figura 3, para la medición del volumen de aire generado por el sistema embebido del ventilador de traslado bajo los siguientes parámetros de operación establecidos: relación de inspiración:exhalación de 1:2 y 1:3, frecuencia de 10, 15, 20, 25 y 30 respiraciones por minuto (BPM) para

ambas relaciones y valores de volumen teórico de operación de 200 a 700 ml, en incrementos de 100 ml. La recolección de datos se realizó con un tiempo de muestreo de datos de 5 segundos.



Figura 2. Analizador de flujo de gases CITREX H5 de IMT.Analytics.



Figura 3. Pulmón artificial de prueba SmartLung Adult de IMT.Analytics, con capacidad total de 1 litro.

2. Pruebas de desgaste del sistema mecánico de compresión del ambú.
Se realizarán pruebas de desgaste del sistema mecánico de compresión del ambú con la finalidad de obtener un estimado de la vida útil.
3. Actualización de componentes eléctricos y/o electrónicos.
Con la finalidad de optimizar el desempeño del prototipo de ventilador de traslado se revisarán y se actualizarán, en caso de ser requerido, los componentes eléctricos/electrónicos tales como sensores, microcontroladores, pantalla, servomotores, componentes de potencia, baterías, entre otros.
4. Rediseño de tarjetas eléctricas/ electrónicas.
Los prototipos de tarjetas eléctricas/electrónicas se rediseñarán para su maquilado en acabado profesional FR-4 a dos capas.

RESULTADOS

En la figura 4 se muestran los valores de volumen medidos por el analizador de flujo de gases para cinco valores de BPM con una relación I-E de 1:2.

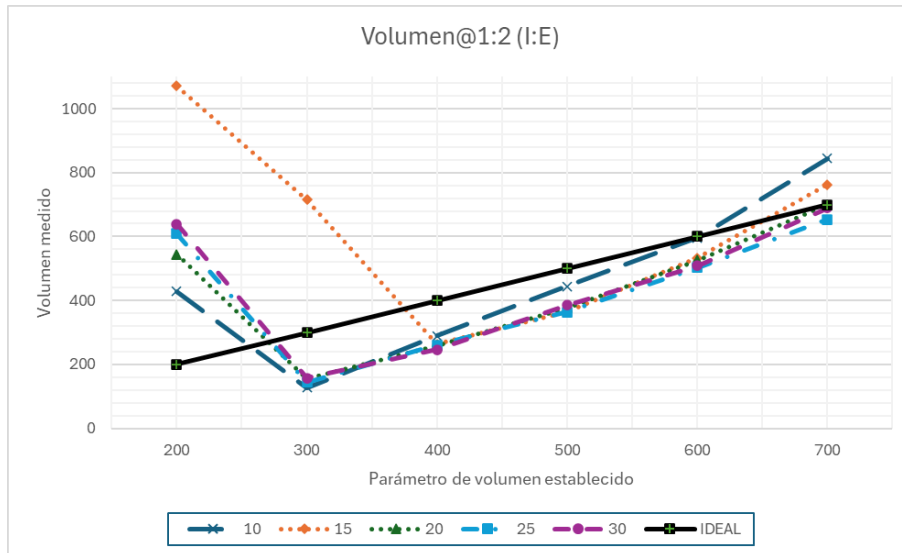


Figura 4. Grafica de volumen para cinco valores de BPM con una relación I-E de 1:2.

En la figura 5 se muestran los valores de volumen medidos por el analizador de flujo de gases para cinco valores de BPM con una relación I-E de 1:3.

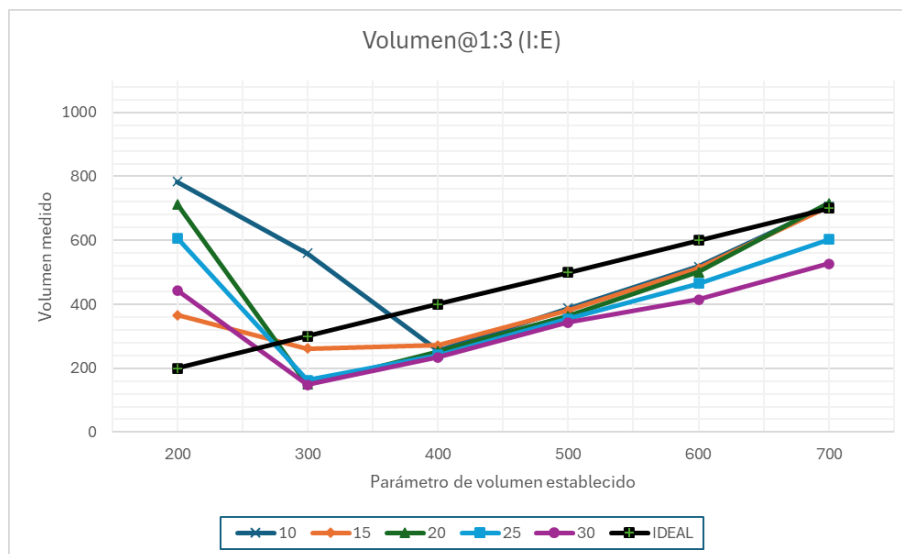


Figura 5. Grafica de volumen para cinco valores de BPM con una relación I-E de 1:3.

Las mediciones de volumen de aire obtenidas por el analizador de gases, figuras 4 y 5, muestran que el desplazamiento de los actuadores para la compresión de la bolsa ambú

en los valores preestablecidos de 400 a 700 ml presentan una correspondencia lineal, sin embargo en el rango de 200 a 400 ml el comportamiento es totalmente errático.

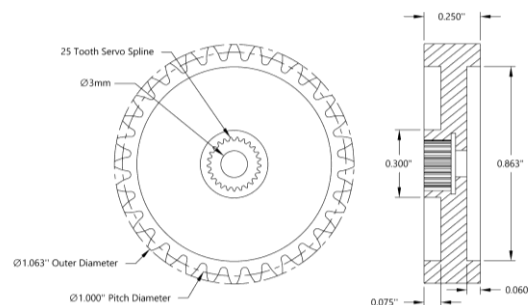
En la tabla 1 se muestran los valores promedios de las mediciones de I-E y BPM en volúmenes de 200 a 700 ml y valores establecidos de 1:2 y 1:3 en I-E y BPM de 10 a 30 en el sistema embebido del prototipo.

Tabla 1.- Valores medidos promedios de I-E y BPM por el analizador de flujo de gases.

I:E	1:2 (0.5)		1:3 (0.3333)	
	I-E PROMEDIO	BPM PROMEDIO	I-E PROMEDIO	BPM PROMEDIO
10	0.5498	11.6000	0.3280	14.6833
15	0.2763	11.5000	0.2225	11.6500
20	0.2916	18.1833	0.1691	17.6167
25	0.2835	22.8500	0.1888	22.8667
30	0.3062	27.7167	0.2155	28.1000

Los valores de la tabla 1 muestran que los valores de I-E y BPM están por debajo de los parámetros establecidos razón por la cual amerita realizar nuevamente la obtención de datos bajo diferentes condiciones.

La compresión de la bolsa ambú del prototipo de ventilador portátil de traslado para asistencia respiratoria se realiza mediante dos sistemas de actuadores lineales compuestos cada uno por un servomotor que gira un engrane de bronce acoplado a una cremallera de polioximetileno (acetal), figura 6, unida a un riel de aluminio con un bloque de empuje fabricado en ácido poliláctico (PLA) mediante impresión 3d. Se consideró que durante la operación del prototipo las piezas propensas a sufrir un cierto nivel de desgaste son los engranes de bronce y las cremalleras de polioximetileno (acetal).



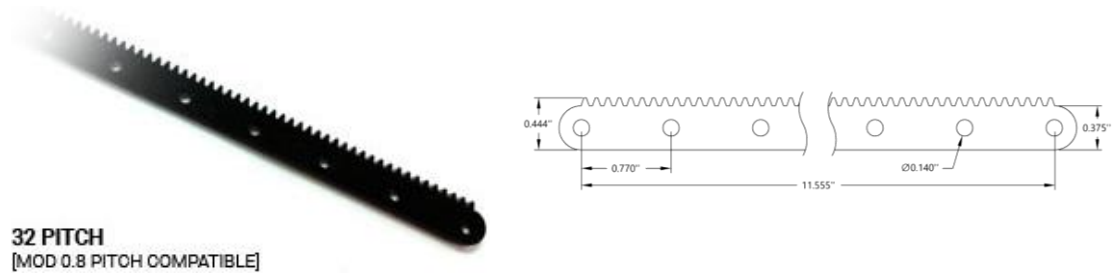


Figura 6. Engrane y cremallera de polioximetileno empleados en el sistema de actuadores, de www.servocity.com.

El desgaste se determinó mediante la medición de los pesos por cada pieza antes y después de 100 horas de trabajo continuo. Los pesos previos y posteriores a las pruebas de desgaste se presentan en la tabla 2, en la prueba se incluyó un engrane impreso en 3D con PLA.

Tabla 2. Registro de las mediciones de peso de las piezas de desgaste.

Elemento	Peso inicial (g)	Peso final (g)
Engrane 3D PLA	3.7167	3.6046
Engrane bronce 1	14.9031	14.9019
Engrane bronce 2	14.8971	14.8962
Cremallera 1	5.9917	5.9902
Cremallera 2	5.9979	5.9958

Los resultados de la tabla 2 se analizaron mediante una prueba Chi cuadrado cuyo resultado no permite identificar diferencias en los pesos antes y después de la prueba de desgaste ($X^2 = 0.0034$; $p = 0.997$), por lo que se considera insignificante.

El sistema para la medición de las variables de flujo y presión inicialmente implementado consistía de un elemento primario de medición D-lite (Tubo Venturi), figura 7, sensor empleado para máquinas de anestesia. Este sensor se conecta desde sus puertos de conexión a los puertos de un circuito integrado de medición de presión diferencial, figura 8, por un sistema de mangueras y posteriormente el sistema embebido lee e interpreta los datos del circuito integrado mediante un protocolo digital para la obtención de los valores de flujo y presión del prototipo.



Figura 7.- Elemento primario de medición D-lite.



Figura 8.- Ejemplo de circuitos integrados para la medición de presión diferencial.

En los prototipos iniciales del ventilador se diseñó una tarjeta electrónica, figura 9, con tres circuitos integrados para medición de presión diferencial.

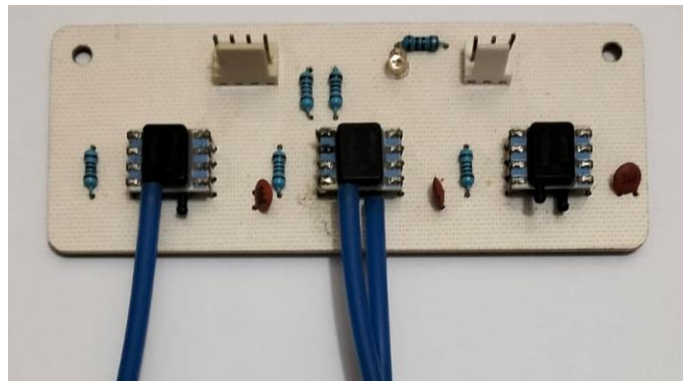


Figura 9.- Tarjeta electrónica de sensores de presión diferencial.

Es importante mencionar que la tarjeta electrónica de sensores de presión diferencial se desarrolló en el periodo de la pandemia Covid-19, durante la cual la comercialización de dispositivos electrónicos presentó escasez y poca disponibilidad. Durante el proceso de integración final del prototipo se analizó el sistema de medición de variables de flujo y presión y se determinó, que debido al espacio físico empleado así como la complejidad de las conexiones físicas, el realizar una búsqueda para la selección de un dispositivo más compacto con facilidad de integración. Al final el sensor seleccionado para pruebas fue el Sensirion SFM3300-D, figura 10, en su versión desechable. Es importante

mencionar que si este sensor se utiliza con una persona enferma, digamos por Covid-19, posteriormente a su uso se debe desechar debido a que no es diseñado para ser desinfectado.



Figura 10.- Sensor desechable Sensirion SFM3300-D.

Se maquilaron cinco diseños finales de tarjetas electrónicas, tres de ellas de grado médico y dos de uso industrial. En la figura 11 se muestran las tarjetas de control y de servomotores finales ensambladas.



Figura 10.- Tarjetas de control y de servomotores finales ensambladas.

DISCUSIÓN

El comportamiento del prototipo realizado en el 2022 es similar al de otros prototipos realizados durante la pandemia Covid-19, principalmente el diseño realizado por la universidad de Rice (OEDK - Rice University - ApolloBVM DIY, 2020), el cual recibió la aprobación por parte de la FDA. Actualmente se han divulgado mas trabajos de prototipos similares (Giraldo-Cadavid et al, 2024b, Pawar et al., 2023) incluyendo algunos que han realizado análisis de datos preclínicos en individuos porcinos (Conejo et al, 2024, Cacón-Cerdas et al, 2024), por lo que un trabajo a futuro es la realización de una revisión sistemática de literatura con la finalidad de mejorar la metodología de las pruebas posteriores.

CONCLUSIONES

Las mediciones de volumen de aire, así como los valores de I-E y BPM, obtenidas por el analizador de gases muestran diferencias con respecto a los parámetros establecidos de operación del prototipo, razón por la cual amerita realizar nuevamente la obtención de datos bajo diferentes condiciones (mediciones con el nuevo sensor de flujo, a lazo abierto sin la carga del pulmón de prueba, entre otras) con la finalidad de obtener una caracterización más acertada y proceder a realizar los ajustes del sistema de control.

Actualmente se cuenta con dos prototipos del ventilador, se tiene contemplado el realizar pruebas comparativas entre ambas unidades, montando en una los componentes mecánicos utilizados en la prueba de desgaste versus la unidad con componentes nuevos.

La caracterización del nuevo sensor de flujo instalado nos ha brindado información que se divulgará en un artículo posterior. Finalmente hay que mencionar que la implementación de las tarjetas finales ha coadyuvado en la fiabilidad de las conexiones eléctricas.

Queremos agradecer al Consejo Veracruzano de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico (COVEICYDET) por el financiamiento otorgado para el proyecto “Ventilador portátil de traslado para asistencia respiratoria”, clave CP 1111 1719/2023 cuyos resultados del primer semestre de trabajos se describen en el presente artículo.

LITERATURA CITADA

- Aranda, F., Aliste, J., Altermatt, F., Alvarez, JP., Bernucci, F., Bruhn, A., Cabrera, MC., Carrasco, E., Castillo, R., De la Fuente, R., Díaz, R., Egaña, JI., González, R., Honorato, T., Lacassie, HJ., López, M., Merino, W., Penna, A., Pizarro, F., Torres, D., Rocco, C., Bruhn, A., Acuña, D., Regueira, T. (2020). “Recomendaciones para el manejo de pacientes con COVID-19 con indicación terapéutica de ventilación mecánica que eventualmente son conectados a máquinas de anestesia”. *Revista Chilena de Anestesia*, 49(3). <https://doi.org/10.25237/revchilanestv49n03.09>
- Beale, R., Rosendo, J. B., Bergeles, C., Beverly, A., Camporota, L., Castrejón-Pita, A. A., Crockett, D. C., Cronin, J. N., Denison, T., East, S., Edwardes, C., Farmery, A. D., Fele, F., Fisk, J., Fuenteslópez, C. V., Garstka, M., Goulart, P., Heaysman, C.,

- Hussain, A., ... Kirk, T. (2022). OxVent: Design and evaluation of a rapidly-manufactured Covid-19 ventilator. *eBioMedicine*, 76, 103868. <https://doi.org/10.1016/j.ebiom.2022.103868>
- Bombarda, A., Bonfanti, S., Galbiati, C., Gargantini, A., Pelliccione, P., Riccobene, E., & Wada, M. (2021). Lessons Learned from the Development of a Mechanical Ventilator for COVID-19. *2021 IEEE 32nd International Symposium on Software Reliability Engineering (ISSRE)*, 24–35. <https://doi.org/10.1109/ISSRE52982.2021.00016>
- Cacón-Cerdas, R., Queasada-Martínez, A., Ruíz-Barquero, A., & Estrada-McDermott, R. (2024). Preclinical evaluation of a low cost mechanical ventilator. *Revista Tecnología En Marcha*. <https://doi.org/10.18845/tm.v37i9.7624>
- Conejo, E., Calderón, E., Araya, C., & GarcÍA, R. (2024). Mechanical Ventilator Development During COVID-19 Crisis: Preclinical Data Analysis from Porcine Bi-model. *World Journal Of Public Health*, 9(4), 335-342. <https://doi.org/10.11648/j.wjph.20240904.13>
- Giraldo-Cadavid, L. F., Echeverry, J., Varón-Vega, F., Bastidas, A., Ramírez-Jaime, A., Cardona, A. F., Vega, C. J. L., Serrano-Mayorca, C. C., Garay, D., Rincón, D. N., Oliveros, H., Ramírez, I. A., Garcia-Gallo, E., Enciso-Prieto, V. A., Ibáñez-Prada, E. D., Camelo, J. C., Cucunubo, L., Buitrago, L., Paipa, L. A., . . . Reyes, L. F. (2024b). The development and implementation of a low-cost mechanical ventilator in a low-middle-income country during the COVID-19 pandemic: The Unisabana-HERONS. *Heliyon*, 10(9), e30671. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e30671>
- Kartik Hiren Prajapati , Akshat Rajesh Jain , Vishal Suresh Patil , Vishal N. Sulakhe, 2022, Design And Prototyping of Emergency Mechanical Ventilator, INTERNATIONAL JOURNAL OF ENGINEERING RESEARCH & TECHNOLOGY (IJERT) Volume 11, Issue 06 (June 2022).
- Llanes, M. E. (2020). COVID- 19: La respuesta social a la pandemia. *Humanidades médicas*, 20(1), 1–4. http://www.humanidadesmedicas.sld.cu/index.php/hm/article/view/1640/html_119
- Meyerowitz, G., Mehrabani, A. M., Emeruwa, I. O., Jackson, N., & Schwab, K. (2022). Design and efficacy of a novel low-cost ventilator: A feasibility study on artificial

lungs. *Journal of Medical Research and Innovation*, 6(3), 3–10.
https://doi.org/10.25259/jmri_33_2021

OEDK - Rice University - ApolloBVM DIY. (2020). <https://oedk.wildapricot.org/ApolloBVM-DIY>

Pawar, Sonali. K., Nigade, Anuradha. S., Madkar, Shankar. R., Kaduskar, Vikas. P., Patil, Aparna. S., & Dhole, S. V. (2023). Design & Implementation of Smart Ventilator for Respiratory Diseases. *2023 International Conference on Computational Intelligence, Networks and Security (ICCINS)*, 1–6.
<https://doi.org/10.1109/ICCINS58907.2023.10450125>

TECNM. (2020). Crea TecNM respiradores artificiales para Sector Salud. Consultado en: <https://www.tecnm.mx/?vista=noticia&id=535&dato=&r=&v= &pn=3®=535>



La innovación del plan de negocios basado en redes de mercadeo

Violeta Jiménez Zárate^{1}, Apolinar Jair Delgado Ramos¹ y Elsa Citlaly Jiménez Juárez¹*

¹TecNM-Instituto Tecnológico Superior de Pánuco

* violeta.jimenez@itspanuco.edu.mx

RESUMEN

Las redes de mercadeo son un negocio que promete generar un mayor ingreso a quien decide formar parte de ello y con el tiempo tener los recursos económicos suficientes con los diferentes planes de compensación que se tienen. El presente trabajo de investigación tiene como objetivo analizar el conocimiento del Modelo de negocio basado en Redes de Mercadeo, en los comerciantes de Pánuco, Ver, este trabajo se aplicó a 100 vendedores que interactúan diferentes negocios, como resultados se encontró, que el 45.5% de los vendedores conocen lo que es una red de mercadeo, pero que no es un modelo que sea tan interesante para ellos.

Palabras claves: Marketing, Administración de Empresas, Gestión de la Tecnología de la Información, Publicidad.

ABSTRACT

Network marketing is a business that promises to generate a good income to those who decide to become part of it and over time have financial freedom with the different compensation plans that are available. The purpose of this research work is to analyze the knowledge of the Business Model based on Network Marketing, in the merchants of Pánuco, Veracruz. This work was applied to 100 sellers who interact with different businesses. As a result, it was found that 45.5% of the sellers know what a network marketing is, but that it is not a model that is so interesting for them.

Key words: Marketing, Business Administration, Information Technology Management, Advertising.

INTRODUCCIÓN

La Industria de redes de mercadeo, en la actualidad es considerada como una profesión. Hoy en día se considera como una opción para que las personas puedan generar ingresos económicos, para algunas personas representa un ingreso extra mientras que para otros es su único ingreso. Las personas están tomando la opción de iniciar un nuevo proyecto a través de ideas con oportunidades y la solución al nuevo emprendimiento utilizando el modelo de negocios de redes de mercadeo por ser una opción económica. Para construir una red de mercadeo se tiene que considerar: ¿qué es? Y ¿qué no es? Cabe señalar que las redes de mercadeo NO son pirámides, ya que las pirámides son ilícitas. Este modelo se refiere a un conjunto de distribuidores independientes que venden productos directamente del fabricante; estos distribuidores pueden, a su vez, asociar a otros y obtener cierto beneficio por cada venta de éstos (Worre, 2013), generalmente se caracteriza por estímulos a los participantes (Mejía, 2020).

Las redes de mercadeo ofrecen una oportunidad de negocio a cualquier persona, estas redes también se han trasladado al ámbito digital (Segarra et al., 2017), es a través de este medio donde los vendedores tienen la oportunidad de hacer una retroalimentación acerca de sus experiencias y con ello determinar un mercadeo de confianza, otorgando mayor valor a los activos intangibles para poder crear valor hacia los usuarios (Pinzón, 2011).

Es ahí donde el mercadeo ha empezado a ganar importancia y a incursionar con estrategias permitiendo que permitan una mejor gestión, si bien es cierto esta disciplina con el tiempo ha ganado un espacio en la planeación de las empresas de productos tangibles, también lo ha hecho en el sector de los intangibles; desde hace algún tiempo, este ha sido considerado como uno de los más importantes sectores para el crecimiento económico de las sociedades (Gómez-Bayona, y Arrubla-Zapata, 2020).

En la historia de la práctica del mercadeo está ligada al impacto de la modernidad en la experiencia productiva del empresariado. La revolución industrial, a principios del siglo XIX, no solamente hizo de Inglaterra una potencia económica que dominaba la producción industrial del mundo, sino que cambió las prácticas comerciales y las relaciones de negocios entre los países, obligados, afortunadamente, a la invención, el liderazgo y el uso de la tecnología para construir ventajas competitivas (Martínez, 2015).

Las redes de mercadeo comenzaron funcionando como una empresa, a través de distribuidores independientes diferentes que, por medio del marketing directo, llevan el producto al consumidor final, generando excelentes ganancias (Muñoz, 2020). Además, el modelo de negocio de las redes de mercadeo utiliza bajo nivel de inversión, para de esta forma minimizar los costos de los canales de distribución, en este margen no hay gasto de inversión en la publicidad ya que se paga a los distribuidores que recomiendan el producto por medio de publicidad de boca en boca (Deville, 2019).

Según Gómez-Bayona, y Arrubla-Zapata (2020), como disciplina el mercadeo ha conseguido en las organizaciones un importante lugar, así como también en el sector educativo se ha ganado gradualmente los aspectos de mercadeo; él cual ha tomado cada vez más relevancia (Martínez, 2015) y consta de diversas etapas, en primer lugar, se tiene la generación de volúmenes en producción y escasas alternativas para los usuarios, en otra etapa se observa el enfoque de ventas, en la cual, no importa los requerimientos de los clientes; con el fin de encontrarle sentido a la evolución de la sociedad, con estas etapas se llega el enfoque al mercadeo que se acerca a la elaboración de estrategias mercantiles para que el cliente final tenga un acercamiento a la empresa (Gómez-Bayona y Arrubla-Zapata, 2020).

Hipótesis.

- La mayor parte de los vendedores en Pánuco, Ver., tienen el conocimiento sobre las redes de mercadeo y el plan de compensación de estas.

METODOLOGÍA

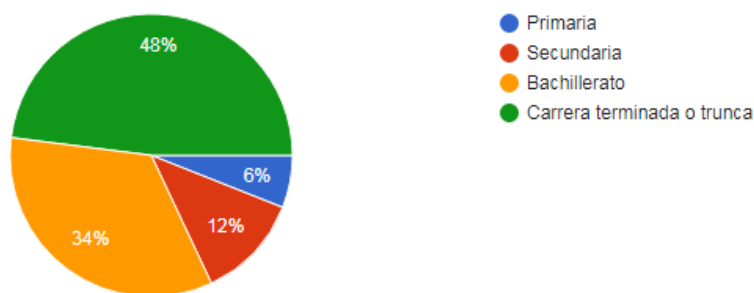
En este trabajo de investigación se utiliza el método cuantitativo, con alcance descriptivo a través de una investigación de campo (Hernández-Sampieri et al., 2018), buscando conocer el conocimiento que tienen las personas que se dedican a las ventas sobre las redes de mercadeo que existen hoy en día en el municipio de Pánuco, Veracruz, el cual tiene 96,185 habitantes en el año 2020 de acuerdo al INEGI (CEIEG, 2021), pero se desconoce el número exacto de personas dedicadas a las ventas, por lo cual se calculó la muestra a través de la fórmula de población infinita (Aguilar-Barojas, 2005), para determinar la muestra se utilizó un nivel de confianza del 95% y un margen de error del

5%, dando un total de 384 vendedores, sin embargo la tasa de respuesta fue de un 26% ya que se logró recabar un total 100 vendedores que fueron encuestados que brindaron información completa, se realizó un muestreo a conveniencia y se llevó a cabo la realización de una encuesta que consiste en un cuestionario sobre mercadeo, retomando los trabajos del autor (Pérez Florian, 2016), por lo cual se generó un trabajo de réplica, mediante un cuestionario distribuido por medios electrónicos, adaptado a las empresas locales y se logró generar una base de datos para el análisis de datos que a continuación se presenta.

RESULTADOS

Dentro de los hallazgos de esta investigación, se destaca la opinión de las personas en ventas con relación con las redes de mercadeo, a continuación, se detallan estos resultados. En la primera pregunta del cuestionario se busca conocer el nivel de educación que tiene cada encuestado, la mayor parte con el 48% tienen una carrera terminada o trunca, el 34% tienen bachillerato, el 12% secundaria y el 6% solo cuentan con primaria (Ver Tabla 1).

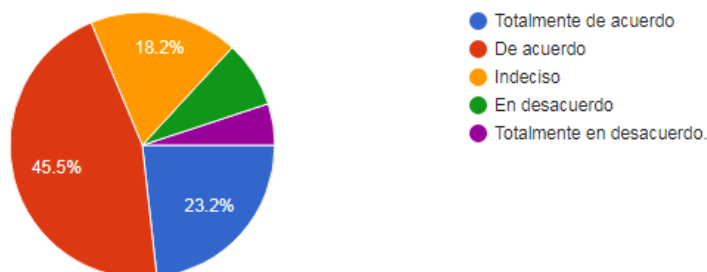
Tabla 1. Nivel educativo



Fuente: Elaboración a partir de datos muestra.

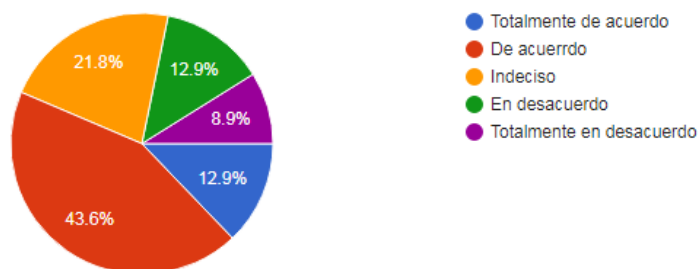
La siguiente pregunta el 45.5% comprende el concepto de modelo de negocio de redes de mercadeo, el 23,2% está de acuerdo, mientras que el 18.2% está en modo indeciso en menor proporción no logran comprender el concepto.

Tabla 2. ¿Conoce el concepto de mercadeo?



Fuente: Elaboración a partir de datos muestra.

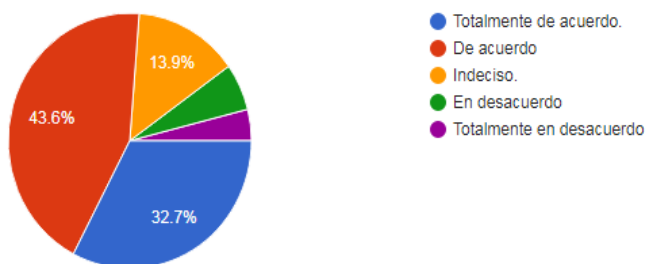
Tabla 3. ¿La opinión que tiene sobre redes de mercadeos es gracias a los comentarios de otras personas?



Fuente: Elaboración a partir de datos muestra.

El 43% de los encuestados manifiestan que el conocimiento sobre el concepto de una red de mercadeo está basado en opiniones de otras personas, mientras que el 21.8% está indeciso, el 12.9% está en desacuerdo y el 8.9% está en totalmente desacuerdo.

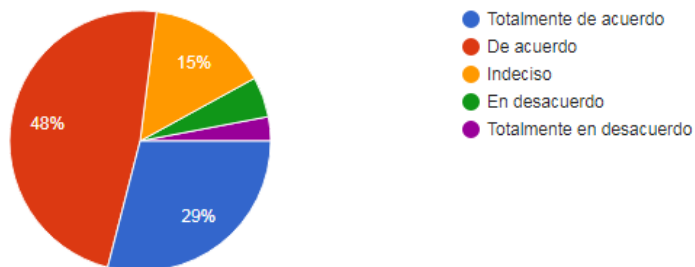
Tabla 4. En la búsqueda de información sobre redes de mercadeo, ¿Uso fuentes de información?



Fuente: Elaboración a partir de datos muestra.

El 32.7% está totalmente de acuerdo, el 43.6% usa fuentes de información, mientras que el 13.9% está indeciso.

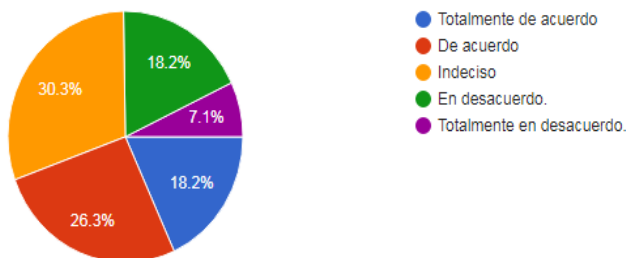
Tabla 5. ¿Tuve suficiente información para comprender el sistema de redes?



Fuente: Elaboración a partir de datos muestra.

En esta pregunta el 48% está de acuerdo que le fue suficiente la información que le presento el distribuidor, el 29% está totalmente de acuerdo, el 15% está indeciso y el resto de los encuestados están en desacuerdo.

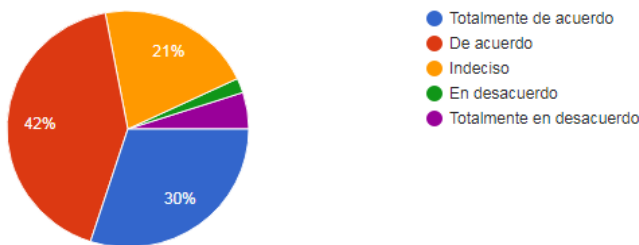
Tabla 6. ¿Tengo dudas al diferenciar el sistema comercial de las empresas tradicionales y el sistema comercial de redes?



Fuente: Elaboración a partir de datos muestra.

El 30% de la población tienen dudas al diferenciar un sistema de otro, el 26% está en modo de acuerdo, el 18.2% está totalmente de acuerdo, la otra parte del 18.2% está en desacuerdo y esto significa que solo el 7.1. sabe diferenciar un sistema del otro.

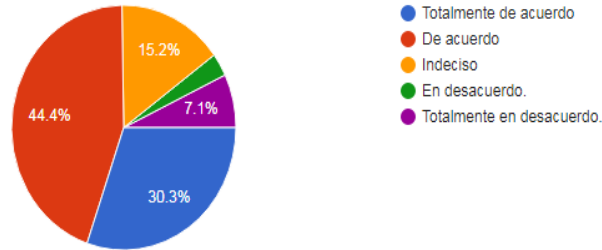
Tabla 7. Creo en el potencial del negocio y como se gana el dinero



Fuente: Elaboración a partir de datos muestra.

Con el 42% cree en el potencial del negocio y como se gana el dinero, el 30% está totalmente de acuerdo, mientras que el 21% está en modo indeciso.

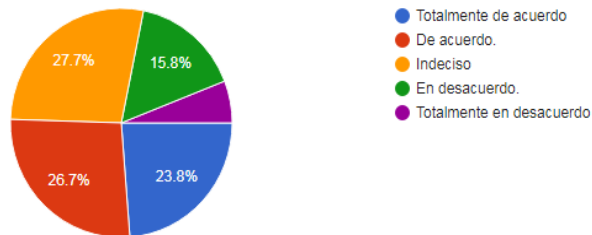
Tabla 8. Las redes de mercadeo son un negocio legítimo y confiable



Fuente: Elaboración a partir de datos muestra.

Con el 44.4% están de acuerdo que las redes de mercadeo son un negocio legítimo y confiable, el 30.3% están totalmente de acuerdo, el 15.2% está de manera indecisa y el 7.1% está en totalmente desacuerdo

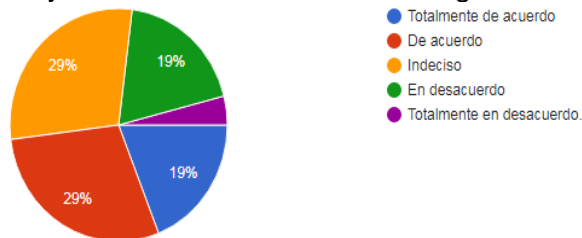
Tabla 9. Tengo desconfianza en los modelos de negocio de las redes de mercadeo



Fuente: Elaboración a partir de datos muestra.

El 27.7% de los encuestados están indecisos en la desconfianza sobre una red de mercadeo, el 26.7% están de acuerdo, el 23.8% está en totalmente de acuerdo y el 15.8% está en desacuerdo.

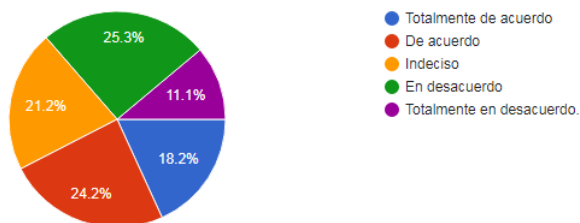
Tabla 10. No estoy interesado en afiliarme en ninguna red de mercadeo



Fuente: Elaboración a partir de datos muestra.

El 29% está de acuerdo en no afiliarse en ninguna red de mercadeo, la otra parte del 29% está en modo indeciso, el 19% está en desacuerdo y la otra parte del 19% está en totalmente de acuerdo.

Tabla 11. Estas posicionado en alguna red de mercadeo



Fuente: Elaboración a partir de datos muestra.

El 25.3% no está posicionado en ninguna red de mercadeo, el 24.2% si está posicionado en una red de mercadeo, el 21.2% está indeciso, esto quiere decir que no sabe si está o no dentro de una red. El 50% y el 26% de los encuestados creen en el potencial de una red de mercadeo, por otra parte, del 20% están de manera indecisa

DISCUSIÓN

Se encontró que las personas encuestadas que venden y están al frente de negocios de la ciudad tienen conocimiento sobre lo que es una red de mercadeo, sin embargo, están interesados en saber aún más, creen en el potencial de una red de mercadeo, tienen el interés de tener una capacitación para que quede claro cuál es su proceso y su principal función y así puedan iniciar un negocio de emprendimiento e innovar.

Actualmente, las redes de mercadeo como sistema de comercialización están ampliamente reconocidas como el modelo de negocio con un crecimiento acelerado en todos los países, en especial Latinoamérica, se calcula que bajo este esquema se reportaron ventas por \$192 billones de dólares, lo cual representa una cantidad importante de ingresos (Cepal, 2021). De acuerdo con Caban (2021), en el ámbito del emprendimiento y negocios hay muchas oportunidades en espera, por lo que tener en cuenta diversos modelos de negocios da a los comerciantes otra herramienta para generar ingresos.

CONCLUSIONES

Hoy en día la percepción de las redes de mercadeo ha cambiado, ya que existen nuevas formas de ventas, en donde el servicio que se ofrece es uno de los puntos importantes para definir el rumbo para proyectar a cualquier organización. Es decir, las redes de mercadeo son el desarrollo de la red como un modelo organizacional en el cual se identifican los líderes y los distribuidores que entran dentro del plan de incentivos que generan los ingresos residuales.

Se observó que la mayor parte de los vendedores en Pánuco, Ver., si tienen el conocimiento sobre las redes de mercadeo y el plan de compensación de estas, por lo cual se pueden desarrollar nuevas formas de emprendimiento utilizando este modelo de negocios. Además, que con este modelo, se puede llegar a una libertad financiera, sin la necesidad de estar atado a un trabajo tradicional, considerando que son legítimas confiables, para crear un negocio, ya que, es importante impulsar nuevas formas de ingreso, por lo que sería adecuado el sistema educativo debe cambiar definitivamente, para promover y crear personas emprendedoras con herramientas y métodos conceptuales y financieros, que nos permitan construir y mantener nuestros propios negocios.

LITERATURA CITADA

- Aguilar-Barojas, S. (2005). Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. *Salud en Tabasco*, 11(1-2), 333-338.
- Caban. (2021). Por qué las redes de mercadeo son el mejor negocio del 2021. Obtenido de Rafael caban. com : <https://rafaelcaban.com/por-que-las-redes-de-mercadeo-son-el-mejor-negocio-para-emprender-en-el-2021/>, (15 de febrero de 2021).
- CEIEG (2021) Cuadernillos municipales, 2021. http://ceieg.veracruz.gob.mx/wp-content/uploads/sites/21/2021/06/P%C3%81NUCO_2021.pdf
- Cepal (2021). Dinámica laboral y políticas de empleo para una recuperación sostenible e inclusiva más allá de la crisis del COVID-19, https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/47192/58/S2100608_es.pdf
- Deville Cieza, B. A. (2019). Impacto del network marketing en los líderes de la empresa Fuxion Biotech SAC, en la ciudad de Chiclayo-2016.

- Gómez-Bayona, L., Y Arrubla-Zapata, J. P. (2020). Evolución del mercadeo en el sector universitario. *Revista Venezolana de Gerencia*, 25(89), 159-173.
- Hernández-Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, P. (2018). Metodología de la investigación (Vol. 4, pp.310-386) México: McGraw-Hill Interamericana.
- Martínez, A. (2015). La era digital y su papel en la economía <https://www.caixabankresearch.com/es/economia-y-mercados/actividad-y-crecimiento/era-digital-y-su-papel-economia>
- Mejía, J. F. (2020). El sujeto consumidor-trabajador oculto tras las redes de mercadeo, (1-116). Medellín: Colección Epilion. Editorial Universidad Pontificia Bolivariana.
- Muñoz Sierra, S. C. (2020). Emprendimiento en la red de mercadeo a través de las compañías multinivel en Villa el Salvador, Lima 2019.
- Pérez Florián, K. D. P. (2016). Factores que afectan la percepción de las redes de mercadeo aplicada a una compañía multinacional de salud y bienestar en la ciudad de Trujillo.
- Pinzón, K. (2011). Redes Sociales: generando mercadeo de confianza. Universidad Tecnológica de Bolívar, 1-22.
- Segarra, H.P, Vera, V. R. y Espinoza, W.N. (2017). Actitud de los consumidores hacia el marketing en las redes sociales. *Revista publicando*, Vol. 4. 10 (2). 324-333.
- Worre, E. (2013). Go Pro- 7 pasos para convertirse en un profesional del mercadeo en red. Estados, Unidos: Edición Kindle.EEUU.



Impacto de las habilidades blandas en el liderazgo de estudiantes universitarios

Nadia Margarita Vega Blanco¹, Alma Leticia Cruz Méndez^{1}, Ariadna Daulet Santiago Santiago¹ y Edgar Jearvavi Vázquez Moreno¹*

¹TecNM-Instituto Tecnológico Superior de Pánuco

*alma.cruz@itspanuco.edu.mx

RESUMEN

El mercado incrementa su competitividad cada día, las empresas tienen necesidades cambiantes y requieren trabajadores con habilidades blandas desarrolladas que le permiten aprender, desempeñarse con éxito en el trabajo y que potencien en ellos la capacidad de liderazgo. El objetivo de la presente investigación es analizar las habilidades blandas para determinar el efecto que tienen en el liderazgo de los estudiantes universitarios y la forma en que se genera el liderazgo en las universidades mediante enseñanzas teóricas, ejercicios prácticos y comprensión de temas, con la finalidad de proponer estrategias que fortalezcan este aspecto para generar egresados con mayor grado de éxito. La metodología empleada es a partir del modelado de ecuaciones estructurales de mínimos parciales (PLS-SEM) mediante el software SmartPLS 4, el instrumento seleccionado para la recolección de datos es un cuestionario estructurado mediante un conjunto de preguntas escala tipo Likert, aplicado a 139 estudiantes universitarios y validado con un alfa de Cronbach de 0.7 que se adaptó al contexto de estudio. Los resultados indican que la responsabilidad y el trabajo en equipo son habilidades blandas que afectan positiva y significativamente en el liderazgo. Las universidades deben enfatizar el trabajo académico en las habilidades que fomenten en los estudiantes el liderazgo desde los primeros semestres, con actividades que generen responsabilidad y un eficiente trabajo en equipo, esto generará egresados con mayor sentido y capacidad de liderazgo en campo laboral.

Palabras clave: Liderazgo, Habilidades Blandas, Estudiantes Universitarios, Responsabilidad, Trabajo en Equipo.

ABSTRACT

The market increases its competitiveness every day, companies have changing needs and require workers with developed soft skills that allow them to learn, perform successfully at work and enhance their leadership capacity. The objective of this research is to analyze soft skills to determine the effect they have on the leadership of university students and the way in which leadership is generated in universities through theoretical teaching, practical exercises and understanding of topics, in order to propose strategies that strengthen this aspect to generate graduates with a higher degree of success. The methodology used is based on partial least structural equation modeling (PLS-SEM) using the SmartPLS 4 software. The instrument selected for data collection is a structured questionnaire using a set of Likert-type scale questions, applied to 139 university students and validated with a Cronbach's alpha of 0.7 that was adapted to the context of the study. The results indicate that responsibility and teamwork are soft skills that positively and significantly affect leadership. Universities should emphasize academic work on skills that foster leadership in students from the first semesters, with activities that generate responsibility and efficient teamwork. This will generate graduates with a greater sense and capacity for leadership in the labor field.

Key Words: Leadership, Soft Skills, University Students, Responsibility, Teamwork.

INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años, el campo de la educación superior se encuentra bajo mayor presión, debido a las exigencias profesionales en el mercado laboral. Históricamente, las habilidades técnicas o duras habían sido consideradas como las más demandadas debido a la simplicidad de éstas para evaluarse, sin embargo, en la actualidad no abastecen por completo el perfil de los empleados (Granados, López Clavijo, González Ruiz, y Romero González, 2021). El avance de la tecnología, los cambios en las necesidades de las empresas, que al estar en un mercado competitivo que tiende a modificarse de forma acelerada, requiere que sus trabajadores tengan por requisito una mayor adaptabilidad a los cambios (Espinoza Mina y Gallegos Barzolo, 2020a), habilidades para una interacción asertiva con miembros de la empresa y gente externa

de importancia para esta, lo cual hace indispensable poseer dichas habilidades que podemos categorizar como “habilidades blandas”, que son características o comportamientos de una persona que le permiten aprender y desempeñarse con éxito en el trabajo (Riaño Anzola, 2019).

Debido a esto, las estrategias de formación de los profesionistas en las universidades, deben enfocarse más en que sus enseñanzas se relacionen con la generación de estas competencias en sus estudiantes. Por tal motivo, es necesario también hacer una revisión a los planes de estudio que ya existen para detectar posibles deficiencias en la enseñanza (Vera Millalén, 2016) y adaptar los planes de estudio para que incluyan las habilidades blandas como parte de su formación profesional (Laines-Alamina, et al., 2024). Sin embargo, ese no es el verdadero reto. Al referirse a las habilidades blandas, se está hablando de un lado meramente humano, que es impredecible y complejo, aunado también a la forma en que este genera y desempeña. El desinterés y la falta de motivación del alumno evidencia la incapacidad del sistema educativo a la hora de realizar una conexión entre los contenidos analizados en clase y la vida real (Crespo Melero, 2021). Como consecuencia de esto, el reto no es simplemente incluir temas relacionados con las habilidades blandas en el plan de estudios, sino también encontrar la forma más adecuada de hacerlo, partiendo de las necesidades y características de los estudiantes (Espinoza Mina y Gallegos Barzola, 2020b). Para ello, es necesario esclarecer ciertos parámetros que sirvan de guía para evaluar la manera en que se están aplicando las estrategias de enseñanza, por lo cual, en la presente investigación se evaluará la forma en que los estudiantes aprenden habilidades blandas y cómo estas afectan el liderazgo del estudiante. Derivado de lo anteriormente expuesto, se buscan responder las siguientes preguntas: ¿Cómo afecta la autoconfianza, autocontrol emocional, comunicación asertiva, responsabilidad, trabajo en equipo y adaptabilidad en el liderazgo? ¿Qué aspecto, conocimientos teóricos, ejercicios prácticos o comprensión de temas, apoya el desarrollo del liderazgo?

Habilidades blandas.

También conocidas como habilidades sociales, las habilidades blandas están relacionadas principalmente con las emociones, la forma de relacionarse con el entorno

y la sociedad, estas brindan la facilidad de entender y desenvolverse adecuadamente en ambientes determinados (Carranza Delgado, 2022). Es importante darle prioridad al aprendizaje de las habilidades blandas, así como se hace con las llamadas habilidades duras, ya que estas nos brindan diferentes capacidades como la comunicación efectiva, liderazgo, trabajo en equipo e inteligencia emocional (Marrero Sanchez, et al., 2018). Gómez Gamero (2019), menciona que las habilidades blandas son rasgos particulares que resultan ser fundamentales en las organizaciones, esto a causa de la necesidad de aspectos como la eficacia y la eficiencia dentro de sus labores, sin dejar de lado la relación y consideración de la personalidad de cada uno de los individuos.

Por otra parte, Vazquez, et al., (2018) determina que las habilidades blandas son habilidades sociales que se encuentran relacionadas con la inteligencia emocional, logrando una mejor comunicación con los demás individuos y por ende, un desempeño adecuado en diversos ámbitos, siendo uno de ellos el laboral. En otro orden de ideas, Nuñez y Nuñez (2020) establece que las habilidades blandas son habilidades humanas y personales desarrolladas en el ámbito laboral, que son de suma importancia para la flexibilidad y la creatividad que ayudan a crear un buen líder con la fuerza de negociación. Por último, Morales Farro (2021) sostiene que las habilidades blandas son cualidades que todas las personas poseen, pero que comunmente desconocen cómo explotarlas o como relacionarlas con su trabajo y muy frecuentemente no se les da la importancia adecuada a estos temas, sin saber lo importantes que son para el desarrollo personal de todos.

En otro orden de ideas, los resultados de Vieira Salazar, et al., (2024) muestran que las habilidades de trabajo en equipo, liderazgo y comunicación se perciben como las más fundamentales para el desempeño laboral, sin embargo esto puede diferir dependiendo del entorno laboral donde se desarrolle; Soto Peralta, et al., (2024) establece que para lograr un clima laboral idóneo se requiere fomentar la comunicación, la motivación, la participación y el liderazgo entre un grupo de docentes y a como consecuencia, se alcanzará un ambiente sano y un desempeño académico enriquecedor para los alumnos. Así mismo, Saballet Lara (2024) hace hincapié en que las habilidades blandas apoyan la transformación del trabajo educativo individual a un trabajo colectivo y dinámico, por

medio del trabajo en equipo, comunicación asertiva, resiliencia, creatividad y toma de decisiones.

Liderazgo

El comportamiento de un líder puede afectar el nivel de confianza y satisfacción de los empleados hacia la empresa; de la relación líder-subordinados dependerá el grado de compromiso (Geraldo Campos, Mera Sánchez y Rocha Perez, 2020) y la posibilidad de que los empleados se adapten a los requerimientos de la organización (Santander-Salmon y Lara-Rivadeneira, 2023).

Autoconfianza

La autoconfianza contribuye a tener un grado de aceptación y autoestima de las capacidades, competencias y valores; si una persona se respeta y tiene confianza en sí mismo, no se siente minimizado, desarrolla la capacidad de resolver problemas, controla sus pensamientos y se enfrenta al mundo sin tener miedo, por lo general logra alcanzar sus metas (Flores, Ordinola, Avalos, Llerena y Tirado, 2023).

Autocontrol emocional

Para tomar decisiones efectivas y mantener buenas relaciones interpersonales es necesario evitar impulsos emocionales y tomar decisiones fundamentadas en la razón, el autocontrol permite mantener la tranquilidad y estar serenos en situaciones provocadoras (Solís Rodríguez y Atienzo Cárdenas, 2024).

Comunicación asertiva

Es una estrategia para lograr los resultados planeados en una organización, los empleados deben comprender que es de suma importancia ser proactivos y previsores, la comunicación asertiva debe estar bien planificada, basada en un análisis exhaustivo de la situación de la empresa, debe ser evaluada y los resultados retroalimentados con la finalidad de mejorar este proceso (Ullauri, et al., 2024).

Responsabilidad

Es una habilidad blanda que es considerada un valor humano, se define como la capacidad de las personas de conducirse de forma correcta o de acuerdo a lo esperado con base en el compromiso con objetivos en conjunto (Escobar, 2018).

Trabajo en equipo

El trabajo en equipo permite la colaboración de cada uno de los integrantes del grupo, la expresión de sus ideas, debate de puntos de vista y la capacidad de llegar a un consenso (Ronquillo, 2024).

Adaptabilidad

Mediante esta habilidad blanda las personas desarrollan la capacidad de actuar de forma adecuada ante las exigencias del entorno, su comportamiento expresa sus emociones en forma controlada, como se vinculan y se relacionan con los demás (Mamani Ruiz, 2017).

METODOLOGÍA

Para analizar el efecto que tiene la autoconfianza, el autocontrol emocional, la comunicación asertiva, la responsabilidad, el trabajo en equipo y la adaptabilidad en el Liderazgo y las estrategias idóneas para incrementar su desarrollo en el nivel universitario; se elabora un instrumento de investigación, el cual es una herramienta determinada para recopilar información y posteriormente analizarla (Medina et al., 2023) y dar respuesta a las preguntas de investigación. El instrumento seleccionado es un cuestionario estructurado mediante un conjunto de preguntas que se responden en escala tipo Likert que nos permite evaluar alguna capacidad (Vega, et al., 2023), en el caso de la presente investigación, permitirá evaluar el efecto de las habilidades blandas seleccionadas con el Liderazgo y la forma de desarrollo en estudiantes de nivel licenciatura.

Con los datos recopilados de dicho cuestionario, se realizará el modelado de ecuaciones estructurales de mínimos parciales (PLS-SEM), el cual es un método de análisis de datos

multivariado ampliamente usado mediante el software SmartPLS 4, que tiene la capacidad de analizar las complicadas relaciones entre variables latentes o constructos en base a técnicas avanzadas y complementarias, además de estimación de datos, pruebas predictivas con validación cruzada, evaluación de endogeneidad y análisis de condición necesaria (Cheah, et al., 2024).

El cuestionario se realizará mediante la herramienta “Google Forms” y será difundido por medio de redes sociales a estudiantes de nivel licenciatura. Dicho instrumento se compone de dos partes; la primera para conocer el efecto de las habilidades blandas, autoconfianza, autocontrol emocional, comunicación asertiva, responsabilidad, trabajo en equipo y adaptabilidad en el Liderazgo, la cual contiene un total de 29 preguntas, que se derivan de los indicadores más relevantes que engloban las habilidades blandas consideradas. La segunda parte consiste en 11 preguntas, acerca de las estrategias aplicadas en sus respectivas universidades con el objetivo de evaluar la manera en que los estudiantes aprenden a desarrollar su liderazgo, para ello se consideraron como principales indicadores los aspectos más generales de enseñanza de un tema particular. Para evaluar los cuestionarios mencionados anteriormente fue utilizada como herramienta la escala Likert, en la cual se contemplaron como respuestas “totalmente en desacuerdo”, “en desacuerdo”, “de acuerdo” y “totalmente de acuerdo”.

RESULTADOS

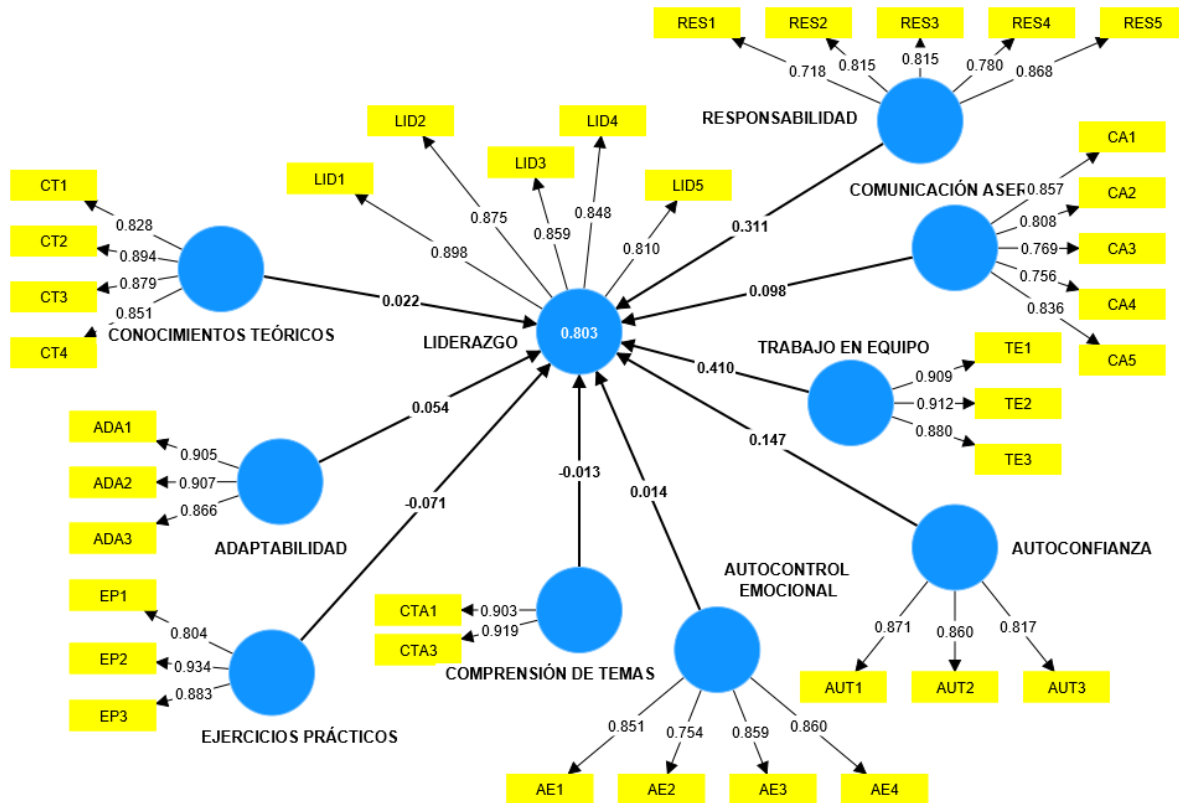
El cuestionario se aplicó a 139 estudiantes de nivel licenciatura, se realizó un análisis factorial exploratorio cuyos resultados arrojaron la validez convergente de cargas factoriales mayores a 0.708, análisis de la varianza extraída (AVE) mayor a 0.5, fiabilidad compuesta mayor a 0.7, Alfa de Cronbach mayor a 0.7 y criterio de multicolinealidad menor que 5 (Tabla 1), cumpliendo con dichos criterios (Hair, et al., 2021).

Tabla 1. Resultados de validez y fiabilidad.

VARIABLE LATENTE	INDICADOR	MEDIA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	VALIDEZ CONVERGENTE		CRITERIOS DE CALIDAD CONSISTENCIA INTERNA		MULTICOLINEALIDAD
				CARGAS >0.7	AVE >0.5	Fiabilidad compuesta >0.7	Alfa de Cronbach >0.7	VIF <5
ADAPTABILIDAD	ADA1	3.388	0.622	0.905	0.797	0.874	0.872	3.700
	ADA2	3.302	0.654	0.907				
	ADA3	3.345	0.639	0.866				
AUTOCONTROL EMOCIONAL	AE1	3.173	0.685	0.851	0.693	0.852	0.851	3.166
	AE2	3.309	0.670	0.754				
	AE3	3.230	0.667	0.859				
	AE4	3.309	0.641	0.860				
AUTOCONFIANZA	AUT1	3.532	0.563	0.871	0.722	0.814	0.808	4.447
	AUT2	3.417	0.576	0.860				
	AUT3	3.410	0.655	0.817				
COMUNICACIÓN ASERTIVA	CA1	3.424	0.602	0.857	0.650	0.870	0.865	4.439
	CA2	3.223	0.634	0.808				
	CA3	3.396	0.631	0.769				
	CA4	3.612	0.582	0.756				
	CA5	3.403	0.592	0.836				
CONOCIMIENTO TEÓRICOS	CT1	3.504	0.629	0.828	0.745	0.896	0.887	3.787
	CT2	3.475	0.629	0.894				
	CT3	3.410	0.640	0.879				
COMPRESIÓN DE TEMAS	CTA1	3.317	0.664	0.903	0.830	0.800	0.796	3.206
	CTA3	3.547	0.535	0.919				
EJERCICIOS PRÁCTICOS	EP1	3.281	0.700	0.804	0.766	0.850	0.845	3.701
	EP2	3.396	0.646	0.934				
	EP3	3.504	0.652	0.883				
LIDERAZGO	LID1	3.576	0.634	0.898	0.737	0.911	0.910	VARIABLE DEPENDIENTE
	LID2	3.580	0.663	0.875				
	LID3	3.547	0.612	0.859				

	LID4	3.604	0.539	0.848				
	LID5	3.532	0.597	0.810				
RESPON- SABILI- DAD	RES1	3.209	0.614	0.718	0.641	0.870	0.859	4.604
	RES2	3.482	0.554	0.815				
	RES3	3.345	0.698	0.815				
	RES4	3.403	0.592	0.780				
	RES5	3.554	0.553	0.868				
TRABAJO EN EQUIPO	TE1	3.511	0.637	0.909	0.811	0.884	0.883	3.279
	TE2	3.547	0.612	0.912				
	TE3	3.504	0.597	0.880				

El modelo estructural se realizó en el software SmartPLS 4. Se ajustaron las cargas de las variables independientes: Adaptabilidad, Autocontrol emocional, Autoconfianza, Comunicación asertiva, Conocimientos teóricos, Ejercicios prácticos, Responsabilidad y Trabajo en equipo; la variable Comprensión de temas se ajustó solo en las preguntas CTA1 y CTA3, se eliminó CTA2 y CTA4 por ser menor a 0.708 y se identificó el impacto y la contribución de cada variable independiente con la variable dependiente Liderazgo. La Gráfica 1 muestra el coeficiente de determinación R^2 ajustada, el cual indica la cantidad de varianza del constructo Liderazgo. R^2 ajustada fluctúa entre 0 y 1, entre más cercano a 1 el valor predictivo del modelo es mejor, para la presente investigación es de 0.803, lo cual es considerado sustancial (Hair, et al., 2021) y significa que el 80.3% de la varianza de la variable Liderazgo está explicada por el presente modelo.



Gráfica 1. Modelo estructural (PLS-SEM).

En la Tabla 2 se muestran los coeficientes Path y la significancia (valores p), mostrando que todas las relaciones son significantes; la Comprensión de temas y los Ejercicios prácticos muestran una relación negativa o inversa con Liderazgo. La relación entre responsabilidad y trabajo en equipo con Liderazgo en este modelo de ecuaciones estructurales es moderada y significativa con valores 0.311 y 0.410, respectivamente.

Tabla 2. Coeficientes Path y significancia.

RELACIONES	PATH	VALORES P
ADAPTABILIDAD -> LIDERAZGO	0.054	0.000
AUTOCONFIANZA -> LIDERAZGO	0.147	0.000
AUTOCONTROL EMOCIONAL -> LIDERAZGO	0.014	0.000
COMPRENSIÓN DE TEMAS -> LIDERAZGO	-0.013	0.000
COMUNICACIÓN ASERTIVA -> LIDERAZGO	0.098	0.000
CONOCIMIENTOS TEÓRICOS -> LIDERAZGO	0.022	0.000
EJERCICIOS PRÁCTICOS -> LIDERAZGO	-0.071	0.000

RESPONSABILIDAD -> LIDERAZGO	0.311	0.000
TRABAJO EN EQUIPO -> LIDERAZGO	0.410	0.000

DISCUSIÓN

Dentro de una organización es indispensable que el líder guíe en dirección al cumplimiento de objetivos a través de distintas habilidades, para esto se requiere de un equipo de personas que afronte los retos y participe de manera activa, con pleno conocimiento y conciencia de sus acciones para ser motor de cambio (Varón, et al., 2023). Por tal motivo el trabajo en equipo es una de las habilidades blandas, que incide y tiene una relación significativa y positiva con el liderazgo, lo cual se confirma por Guevara Tirado (2023), con relación al liderazgo transformacional en su investigación a 31 personas de mando gerencial. Por otro lado, Oblitas (2020) asegura que el liderazgo es vital para dirigir al equipo de trabajo en la mejora permanente, además el líder debe asumir las responsabilidades y contar con la habilidad de delegar funciones a su equipo para desarrollar su potencial y lograr el éxito deseado (Almengor, 2023). La responsabilidad es otra habilidad blanda que de acuerdo a nuestro estudio tiene una relación positiva y significativa con el Liderazgo.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos mediante el modelo de ecuaciones estructurales, basado en la encuesta realizada a estudiantes de nivel licenciatura de diversas carreras y semestres, concluye en que la Responsabilidad y el Trabajo en equipo afectan de manera positiva y significativa al Liderazgo ejercido por estudiantes. Estos hallazgos sugieren que los estudiantes que muestran una mayor disposición hacia la Responsabilidad y el Trabajo en Equipo tienden a presentar niveles más elevados de Liderazgo.

Este resultado tiene implicaciones importantes en el ámbito académico, ya que las universidades son semillero de futuros líderes, por tal motivo los programa educativos podrían enfocarse en fomentar y fortalecer la Responsabilidad y las habilidades de Trabajo en Equipo entre los estudiantes desde el primer semestre, reconociendo que estas dos habilidades blandas son componentes esenciales para el desarrollo del

liderazgo e incluso realizar actividades extracurriculares que promuevan el crecimiento y madurez de líderes emergentes.

Por último, se concluye que las habilidades blandas están significativamente relacionadas con la inserción laboral, aludiendo que son importantes y participan en el proceso de inserción laboral, y que son tomadas en cuenta por las empresas que buscan nuevos colaboradores capaces de resolver conflictos y aumentar la productividad.

Las limitaciones de la presente investigación, principalmente son la cantidad de estudiantes que contestaron la encuesta, la cantidad de universidades consideradas y las habilidades blandas encuestadas. La forma de desarrollar el liderazgo dentro de las universidades públicas es una línea de investigación propuesta, así como, determinar otras habilidades blandas que puedan impactar en el Liderazgo de estudiantes universitarios.

LITERATURA CITADA

- Almengor, S. (2023). El perfil del liderazgo en la gerencia - características y estilos. *Revista FAECO Sapiens*, 6(2), 33–51. <https://doi.org/10.48204/j.faeco.v6n2.a4009>
- Cheah, J. H., Magno, F., & Cassia, F. (2024). Reviewing the SmartPLS 4 software: the latest features and enhancements.
- Crespo Melero, M. (2021). *Soft Skills, una necesidad educativa en la formación profesional*. Villanueva de Gallego: Universidad San Jorge.
- Carranza Delgado, J. (2022). Habilidades blandas y desempeño laboral de los trabajadores de la empresa Ferretería & Industrias Jheyson SAC, 2021.
- Escobar, L. (2018). La responsabilidad como valor esencial durante la formación escolar. *Cultura Educación y Sociedad*, 9(3), 493–498. doi:10.17981/cultedusoc.9.3.2018.58
- Espinoza Mina, M. A., & Gallegos Barzola, D. (2020a). Habilidades blandas en la educación y la empresa: Mapeo sistemático. *Uisrael*, 41-58.

- Espinoza Mina, M. A., & Gallegos Barzolo, D. (2020b). Habilidades blandas y su importancia de aplicación en el entorno laboral: perspectiva de alumnos de una universidad privada en Ecuador. *Espacios*, 109-120.
- Morales Farro, O. A. (2021). Habilidades blandas como estrategia para mejorar la comunicación organizacional en los colaboradores de la Gerencia Regional de Educación Lambayeque-2019.
- Gómez Gamero, M. (2019). Las habilidades blandas competencias para el nuevo milenio. *DIVULGARE*, 1-5.
- Flores, E. C. C., Ordinola, E. A. V., Avalos, M. M. S., Llerena, S. L. S., & Tirado, V. S. D. M. (2023). La Psicología positiva y la autoconfianza o autoconcepto de los estudiantes universitarios: Revisión sistemática de la literatura. *Revista de la Universidad del Zulia*, 14(40), 440-464.
- Geraldo Campos, L. A. ., Mera Sánchez, A. R. ., & Rocha Perez, E. . (2020). Importancia de los estilos de liderazgo: un abordaje de revisión teórica. *Apuntes Universitarios*, 10(4), 156–174. <https://doi.org/10.17162/au.v10i4.501>
- Gómez-Gamero, M. E. (2019). Las habilidades blandas competencias para el nuevo milenio. *Divulgare boletín científico de la escuela superior de Actopan*, 6(11). doi:10.29057/esa.v6i11.3760
- Guevara Tirado, J. A. (2023). *Habilidades blandas para desarrollar el liderazgo transformacional en el personal de mando gerencial de las grandes empresas mineras del Perú* (Doctoral dissertation, Universidad Autónoma de Nuevo León).
- Granados, I. N., López Clavijo, S. L., González Ruiz, G. M., & Romero González , J. A. (2021). Habilidades blandas en el contexto universitario y laboral: revisión documental. *Inclusión y desarrollo*, 113-127.
- Guerra Báez, S. P. (2019). Una revisión panorámica al entrenamiento de las habilidades blandas en los estudiantes universitarios. *Psicología Escolar e Educativa*, 1-11.
- Hair Jr, J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C. M., Sarstedt, M., Danks, N. P., & Ray, S. (2021). *Partiqueal least squares structural equation modeling (PLS-SEM) using R: A workbook* (p. 197).

- Laines-Alamina, C. I., Silva-Almanza, I. J., & Estrella-Morales, V. (2024). Demanda de trabajadores con habilidades blandas y nivel de empleabilidad de egresados universitarios. (Demand for workers with soft skills and level of employability of university graduates).
- Mamani Ruiz, T. H. (2017). Caracterización de la adaptabilidad mediante el análisis multivariado y su valor como predictor del rendimiento académico. *Educación Superior*, 3(1), 68-75.
- Marrero Sánchez, O., Mohamed Amar, R., & Xifra Triadú, J. (2018). Habilidades blandas: necesarias para la formación integral del estudiante universitario. *Revista Científica ECOCIENCIA*, 5, 1–18. doi:10.21855/ecociencia.50.144
- Medina, M., Rojas, R., & Bustamante, W. (2023). *Metodología de la investigación: Técnicas e instrumentos de investigación*. Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú.
- Núñez, N. G. D., & Núñez, E. F. D. (2020). Las habilidades blandas y el teatro. *Revista Ciencias Pedagógicas e Innovación*, 8(1), 22-27.
- Riaño Anzola, E. (2019). *Habilidades blandas en el entorno laboral globalizado*. Bogotá D.C: Universidad Militar de Nueva Granada.
- Ronquillo, C. L. U. (2024). Trabajo en equipo como estrategia de aprendizaje en las ciencias sociales. *EPISTEME KOINONIA: Revista Electrónica de Ciencias de la Educación, Humanidades, Artes y Bellas Artes*, 7(13), 346-364.
- Santander-Salmon, E. S., & Lara-Rivadeneira, L. J. (2023). El liderazgo en el ámbito organizacional dentro del contexto humano. *Journal of Economic and Social Science Research*, 3(2), 15–29. <https://doi.org/10.55813/gaea/jessr/v3/n2/64>
- Saballet Lara, M. P. (2024). Las Habilidades Blandas en las Interacciones Docente-Estudiante Durante el Proceso Formativo. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(2), 5919-5936. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i2.10998
- Oblitas, G. I. A. (2020). Importancia del liderazgo en los equipos de trabajo. *Gestión en el tercer milenio*, 23(46), 89-98.
- Solís Rodríguez, F. T., & Atienzo Cárdenas, Y. G. (2024). Inteligencia emocional en emprendedores de Ciudad Juárez, México . *Administración Y Organizaciones*, 27(52). <https://doi.org/10.24275/DJPS9667>

- Soto Peralta, O. E., Mogollón Soto, R. A., Caruajulca Salazar, E. D., Atoche Alcas, L. C., & Mestanza Sandoval, C. E. (2024). Soft skills and work environment program. *Universidad, ciencia y tecnología*, 28(Special), 18–26. Doi: 10.47460/uct.v28ispecial.768
- Ullauri, M., Benítez, K., Zambrano, K, P., y Gálvez, K. E. (2024). Comunicación asertiva y desempeño laboral como estrategia para mejorar la educación. *Revista Venezolana De Gerencia*, 29(106), 745-759. <https://doi.org/10.52080/rvgluz.29.106.18>
- Varón, I. Y. G., Miranda, Y. Y. G., & Santín, M. C. (2023). El liderazgo y el coaching en el cambio organizacional.: Una perspectiva desde el factor humano. *Desarrollo sustentable, Negocios, Emprendimiento y Educación*, 5(44), 41-56.
- Vásquez, R., Ivonne, L., Posadas, P., Lisset, N., Vizcarra, P., & Elizabeth, E. (2018). Desarrollo de un plan de negocios de una escuela de formación de habilidades blandas y oficios. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), Lima, Perú. Retrieved from <http://hdl.handle.net/10757/623236>
- Vega Falcón, V., Leyva Vázquez, M. Y., & Batista Hernández, H. (2023). Desarrollo y validación de un cuestionario para evaluar el conocimiento en Metodología de la Investigación. *Revista Conrado*, 19(S2), 51-60.
- Vera Millalén, F. (2016). Infusión de habilidades blandas en el currículo de la educación superior: clave para el desarrollo de capital humano avanzado. *AKADEMÉA*, 53-73.
- Vieira Salazar, J. A., Vargas del Río, A. de J., & Echeverri Rubio, A. (2024). Importancia de las habilidades blandas en la empresa turística. Caso de directivos de la ciudad de Manizales Colombia. *Revista Virtual Universidad Católica Del Norte*, (72), 207–244. <https://doi.org/10.35575/rvucn.n72a9>



Propuesta de un sistema de monitoreo agrícola basado en técnicas de IA

Angela Pérez Florentino^{1}, Héctor Hugo Moreno Pérez¹ y Argia Lilí Paz Molina¹*

¹TecNM-Instituto Tecnológico Superior de Pánuco

*angela.perez@itspanuco.edu.mx

RESUMEN

El diseño de un prototipo de vehículo autónomo para monitoreo agrícola es muy importante, ya que permite actualizar los conocimientos y aplicarlos a favor de nuestra sociedad, al proponer soluciones tecnológicas como la aplicación de las redes convolucionales o el aprendizaje profundo, que les apoyen en actividades que al realizarlas de forma manual se tardarían mas tiempo en llevarlas a cabo. Se realizó una revisión documental para conocer y elegir las herramientas tecnológicas a utilizar en el vehículo experimental, posteriormente se realizó el armado del prototipo continuando con la recopilación de imágenes, después se hizo el entrenamiento del modelo y se hicieron las pruebas para corroborar que funcione. Así mismo, se presentan los resultados de esta primera fase del proyecto, que muestran el vehículo en funcionamiento al estar capturando las imágenes y procesandolas en el modelo de entrenamiento, permitiendo que el vehículo navegue evitando obstáculos.

Palabras claves: Vehículo Autónomo, Redes Convolucionales, Aprendizaje Profundo.

ABSTRACT

The design of an autonomous vehicle prototype for agricultural monitoring is very important, as it allows us to update knowledge and apply it in favor of our society, by proposing technological solutions such as the application of convolutional networks or deep learning, which support them in activities that, if carried out manually, would take longer to carry out. A documentary review was carried out to know and choose the technological tools to be used in the experimental vehicle, then the prototype was assembled, continuing with the collection of images, then the model was trained, and tests

were carried out to corroborate that it works. Likewise, the results of this first phase of the project are presented, which show the vehicle in operation by capturing the images and processing them in the training model, allowing the vehicle to navigate avoiding obstacles.

Key words: Autonomous Vehicle, Convolutional Networks, Deep Learning

INTRODUCCIÓN

El uso de la tecnología es cada vez más utilizado y sofisticado, atendiendo desde las necesidades más básicas hasta las más complejas. Existen una diversidad de tecnologías y redes neuronales para el aprendizaje autónomo: deep learning y redes convolucionales, cada una con sus espacios o áreas de aplicación.

En la actualidad se evidencia un fuerte crecimiento de la automatización de las labores agrícolas atendiendo a la evolución tecnológica y a la expansión poblacional del planeta. De lo anterior surge un interrogante que obedece a la tendencia mundial de la industria 4.0: ¿Cuáles tecnologías son las más adecuadas y apropiadas para desarrollar proyectos en el sector agrícola? Debido a esto, es importante identificar el estado actual de las aplicaciones agrícolas y sus tecnologías, y establecer cuáles apuntan a los desarrollos y desafíos del nuevo siglo. (Tovar, 2019)

De acuerdo a González (2015) la agricultura en todo el mundo propende por la seguridad alimentaria a futuro, razón por la cual se está en la búsqueda de tecnologías modernas que ayuden a mitigar la falta de atención de ciertas particularidades de los cultivos que generan gastos innecesarios en el monitoreo de los mismos. De igual forma menciona que las extensiones de las fincas no eran tan grandes, por lo que los cultivos tampoco lo eran como en la actualidad, lo que hace más tardado el recorrerlos en su totalidad.

Según Pino (2019), una actividad común en la agricultura es la aplicación de pesticidas o de fertilizantes (nitrógeno, fósforo, potasa) y micronutrientes (azufre, magnesio, zinc). Tanto el fertilizante como pesticidas son aplicados por equipos como bombas rociadoras manuales, pulverizadores de tractor o sistemas de riego a presión.

He aquí la importancia del uso de vehículos autónomos que faciliten los recorridos por las amplias y extensas áreas de cultivo para apoyar en las actividades propias de los mismos. Un vehículo autónomo de acuerdo a Gómez (2023), para ser desarrollado se debe enfocar más en la parte de la visión, por lo que se enfoca en una de las ramas más

estudiadas de la inteligencia artificial: la visión artificial. Por lo que dice que es la encargada de dar a una máquina la capacidad de ver y cita a (Nalwa, 1993), quien dice que: “La visión artificial o comprensión de imágenes describe la deducción autónoma de la estructura y propiedades de un mundo tridimensional, posiblemente dinámico, bien a partir de una o varias imágenes bidimensionales de ese mundo” por lo que la visión, tanto para los humanos como para un sistema, consta de dos fases principalmente: captar una imagen e interpretarla.

Este documento versa sobre el desafío de la navegación autónoma de un vehículo experimental empleando Redes Neuronales Convolucionales (Convolutional Neural Network [CNN]), que de acuerdo a Castillo (2023), son una clase de algoritmos de aprendizaje profundo especialmente diseñados para el procesamiento de imágenes y la detección de patrones.

Con el desarrollo e implementación de este vehículo experimental se explorarán las capacidades de la IA en la toma de decisiones autónomas en la navegación en entornos agrícolas.

El objetivo de este trabajo de investigación es el diseño de un vehículo experimental en su primera fase de prueba, que sea capaz de navegar en forma autónoma al ser entrenado el modelo para que pueda evitar los obstáculos en primera instancia.

METODOLOGÍA

Actualmente el aprendizaje automático o de máquina esta siendo muy utilizado, Silva (2020) lo describe como una rama de la inteligencia artificial que tiene como objetivo, desarrollar algoritmos computacionales que doten la capacidad de “aprender” a las computadoras.

Para el diseño del vehículo experimental se utiliza el método de investigación experimental porque se trabaja directamente con el primer prototipo del vehículo autónomo, mismo que hasta el momento evita obstáculos. En cuanto al diseño de la investigación es pre-experimental porque se estará observando el comportamiento en la aplicación del vehículo prototipo.

Como primer paso para el diseño del prototipo, se ha hecho una revisión documental para conocer las tecnologías y redes neuronales para el aprendizaje autónomo, en donde se

encontró que se puede trabajar con el aprendizaje profundo (deep learning) o redes neuronales convolucionales (CNN), inclinándose por este último.

Lo anterior porque de acuerdo a AWS (s.f), una red neuronal es la tecnología subyacente en el aprendizaje profundo, la cual consiste en nodos o neuronas interconectados en una estructura en capas. Estos nodos procesan los datos en un sistema coordinado y adaptativo, los cuales intercambian comentarios sobre los resultados generados, aprenden de los errores y mejoran continuamente. Por lo tanto, las redes neuronales artificiales son el núcleo de un sistema de aprendizaje profundo.

Es así que se seleccionó a las redes neuronales convolucionales porque son capaces de extraer el modelo ajustando parámetros como pesos de la red, para minimizar el error entre las predicciones del modelo y las etiquetas de control reales como la dirección y la velocidad.

Como segundo paso, se analizaron que componentes utilizar para este primer prototipo de prueba, decidiéndose por los que se enlistan a continuación:

1. Raspberry Pi. Se utiliza para controlar la locomoción, la adquisición de las imágenes y la operación del modelo de inteligencia artificial.
2. Driver LN298. Usado para controlar los motores.
3. Servo Motor. Para controlar la tracción delantera del vehículo prototipo.
4. Motores DC. Sirve para controlar el Driver LN298.
5. Kit carrito. Utilizado para montar todos los componentes.
6. Cámara Raspberry Pi. Destinada a la adquisición de imágenes que entrenaran el modelo.
7. Computadora con más de 3GHZ de procesamiento y 16GB de RAM.

Como tercer paso, se armó el vehículo prototipo y se procedió a la recopilación de las imágenes para posteriormente procesarlas con el modelo de entrenamiento y realizar las pruebas correspondientes para verificar su funcionamiento.

RESULTADOS

A continuación se describen los resultados del procedimiento realizado en el diseño del prototipo.

Se trabajó sobre el sistema operativo ROS (Sistema Operativo para Robots), que de acuerdo a (ROS, s.f.), es un conjunto de bibliotecas de software y herramientas que ayudan a crear aplicaciones para robots. De igual forma se utilizó la librería Donkeycar (imagen 1) que permite el desplazamiento del vehículo experimental.

```
#Define a vehicle to take and record pictures 10 times per second.

import time
from donkeycar import Vehicle
from donkeycar.parts.cv import CvCam
from donkeycar.parts.tub_v2 import TubWriter
V = Vehicle()

IMAGE_W = 160
IMAGE_H = 120
IMAGE_DEPTH = 3

#Add a camera part
cam = CvCam(image_w=IMAGE_W, image_h=IMAGE_H, image_d=IMAGE_DEPTH)
V.add(cam, outputs=['image'], threaded=True)

#add tub part to record images
tub = TubWriter(path='./dat', inputs=['image'], types=['image_array'])
V.add(tub, inputs=['image'], outputs=['num_records'])

#start the drive loop at 10 Hz
V.start(rate_hz=10)
```

Imagen 1. Librería Donkeycar.

En la imagen 2, se muestra el vehículo experimental armado con su computadora a bordo.

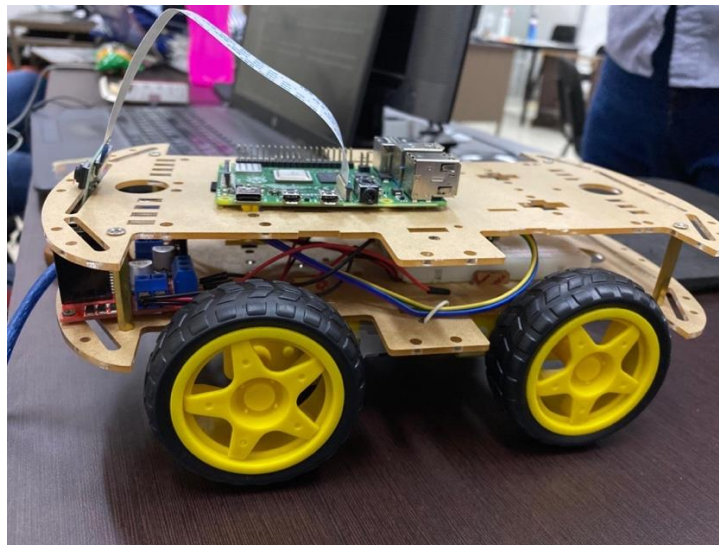


Imagen 2. Vehículo prototipo.

Para entrenar el modelo se tienen que capturar las imágenes a una frecuencia de entre 10 a 20 imágenes por segundo (imagen 3), mismas que el framework Donkeycar registra con etiquetas tomando en cuenta la dirección, velocidad y la posición de la cámara; lo

que permite al prototipo del vehículo autónomo recorrer la ruta deseada para ir registrando las imágenes.

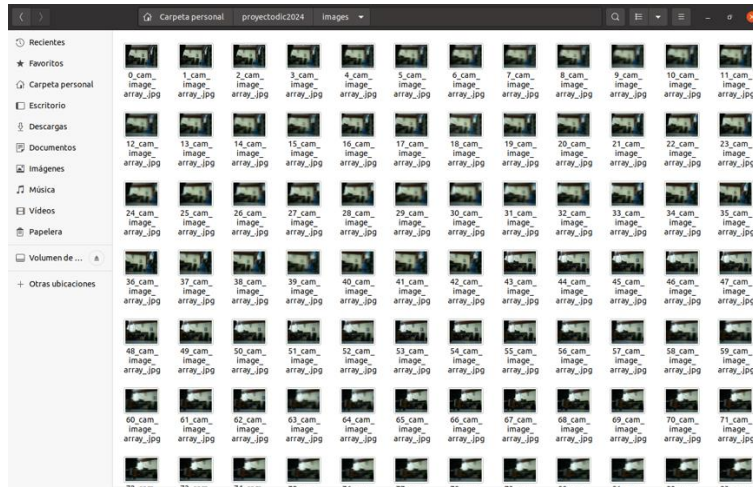


Imagen 3. Dataset obtenido desde el prototipo.

Posteriormente Donkeycar las redimensiona a un tamaño mas pequeño para acelerar el proceso de entrenamiento (imagen 4), lo cual hace utilizando la librería Keras que se encarga de extraer las características más importantes como bordes, formas y patrones en las imágenes, que permitirá al vehículo prototipo decidir a que dirección ir y a que velocidad.



Imagen 4. Imágenes varias capturadas (editadas por software Pica AI porque Donkeycar ya las había redimensionado y etiquetado).

La siguiente etapa es la normalización de datos, que consiste en transformar sus valores de píxeles y se ajustan para estar dentro de un rango específico (por ejemplo, entre 0 y 1), lo que ayuda al modelo a aprender de manera más eficiente.

Arquitectura de la red neuronal (imagen 5):

1. Entradas:

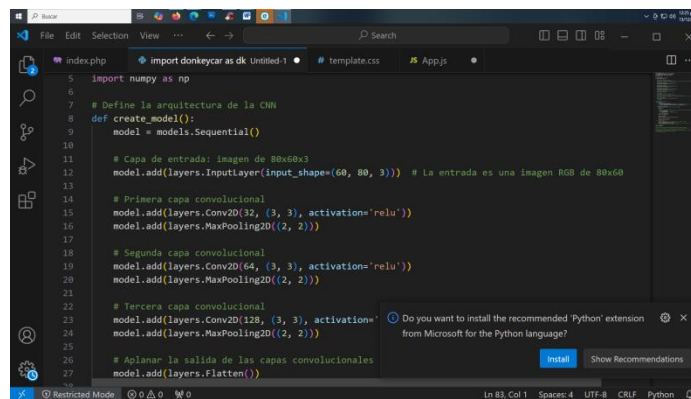
- Imágenes de tamaño 160x120x3 (alto, ancho, canales de color).
- Capas convolucionales: 3 capas convolucionales con 24, 36 y 48 filtros de tamaño 5x5.
- Capas de Max Pooling: 3 capas con tamaño de pool 2x2.
- Capas completamente conectadas: 4 capas densas con 1164, 100, 50 y 10 unidades, respectivamente.
- Salida: 2 valores continuos (dirección y velocidad).

2. Parámetros de Entrenamiento:

- Función de pérdida: Error cuadrático medio (MSE).
- Optimizador: Adam.
- Épocas: Dependiendo de la cantidad de datos y el tiempo de entrenamiento, el modelo puede entrenarse durante varias épocas (por ejemplo, 10-50).

3. Salida del modelo: Generalmente tiene dos salidas principales:

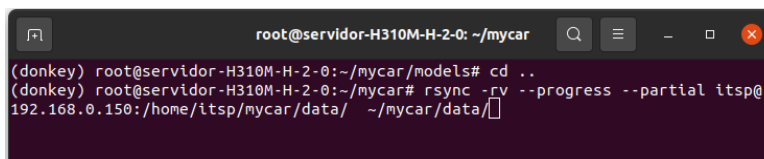
- Dirección: Qué tanto debe girar el volante.
- Velocidad: Cuánto debe acelerar el coche.



```
5 import numpy as np
6
7 # Define la arquitectura de la CNN
8 def create_model():
9     model = models.Sequential()
10
11     # Capa de entrada: imagen de 80x80x3
12     model.add(layers.InputLayer(input_shape=(60, 80, 3))) # La entrada es una imagen RGB de 80x60
13
14     # Primera capa convolucional
15     model.add(layers.Conv2D(32, (3, 3), activation='relu'))
16     model.add(layers.MaxPooling2D((2, 2)))
17
18     # Segunda capa convolucional
19     model.add(layers.Conv2D(64, (3, 3), activation='relu'))
20     model.add(layers.MaxPooling2D((2, 2)))
21
22     # Tercera capa convolucional
23     model.add(layers.Conv2D(128, (3, 3), activation='relu'))
24     model.add(layers.MaxPooling2D((2, 2)))
25
26     # Aplanar la salida de las capas convolucionales
27     model.add(layers.Flatten())
```

Imagen 5. Descripción de la arquitectura de la red neuronal.

Para la generación del modelo el framework Donkeycar (imagen 6) llama a los dataset de imágenes como tubs.



```
root@servidor-H310M-H-2-0: ~/mycar
(donkey) root@servidor-H310M-H-2-0:~/mycar/models# cd ..
(donkey) root@servidor-H310M-H-2-0:~/mycar# rsync -rv --progress --partial itsp@192.168.0.150:/home/itsp/mycar/data/ ~/mycar/data/
```

Imagen 6. Proceso de transferencia del dataset de imágenes obtenidas.

En la interfaz del framework se analizan los tubs (imagen 7).

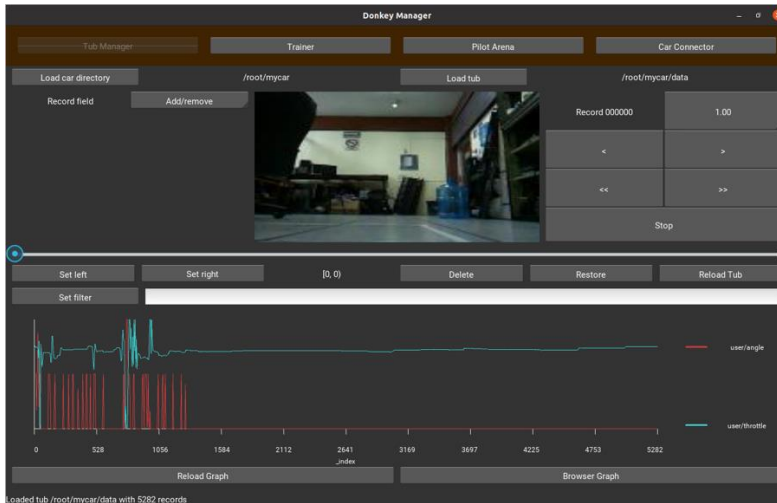


Imagen 7. Dataset con 5280 imágenes.

El entrenamiento se realiza en la opción trainer del framework de la interfaz de usuario (UI) o en la ventana de comandos. (imagen 8)

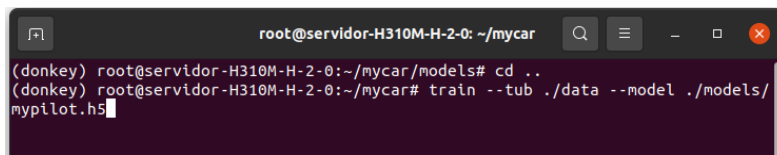


Imagen 8. Entrenamiento.

Los resultados del entrenamiento se muestran en el framework UI. (imagen 9)

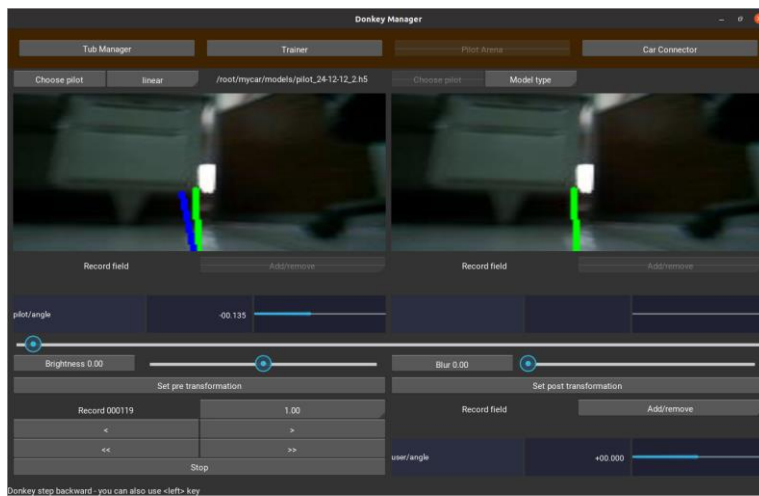


Imagen 9. Resultados del entrenamiento.

La línea verde es el dato capturado en el recorrido y la azul es la del entrenamiento. Solo se llegó hasta esta etapa para crear el modelo y no se analizó la presión del mismo.

DISCUSIÓN

En esta investigación se presenta el diseño de un vehículo autónomo basado en la redes neuronales convolucionales, cuyo objetivo es el de explorar las capacidades de la Inteligencia Artificial en la toma de desiciones autónomas. Es así que en este primer prototipo se esta entrenando al vehículo para que sea capaz de evitar obstáculos y sea capaz de navegar de forma autónoma.

Lo anterior tomando en cuenta trabajos de investigación que usan el aprendizaje automático, cuyas herramientas realizan la recoleccion de información que posteriormente es procesada para permitir la toma de decisiones.

CONCLUSIONES

Con el diseño de este tipo de vehículos de monitoreo se pretende coadyuvar a las personas que trabajen algun tipo de cultivo y que en determinado momento requieran de realizar tareas que son repetitivas, proponiendo este tipo de tecnología autónoma adecuandola de acuerdo a sus necesidades. Cabe hacer mención que este vehículo es una primera prueba y se proyecta mejorarlo tanto en infraestructura como en funcionalidades. Es así como se concluye que al existir una diversidad de vehículos autónomos tanto terrestres como aéreos, siempre queda el espacio para seguir explorando y darle utilidad a estos trabajos o proyectos ya realizados en otros lugares, adaptándolos con los recursos a nuestro alcance a las necesidades de nuestra región.

LITERATURA CITADA

- AWS. s.f. *¿Cuál es la diferencia entre el aprendizaje profundo y las redes neuronales?*. Recuperado de: <https://aws.amazon.com/es/compare/the-difference-between-deep-learning-and-neural-networks/>
- Castillo Vázquez, F. A. 2023. *Navegación autónoma de vehículos aéreos por referencia visual*. Recuperado de: https://repositorio.cetys.mx/bitstream/60000/1699/1/Tesis_Maestria_FranciscoCastillo_FINAL.pdf
- Donkeycar. s.f. *Código (imagen)*. Recuperado de: <https://docs.donkeycar.com/>
- Gómez Silva, L. D. 2023. *Implementación de un sistema de visión artificial de detección y evasión de obstáculos para un robot móvil tipo oruga*. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12749/23082>
- González, A. et al. (2015). *Drones aplicados a la agricultura de precisión*. *Publicaciones e Investigación*, 10(2016): 23-37. DOI: <https://doi.org/10.22490/25394088.1585>
- Pino V., E. 2019. *Los drones una herramienta para una agricultura eficiente: un futuro de alta tecnología*. *IDESIA*. 37(1): 75-84. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292019005000402>
- ROS. s.f. *ROS. Sistema operativo para robots*. Recuperado de: <https://ros.org/>
- Silva Guzmán, E. R. 2020. *Tutorial: entrenamiento de la red neuronal convolucional YOLO para objetos propios*. Recuperado de: https://biorobotics.fi-p.unam.mx/wp-content/uploads/Courses/reconocimiento_de_patrones/tutoriales/YOLO-Introducci%C3%B3n-e-implementaci%C3%B3n-.pdf
- Tovar Soto, J. P. et al. 2019. *Internet de las cosas aplicado a la agricultura: estado actual*. *Lámpsakos*, (22): 86-105. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7210369>



Sistemas sustentables en apiarios: Revisión sistemática de la literatura

Reina Verónica Román Salinas^{1}, Manuel Antonio Arenas Méndez¹, Carlos Alberto Contreras Verteramo¹ y Marco Antonio Díaz Martínez¹*

¹TecNM-Instituto Tecnológico Superior de Pánuco

*reina.roman@itspanuco.edu.mx

RESUMEN

La apicultura es una actividad fundamental para la sostenibilidad ecológica y económica, gracias a su papel en la producción de miel y la polinización de cultivos. Sin embargo, enfrenta desafíos significativos como el cambio climático, la pérdida de biodiversidad y el uso excesivo de agroquímicos. Este artículo presenta una revisión sistemática de la literatura sobre sistemas sustentables en apiarios, destacando estrategias tecnológicas, ecológicas y socioeconómicas que contribuyen a su resiliencia. Se analizan avances como el uso de tecnologías IoT, prácticas de conservación de abejas nativas y modelos de negocio inclusivos que fortalecen las economías locales. Los resultados demuestran que estos sistemas no solo aumentan la productividad apícola, sino que también favorecen la restauración de hábitats y la generación de ingresos sostenibles para comunidades rurales. Finalmente, se enfatiza la necesidad de un enfoque interdisciplinario y políticas públicas adecuadas para consolidar los beneficios de estos sistemas y garantizar un futuro sostenible para la apicultura.

Palabras claves: Sistemas Sustentables, Apicultura, Tecnologías, Sensores.

ABSTRACT

Beekeeping is a fundamental activity for ecological and economic sustainability, thanks to its role in honey production and crop pollination. However, it faces significant challenges such as climate change, biodiversity loss, and the overuse of agrochemicals. This article presents a systematic review of the literature on sustainable systems in apiaries, highlighting technological, ecological, and socioeconomic strategies that contribute to

their resilience. Advances such as the use of IoT technologies, native bee conservation practices, and inclusive business models that strengthen local economies are analyzed. The results show that these systems not only increase beekeeping productivity, but also favor habitat restoration and sustainable income generation for rural communities. Finally, the need for an interdisciplinary approach and appropriate public policies to consolidate the benefits of these systems and ensure a sustainable future for beekeeping is emphasized.

Keywords: Sustainable Systems, Beekeeping, Technologies, Sensors.

INTRODUCCIÓN

En un mundo donde los efectos del cambio climático y la crisis ambiental impactan de manera desproporcionada a las comunidades marginadas, la necesidad de implementar soluciones sustentables se ha vuelto imperativa. Los sistemas sustentables en apiarios no solo representan una estrategia para la preservación de los ecosistemas, sino también una herramienta para el desarrollo socioeconómico en áreas con acceso limitado a recursos y oportunidades (Brodschneider, 2010; Glenny 2017).

La apicultura es una actividad de suma importancia ecológica, ya que las abejas desempeñan un papel esencial en la polinización de cultivos y la conservación de la biodiversidad. Al mismo tiempo, es una fuente económica para muchas familias, ya que productos como la miel, la cera, el polen y el propóleo generan ingresos estables. Sin embargo, las zonas marginadas enfrentan múltiples barreras para aprovechar plenamente el potencial de la apicultura, como la falta de infraestructura adecuada, limitaciones en la formación técnica y escasez de recursos para implementar prácticas modernas y sostenibles (Klein, 2007).

Implementar sistemas sustentables en apiarios en estas áreas requiere un enfoque integral que contemple no solo los aspectos técnicos, sino también los contextos sociales y económicos de las comunidades. Estos sistemas deben basarse en el uso eficiente de recursos naturales, la integración de tecnologías apropiadas de bajo costo y la formación de capacidades locales, lo que permite maximizar los beneficios para los apicultores mientras se protege el medio ambiente (Campos, 2010; LeConte, 2008).

El propósito de este artículo es proponer un modelo de sistemas sustentables en apiarios con aplicaciones específicas en zonas marginadas. Se busca identificar y analizar las prácticas más efectivas para implementar sistemas que sean accesibles, resilientes y adaptados a las condiciones locales. Además, se examinará cómo estas iniciativas pueden fortalecer la cohesión social, mejorar la calidad de vida de los apicultores y contribuir al desarrollo sostenible de las comunidades (Engel, 2021; Moritz, 2010; Ollerton, 2011).

Finalmente, este estudio destaca la apicultura como un puente entre la conservación ambiental y el progreso socioeconómico, presentando una visión de cómo los sistemas sustentables pueden transformar realidades en contextos de vulnerabilidad y convertirse en un modelo replicable para otras regiones con desafíos similares.

METODOLOGÍA

La búsqueda de información bibliográfica se basa en consultas de artículos científicos, repositorios y bases de datos especializadas; se identificó el tema en inglés y español, en el que se presentan conceptos relacionados con la inteligencia artificial en las empresas. Se consideraron publicaciones de los últimos 9 años, profundizándose en la búsqueda de la literatura de manera tradicional.

RESULTADOS

Innovaciones tecnológicas en la apicultura sostenible

a) Sistemas de monitoreo inteligente

El uso de sensores y dispositivos IoT (Internet de las Cosas) se ha popularizado como una herramienta clave para mejorar el manejo de las colmenas. Estos sistemas permiten: Monitoreo en tiempo real de la temperatura, humedad y niveles de actividad.

Detección temprana de enfermedades y plagas, reduciendo el uso de productos químicos.

Optimización de la productividad, al prever necesidades de alimentación suplementaria y movimientos de las colmenas.

Un estudio de Singh et al. (2021) demostró que el uso de sensores IoT en colmenas aumentó la producción de miel en un 25% y redujo las pérdidas por plagas en un 15%.

b) Energías renovables

La implementación de paneles solares para alimentar equipos apícolas ha permitido reducir costos operativos y emisiones de carbono. Además, se han desarrollado dispositivos portátiles para la extracción de miel que funcionan con energía solar.

Prácticas ecológicas en sistemas sustentables

a) Conservación de abejas nativas

El fomento de la apicultura con especies nativas, como la abeja sin aguijón (*Melipona* spp.), ha ganado relevancia en regiones tropicales. Estas abejas requieren menos manejo y son más resistentes a condiciones climáticas adversas.

b) Restauración de hábitats

La literatura resalta la importancia de crear paisajes apícolas diversificados mediante la siembra de plantas nativas que aseguren una floración constante a lo largo del año. Según Rucker et al. (2012), la restauración de hábitats incrementó la disponibilidad de néctar en un 40% en áreas deforestadas.

c) Agricultura orgánica y reducción de agroquímicos

El manejo sustentable de apiarios incluye la colaboración con agricultores para reducir el uso de pesticidas, adoptando prácticas de manejo integrado de plagas y técnicas agroecológicas (Vanbergen, 2013).

Dimensión socioeconómica

a) Capacitación y empoderamiento comunitario

Los sistemas sustentables en apiarios no solo buscan mejorar la productividad, sino también empoderar a los apicultores mediante programas de capacitación. Estos programas han demostrado:

Incrementar el ingreso promedio de las familias rurales.

Mejorar la inclusión de mujeres y jóvenes en actividades apícolas.

b) Comercio justo y certificaciones

La obtención de certificaciones como "miel orgánica" y "comercio justo" ha permitido a los apicultores acceder a mercados internacionales con precios premium.

c) *Manejo ecológico de apiarios*

Conservación de especies nativas

En América Latina, la apicultura con abejas sin aguijón (*Meliponini*) ha mostrado múltiples ventajas, como mayor resistencia a enfermedades y capacidad de adaptación a climas extremos. Esto es particularmente relevante en zonas tropicales y subtropicales.

Restauración de hábitats

Un enfoque crucial en los sistemas sustentables es la reforestación con plantas nativas que:

Incrementan la disponibilidad de néctar y polen.

Mejoran la conectividad entre ecosistemas fragmentados.

Ejemplo: En Brasil, proyectos de reforestación con especies como el ipé amarillo y el eucalipto lograron duplicar la población de colmenas en un periodo de cinco años.

Agricultura orgánica

El manejo integrado de plagas y la eliminación gradual de pesticidas favorecen tanto a las abejas como a los cultivos polinizados. En un estudio realizado en España, las colmenas cercanas a áreas orgánicas mostraron un 40% más de productividad que aquellas en zonas con agricultura convencional.

a) Impacto social y económico

Empoderamiento de comunidades rurales: La apicultura sustentable genera ingresos estables para comunidades rurales, especialmente en regiones marginadas. Programas educativos, como el impartido por la FAO en África, han capacitado a más de 10,000 apicultores, aumentando sus ingresos en un 50%.

Generación de empleos verdes: Los sistemas sustentables crean nuevas oportunidades laborales, desde el diseño de tecnologías hasta la comercialización de productos apícolas certificados.

Certificaciones ecológicas: El mercado de miel orgánica y sostenible ha crecido exponencialmente, incentivando prácticas responsables. Por ejemplo, en México, la certificación "miel orgánica" incrementa el precio de venta en un 25%.

b) Retos y barreras

Limitaciones tecnológicas: El acceso a tecnologías avanzadas sigue siendo limitado en regiones rurales debido a costos elevados y falta de infraestructura.

Políticas públicas insuficientes: En muchos países, las políticas apícolas no consideran la integración de prácticas sustentables ni incentivan suficientemente la restauración de hábitats.

Cambio climático: A pesar de los avances, el cambio climático continúa alterando la fenología de las plantas, afectando la disponibilidad de recursos para las abejas.

CONCLUSIONES

Los sistemas sustentables en apiarios representan una respuesta integral a los desafíos de la apicultura contemporánea, combinando tecnologías innovadoras, manejo ecológico y estrategias socioeconómicas inclusivas. Estos sistemas contribuyen a la viabilidad económica de los apicultores, la preservación de la biodiversidad y la resiliencia de los ecosistemas, destacando logros en eficiencia tecnológica, impacto ecológico positivo y beneficios sociales.

Sin embargo, persisten retos como la accesibilidad tecnológica, el cambio climático y la falta de políticas públicas robustas. Consolidar estos sistemas requiere investigación adaptativa, marcos regulatorios sólidos y una mayor sensibilización social.

Los sistemas sustentables en apiarios no solo enfrentan los desafíos actuales de la apicultura, sino que promueven modelos de producción justos y ecológicos. Este enfoque es clave para asegurar un futuro en el que abejas, apicultores y ecosistemas prosperen en armonía.

DISCUSIÓN

En términos de innovación tecnológica, la adopción de sensores IoT y sistemas de monitoreo inteligente ha mostrado beneficios claros, como el aumento del 25% en la producción de miel y la reducción del 15% en pérdidas por plagas (Singh et al., 2021). Estos resultados coinciden con las observaciones de Terenzi et al. (2020), quienes señalan que el monitoreo en tiempo real mejora la gestión de colmenas al permitir intervenciones oportunas. Sin embargo, es importante abordar las limitaciones tecnológicas y los altos costos de implementación, especialmente en regiones rurales, como lo indica Vanbergen (2013).

La transición hacia energías renovables también resulta prometedora. Los dispositivos apícolas alimentados por energía solar no solo reducen costos operativos, sino que también disminuyen la huella de carbono. Estos avances complementan los hallazgos de Hasan et al. (2019), quienes destacan el potencial de las tecnologías solares para aplicaciones rurales.

En cuanto a las prácticas ecológicas en sistemas sustentables, se puede destacar la conservación de abejas nativas, como las del género *Melipona*, y la restauración de hábitats apícolas son estrategias fundamentales para fortalecer la biodiversidad. Los hallazgos de Rucker et al. (2012) que evidencian un incremento del 40% en la disponibilidad de néctar tras la restauración de hábitats, respaldan la necesidad de establecer paisajes diversificados. Estos resultados concuerdan con estudios realizados por Potts et al. (2016), que subrayan el papel de las plantas nativas en la sostenibilidad apícola.

La integración de la agricultura orgánica en la apicultura es otra práctica clave. El manejo integrado de plagas y la reducción de agroquímicos benefician tanto a las abejas como a los cultivos, como se observó en España, donde las colmenas cercanas a zonas orgánicas mostraron un 40% más de productividad. Este resultado es coherente con los hallazgos de Chagnon et al. (2015), que documentan el impacto positivo de los sistemas orgánicos en la salud de los polinizadores.

Por último, en el aspecto de la dimensión socioeconómica, La apicultura sostenible también tiene un impacto social y económico significativo. Programas educativos y de empoderamiento comunitario, como los promovidos por la FAO, han incrementado los ingresos en un 50% y fomentado la inclusión de mujeres y jóvenes. Estos datos coinciden con los reportes de Klein et al. (2018), que destacan la apicultura como una herramienta de desarrollo rural sostenible.

El acceso a certificaciones ecológicas, como “miel orgánica”, también ha abierto mercados premium para los apicultores, aumentando el valor de sus productos en un

25%. Sin embargo, persisten retos significativos, como la falta de políticas públicas que incentiven prácticas sustentables y las barreras tecnológicas en zonas rurales. Además, el cambio climático representa un desafío transversal que altera la fenología de las plantas y afecta la disponibilidad de recursos para las abejas, como también señalaron Cardoso et al. (2020).

LITERATURA CITADA

- Brodschneider, R., & Crailsheim, K. (2010). Nutrition and health in honeybees. *Apidologie*, 41(3), 278-294. <https://doi.org/10.1051/apido/2010012>
- Campos, M. G., Frigerio, C., Lopes, J., & Bogdanov, S. (2010). What is the future of Bee-Pollen? *Journal of ApiProduct and ApiMedical Science*, 2(4), 131-144. <https://doi.org/10.3896/IBRA.4.02.4.01>.
- Cardoso, P., Rigal, F., & Borges, P. A. V. (2020). Climate change impacts on pollination services: Challenges and solutions. *Biological Conservation*, 241, 108379.
- Chagnon, M., Kreuzweiser, D., Mitchell, E. A., Morrissey, C. A., Noome, D. A., & Van der Sluijs, J. P. (2015). Risks of large-scale use of systemic insecticides to ecosystem functioning and services. *Environmental Science and Pollution Research*, 22(1), 119-134.
- Engel, M. S., & Rasmussen, C. (2021). Diversity and extinction in the history of bees. *Current Biology*, 31(19), R1160-R1166. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2021.07.043>
- Glenny, W. R., Runckel, C., & Tarpay, D. R. (2017). Honeybee (*Apis mellifera*) colony health and pathogen composition in migratory beekeeping operations involved in California almond pollination. *PLoS ONE*, 12(12), e0182814. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0182814>.
- Hasan, M. A., Islam, M. T., & Hossain, M. M. (2019). Renewable energy and sustainable rural livelihood: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 101, 123-135.
- Klein, A. M., Vaissiere, B. E., Cane, J. H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S. A., Kremen, C., & Tscharntke, T. (2018). Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 285(1873), 20172555.

- Le Conte, Y., & Navajas, M. (2008). Climate change: impact on honeybee populations and diseases. *Revue Scientifique et Technique (International Office of Epizootics)*, 27(2), 485-497. <https://doi.org/10.20506/rst.27.2.1819>.
- Moritz, R. F. A., De Miranda, J., Fries, I., Le Conte, Y., Neumann, P., & Paxton, R. J. (2010). Research strategies to improve honeybee health in Europe. *Apidologie*, 41(3), 227-242. <https://doi.org/10.1051/apido/2010010>.
- Ollerton, J., Winfree, R., & Tarrant, S. (2011). How many flowering plants are pollinated by animals? *Oikos*, 120(3), 321-326. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2010.18644.x>.
- Potts, S. G., Biesmeijer, J. C., Kremen, C., Neumann, P., Schweiger, O., & Kunin, W. E. (2016). Global pollinator declines: Trends, impacts and drivers. *Trends in Ecology & Evolution*, 25(6), 345-353.
- Rucker, R. R., Thurman, W. N., & Burgett, M. (2012). Honeybee pollination markets and the internalization of reciprocal benefits. *American Journal of Agricultural Economics*, 94(4), 956-977. <https://doi.org/10.1093/ajae/aas031>.
- Singh, R., Singh, D., & Prasad, K. (2021). IoT-based solutions for sustainable beekeeping practices. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 23(5), 123-134.
- Terenzi, A., Tóth, Z., & Cavicchioli, D. (2020). Smart beekeeping: The role of digital technology in sustainable apiculture. *Computers and Electronics in Agriculture*, 173, 105391.
- Vanbergen, A. J., & the Insect Pollinators Initiative. (2013). Threats to an ecosystem service: Pressures on pollinators. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 11(5), 251-259. <https://doi.org/10.1890/120126>.



Implementación de la Raspberry Pi como sistema digital para promoción de carreras del ITSP

Juan Carlos Ramírez Vázquez^{1}, Guadalupe Esmeralda Rivera García¹, Marlene Pérez Arteaga¹*

¹TecNM-Instituto Tecnológico Superior de Pánuco

*carlos.ramirez@itspanuco.edu.mx

RESUMEN

La presente investigación parte de la importancia de contar con una herramienta que sirva de promoción y difusión interna y a su vez también que se convierta en una herramienta dinámica y efectiva que permita transmitir de forma visual y auditiva, diversos comunicados. En el ámbito educativo medio superior y superior, la Raspberry Pi ha desempeñado un papel crucial al proporcionar una herramienta asequible para enseñar conceptos clave de ciencias de la computación, programación y electrónica (Pérez Tavera, 2024). Su bajo costo la convierte en una opción accesible para escuelas y entornos de aprendizaje, permitiendo que los estudiantes desarrollen habilidades prácticas mientras exploran el emocionante mundo de la tecnología. Además de su impacto en la educación, la Raspberry Pi ha encontrado aplicaciones en campos tan diversos como la ingeniería, la investigación científica, la automatización industrial, la informática en la nube y la creación de prototipos de productos. (Asenjo y otros, 2017)

Este prototipo se integra de diferentes elementos electrónicos, con la intención de promocionar las distintas carreras y servicios disponibles en el Instituto Tecnológico Superior de Pánuco (ITSP), descuentos aplicables en cada proceso de reinscripción, realmente su versatilidad también se refleja en su capacidad para resaltar eventos importantes en el calendario académico, días feriados, becas e incluso brindar un cronograma de laboratorio, entre otros elementos importantes que puedan presentarse o llevarse a cabo en el instituto.

Palabras claves: Raspberry Pi, Integración, Promoción.

ABSTRACT

This research is based on the importance of having a tool that can be used for internal promotion and dissemination, as well as being a dynamic and effective tool for transmitting various communications visually and audibly. In education, Raspberry Pi has played a crucial role in providing an affordable tool for teaching key concepts in computer science, programming, and electronics. Its low cost makes it an accessible option for schools and learning environments, allowing students to develop practical skills while exploring the exciting world of technology. In addition to its impact on education, Raspberry Pi has found applications in fields as diverse as engineering, scientific research, industrial automation, cloud computing and product prototyping.

This prototype integrates different electronic elements, with the intention of promoting the different careers and services available at the Higher Technological Institute of Panuco (ITSP), discounts applicable in each re-enrolment process. Its versatility is also reflected in its ability to highlight notable events in the academic calendar, holidays, scholarships and even provide a laboratory chronogram, among other essential elements that may be presented or carried out at the institute.

Keywords: Raspberry Pi, Integration, Promotion.

INTRODUCCIÓN

Durante el año académico se crea un rico calendario de eventos en el Instituto Tecnológico Nacional de México, Campus Pánuco. En particular, el departamento de Promoción y difusión, se destaca cada semestre con proyectos innovadores y atractivos; sin embargo, estas iniciativas suelen utilizar elementos visuales como carteles, telas y gráficos en papel para mostrar información relevante sobre los eventos, lo cual puede llegar a tomarse como una dificultad al momento de querer difundirla. Vale la pena señalar que en ocasiones la distribución de dicha información es limitada porque no todos los estudiantes tienen el mismo acceso a ella. Esto suele suceder cuando no participan activamente en la presentación de información de acontecimientos o presentaciones. Por ello, para superar este desafío y garantizar un intercambio de información más eficiente nace la idea de implementar un prototipo innovador, el cual consiste en crear un sistema audiovisual (Fernández Gómez, 2024) que utilice videos, imágenes y presentaciones

gráficas repetitivas, para transmitir la información básica de las carreras del instituto; de forma manera clara y accesible al público en general. En esencia, la Raspberry Pi (figura 1) es un pequeño computador que cabe en la palma de la mano, equipado con todos los componentes esenciales para ejecutar un sistema operativo completo. Aunque no posee la potencia de las computadoras tradicionales, su capacidad para realizar una variedad de tareas la hace especialmente valiosa en entornos educativos, proyectos de montaje y aplicaciones especializadas. La finalidad de este desarrollo tecnológico es diseñar, desarrollar y aplicar un sistema de diseño digital para promoción de las carreras del ITSP. El prototipo tiene portabilidad logrando con ello se facilite su movimiento en diversos contextos, especialmente si se desea participar en eventos y exposiciones en otras escuelas del área medio superior, secundarias y primarias. (Molloy, 2016)

METODOLOGÍA

El instituto actualmente no cuenta con un medio electrónico portátil, pequeño y económico; con el cual sea posible hacer difusión de las características, eventos e información importante y relacionada al mismo. Es por ello que mediante la metodología Top Down, se buscó definir de forma clara de la meta principal, dividiendo las tareas en módulos para así poder identificar y corregir posibles errores o problemas y finalmente lograr la integración modular sin que se vea afectado el prototipo final.

En un caso muy frecuente fuera de las instalaciones del ITSP se puede utilizar, pues cuenta con fácil transporte, posee soporte de madera con ruedas, para las imágenes que se deseen proyectar una pantalla de 32", un sistema operativo Linux implementado en la Raspberry Pi (figura 2). Y como ya se mencionó, es un ordenador de bajo coste y formato compacto destinado al desarrollado de proyectos. A través de dicho prototipo es posible mostrar videos, diapositivas, banners, y cualquier otro tipo de información digital. Así también, cuenta con conexión bluetooth y puertos físicos configurables como entradas o salidas hacia diferentes dispositivos.



Figura 1.- Raspberry Pi Modelo B V1.1.

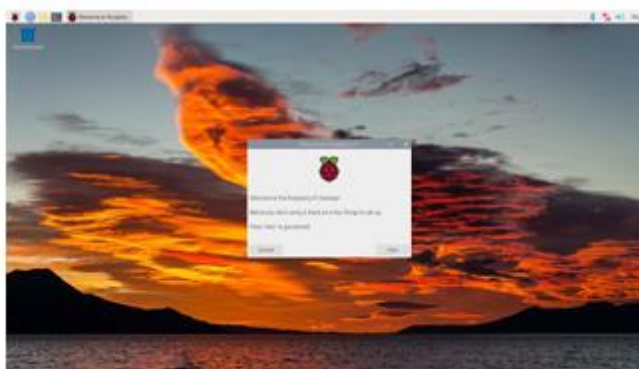


Figura 2.- Sistema Operativo Raspberry Pi Desktop (Linux).

Funcionamiento del sistema.

Módulo 1.

Conexión de la pantalla a tarjeta Raspberry Pi (López Aldea, 2017) mediante cable y nodo de conexión tipo HDMI, importante tener presente que se trata de una minicomputadora y debido a las características físicas electrónicas que cuenta; es posible también conectarse a internet para mostrar por ejemplo la página oficial de Facebook (Cuzcano Valdivieso, 2017). Espacio que muestra eventos académicos, desarrollados por el Instituto, fechas de inscripción, becas y descuentos a nuevos estudiantes, folletos educativos, actividades prácticas, talleres ofertados por las diferentes carreras a docentes y alumnos. La capacidad de utilizar un televisor como monitor (figura 3) también es beneficiosa en situaciones donde se busca una pantalla más grande para compartir contenido o realizar presentaciones. Además, esta configuración es compatible con una variedad de televisores disponibles en el mercado, ofreciendo flexibilidad en términos de resolución y tamaño de pantalla.



Figura 3.- Monitor para proyección de imágenes y videos.

La Raspberry Pi (figura 4) utiliza una tarjeta microSD como su principal medio de almacenamiento. Esta tarjeta contiene el sistema operativo, programas y datos necesarios para el funcionamiento de la computadora de placa única. La tarjeta SD se inserta en el slot correspondiente de la Raspberry Pi y sirve como el "cerebro" del dispositivo, almacenando y facilitando el acceso a los datos necesarios para ejecutar aplicaciones y proyectos.



Figura 4.- Memoria microSD.

El cable HDMI (figura 5) es un componente esencial para conectar una Raspberry Pi a un monitor, televisor u otro dispositivo compatible con HDMI. Sin el cable HDMI adecuado, la Raspberry Pi no puede transmitir la señal de video y audio a la pantalla. Al elegir un cable HDMI para la Raspberry Pi, se recomienda optar por uno que sea de calidad y tenga la longitud adecuada para la configuración deseada.



Figura 5.- Cable HDMI.

La fuente de alimentación (figura 6) es un componente fundamental para el funcionamiento de una Raspberry Pi. Las fuentes de alimentación recomendadas suelen ser de 5Vcc y al menos 2.5 A, aunque se pueden necesitar capacidades mayores según los periféricos conectados a la Raspberry Pi.



Figura 6.- Fuente de Alimentación 5Vcc, 2.5Amp.

Un teclado alámbrico (figura 7) es un periférico de entrada esencial que se conecta a una Raspberry Pi u otro dispositivo mediante un cable físico, típicamente un conector USB. Este tipo de teclado proporciona una interfaz de entrada estándar para interactuar con la Raspberry Pi, permitiendo a los usuarios ingresar datos, ejecutar comandos y realizar diversas tareas.



Figura 7.- Teclado Alámbrico y/o Inalámbrico

Un ratón (figura 8) es un dispositivo de entrada que permite a los usuarios interactuar con una Raspberry Pi mediante movimientos y clics. Conectado típicamente a través de un puerto USB, el mouse proporciona una forma intuitiva y precisa de controlar el cursor en la pantalla.



Figura 8.- Ratón alámbrico y/o inalámbrico.

Módulo 2.

Después de un breve análisis de los componentes que integran el prototipo, es sumamente importante darle reconocimiento al diagrama de conexiones realizado para el armado de éste, el cual se muestra a continuación en la figura 9. Así también, en la figura 10 es posible apreciar el prototipo final.

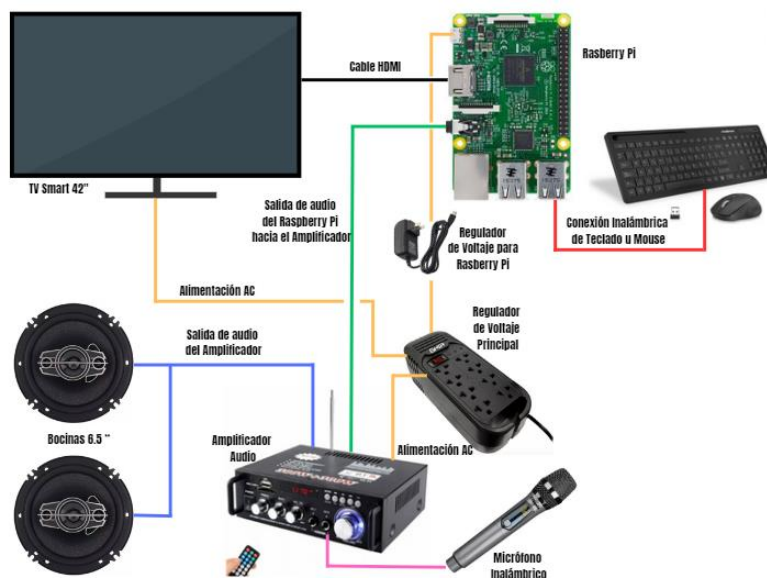


Figura 9.- Diagrama de conexiones para el sistema completo.



Figura 10.- Sistema Electrónico para difusión de las carreras del ITSP.

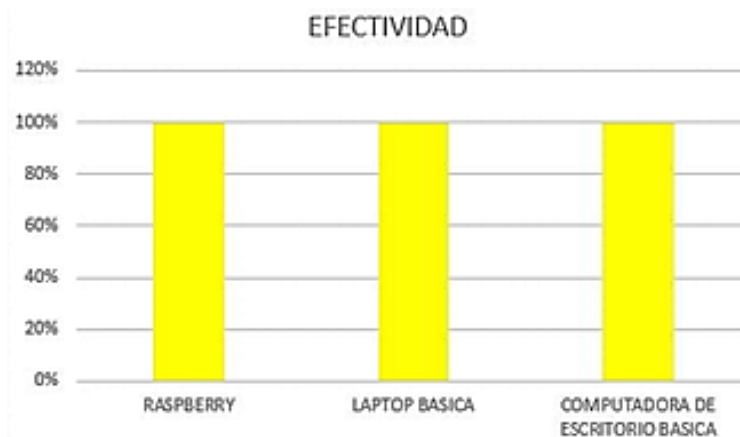
RESULTADOS

El uso de esta plataforma versátil y asequible con Raspberry Pi permite llevar al cabo la promoción y resaltar la capacidad de la empresa para implementar soluciones modernas con eficiencia y bajo costo. Este proyecto es una excelente herramienta para difusión dentro y fuera de la institución. En la tabla 1 puede observarse la relación de precio de la minicomputadora principal del prototipo contra computadoras similares, mientras que en la tabla 2 puede observarse la relación de efectividad de estos, lo cual deja claro el bajo costo del proyecto al igual que su eficacia en lo que a promocionar las carreras se refiere.

Tabla 1.- Precio de componentes básicos del prototipo VS dispositivos similares en el mercado



Tabla 2.- Efectividad de componentes del prototipo.



DISCUSIÓN

El Prototipo se fundamenta en proporcionar un acceso eficiente y oportuno a la información relevante sobre los eventos e información académica programada en el ITSP, lo que facilita la participación de los estudiantes y el personal docente. Además, la plataforma desarrollada con Raspberry Pi, no solo simplifica conocer el proceso de inscripción (que actualmente se conoce solo acudiendo a las oficinas y en formato impreso en papel), sino que también promueve la interacción y colaboración entre los diferentes miembros de la comunidad educativa con tecnologías disruptivas de la industria 4.0, enriqueciendo así la experiencia educativa y fortaleciendo el sentido de pertenencia a la institución lo cual habla muy bien de lo especulado en esta investigación al haberse cumplido.

CONCLUSIONES

Desarrollar un prototipo para la promoción de las carreras del Instituto Tecnológico Superior de Pánuco, TecNM Campus Pánuco; para mejorar el conocimiento de los asistentes, es una idea innovadora y rentable. Ya que en los eventos donde se discuten los trabajos de innovación, robótica y las promociones en general, es difícil mostrar toda la información que se pretende transmitir al público en general, por lo cual se decidió presentar en un sistema que innovara tecnológica; dentro del campo de la publicidad.

Para concluir, el presente trabajo muestra cómo se formuló, integró y probó, dentro del Instituto Tecnológico Superior de Pánuco, el prototipo “Implementación de la Raspberry Pi como sistema digital para promoción de carreras del ITSP”, a través del cual se realizaron las pruebas correspondientes y definidas en tiempo y forma redactados en un cronograma. Queda evidenciado a diferencia de prototipos similares que esta propuesta puede ser una herramienta más dentro del ámbito educativo.

LITERATURA CITADA

- Asenjo, R., González, S., Corbera, F., Navarro, Á., Rodríguez, A., Villalba, J., & Hendrix, E. (2017). Motivando al alumno de ingeniería mediante la. *ResearchGate, Jornadas SARTENCO*, 313-320.
https://doi.org/https://www.researchgate.net/profile/Eligius-Hendrix/publication/319547490_Motivando_al_alumno_de_ingenieria_mediante_la_plataforma_Raspberry_Pi/links/59b2bf7c0f7e9b37434ea348/Motivando-al-alumno-de-ingenieria-mediante-la-plataforma-Raspberry-Pi.pdf
- Cuzcano Valdivieso, F. C. (26 de 10 de 2017). Implementación de un Sistema de transmisión de vídeo sobre una placa Raspberry Pi. Obtenido de Universitat Politècnica De Catalunya BarcelonaTech: <http://hdl.handle.net/2117/177959>
- Fernández Gómez, M. (25 de Enero de 2024). Diseño e implementación de un sistema de control de equipamiento audiovisual para centros educativos. Obtenido de Universitat Oberta de Catalunya: <https://openaccess.uoc.edu/handle/10609/73686>
- López Aldea, E. (2017). Raspberry Pi fundamentos y aplicaciones. RA-MA.
<https://doi.org/https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=Zae6EAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA82&dq=sistema+audiovisual+con+Raspberry+pi&ots=ywWuYeashj&sig=uubl4AiEEVoYnDTILqk1-wFzHjg#v=onepage&q&f=false>
- Molloy, D. (2016). Exploring Raspberry Pi Interfacing to the real world with embedded linux. John Wiley & Sons. <https://doi.org/ISBN 978-1-119-18868-1>
- Pérez Tavera, I. H. (2024). El Uso de Raspberry Pi en la Educación Media Superior. *Vida Científica Boletín Científico De La Escuela Preparatoria No. 4*, 12(23), 12-14. <https://doi.org/https://doi.org/10.29057/prepa4.v12i23.11900>



Adaptación de horno didáctico de fundición para cocción experimental de materiales cerámicos

Alda Nelly Aradillas Ponce^{1}, Carlos Alberto Contreras Verteramo¹ y Manuel Antonio Arenas Méndez¹*

¹TecNM-Instituto Tecnológico Superior de Pánuco

*nelly.aradillas@itspanuco.edu.mx

RESUMEN

Este trabajo se enfoca en la modificación de un horno didáctico de fundición con el fin de permitir la fabricación experimental de ladrillo cerámico y realizar el proceso de cocción en pequeña escala, utilizando materias primas locales. Este desarrollo hará posible llevar a cabo un proceso industrial orientado a mejorar las prácticas de microempresas familiares que fabrican ladrillo artesanal en la región Norte de Veracruz y Sur de Tamaulipas. Al tratarse de un proceso artesanal que carece de procedimientos estandarizados para preparación de materiales, información sobre temperaturas y tiempo de cocción necesarios para obtener productos uniformes, es necesario realizar pruebas que permitan obtener resultados para proponer mejoras en los hornos de las microempresas que elaboran ladrillos. Este horno permitirá generar un conjunto de técnicas y métodos que al ser implementadas por los productores locales, mejorarán el rendimiento y eficacia de su producción.

Palabras claves: Identificación, Análisis de Características, Horno, Fundición, Cerámicos.

ABSTRACT

This work focuses on the modification of a didactic kiln to allow the experimental production of ceramic bricks and to carry out the firing process on a small scale, using local raw materials. This development will make it possible to carry out an industrial process aimed at improving the practices of family micro-enterprises that produce handmade bricks in the northern region of Veracruz and southern Tamaulipas. Since this is an artisanal process that lacks standardized procedures for the preparation of materials, information on temperatures and firing times necessary to obtain uniform products, it is

necessary to carry out tests to obtain results to propose improvements in the kilns of the micro-enterprises that make bricks. This kiln will make it possible to generate a set of techniques and methods that, when implemented by local producers, will improve the performance and efficiency of their production.

Key words: Identification, Characteristic Analysis, Furnace, Foundry, Ceramics.

INTRODUCCIÓN

Muchas de las construcciones en la región norte de Veracruz y sur de Tamaulipas, han adoptado el ladrillo como uno de los materiales más importantes y usados. Su aplicación no se reduce a la de un simple cerramiento, sino que cumple también una función estructural. Sin embargo, las propiedades y características del ladrillo pueden llegar a cuestionarse si cumple o no con los requisitos y normas establecidas.

La elaboración de estas unidades de albañilería se produce en lugares que no tienen un control industrial y sin ningún estricto control de calidad. Es por ello por lo que se ha venido tratando de solucionar las deficiencias de producción a través de distintos proyectos de entidades preocupadas por mejorar las condiciones de producción. Podemos mencionar el “Estudio de definición de tipo de horno apropiado para el sector ladrillero”, licitado por el Programa Regional de Aire Limpio (PRAL) y el Consejo Nacional de Medio Ambiente (CONAM) realizado en el año 2008. También está el proyecto piloto sobre la utilización de la cascarilla de arroz como combustible, para la fabricación de ladrillos en Piura (Perú), que fue ejecutado por el Programa APGEP-SENREM, en el año 2001.

El horno didáctico de fundición del Laboratorio de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico Superior de Pánuco se implementó gracias al apoyo de la empresa Autlán, Planta Tamós, que proporcionó materiales y mano de obra para su construcción. La capacitación para su operación fue realizada por la empresa Vesuvius.

Las dimensiones exteriores del horno didáctico de fundición son de 0.686 x 0.914 x 0.508 metros, figura 2, se fabricó con ladrillo refractario silico aluminoso y puede lograr una temperatura de fundición de hasta 1200°C. El horno emplea gas licuado del petróleo (GLP) como combustible para su operación.

Actualmente el horno de fundición opera de forma manual por lo que el operador debe de realizar las acciones de apertura y cierre de la válvula de gas, encendido del quemador, lectura de temperatura, verificación de la presencia de la flama, entre otras. El horno carece de un sistema para mezclar aire y gas L. P. lo que limita el establecimiento de un rango específico de temperatura para el tratamiento de diferentes materiales, tampoco cuenta con un sistema de enfriamiento.

Con base en esta problemática se origina la necesidad de implementar un sistema de control automático que disponga de una Instrumentación completa para llevar la variable de control temperatura al valor deseado de acuerdo a los parámetros del proceso requeridos por el usuario.

Para el diseño del sistema de control automático se analizarán las características técnicas del horno de fundición didáctico con la finalidad de determinar las variables de entrada y salida requeridas.

Se analizarán las diferentes opciones en cuanto a la tecnología para implementar el sistema de control automático ya sea en base a un sistema embebido, con hardware basados en Arduino o en Raspberry, o con un controlador lógico programable, hardware Logo! de Siemens o Micrologix de Allen Bradley.

La implementación de la interfaz de usuario puede implementarse a partir de una interfaz hombre máquina (HMI, por las siglas del inglés Human Machine Interface) basada en un panel de membrana o una pantalla táctil, aunque la forma más sencilla de implementación es mediante paneles de mando los cuales se construyen a base de pulsadores y lámparas etiquetados con nombres que hacen referencia a las partes del proceso que representan. (García, 2005)

La elección del software para la programación del sistema de control automático del horno de fundición dependerá totalmente de los componentes elegidos para su implementación. Como producto final se espera un horno con capacidad de fundición de materiales y a la vez de cocción de productos cerámicos equipado con sistema de control automático, una interfaz de usuario que permita establecer parámetros de operación del proceso como temperatura y tiempo con monitoreo, así como respaldo de la información en una base de datos.

El proyecto se enfoca en modificar un horno de fundición para añadirle la capacidad de cocción de materiales cerámicos, de manera que sea posible producir ladrillos de forma experimental, utilizando las materias primas de la región y simular distintas temperaturas y tiempos de cocción, así como generar conocimiento y transferirlo a los productores locales.

METODOLOGÍA

La metodología en la investigación puede resumirse mediante los siguientes puntos:

1. Análisis de las características de operación del horno para determinar las variables de entrada y salida requeridas.

Se analizarán las características técnicas del horno con la finalidad de determinar las variables, sensores, sistemas de medición y actuadores a manejar por el controlador y los módulos de entrada-salida requeridos.

2. Selección de los componentes eléctricos y/o electrónicos para la implementación del sistema de control automático del horno.

Con base en la información obtenida del análisis de las características técnicas del horno se determinará el tipo de sistema de control automático a desarrollar, sistema embebido o controlador lógico programable (PLC, por las siglas del inglés (Programmable Logic Controller), los módulos de entrada-salida requeridos, el diseño de la interfaz de usuario, el software de programación y demás complementos necesarios para la implementación del sistema.

3. Desarrollo del software de operación del sistema de control automático del equipo.

Se programarán los algoritmos requeridos para la operación del sistema de control y la interfaz de usuario del horno.

Vinculación

El horno instalado en el laboratorio de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico Superior de Pánuco fue desarrollado con el apoyo de la empresa Autlán planta Tamós, localizada en el municipio de Pánuco, al norte del Estado de Veracruz; se dedica a la producción a gran escala en hornos de fundición industriales de ferroaleaciones de manganeso y silicomanganeso.

Además, se invitará a diversos productores ladrilleros de la zona norte de Veracruz y sur de Tamaulipas a participar en el proyecto con la finalidad de obtener una retroalimentación para la mejora continua durante su desarrollo.

RESULTADOS

Los resultados del proyecto permitirán mejorar considerablemente la operación del horno didáctico del Instituto Tecnológico Superior de Pánuco debido a que se podrá ampliar la gama de materiales para realización de prácticas de laboratorio y experimentos en entorno controlado, manteniendo las variables del proceso dentro de los límites establecidos por el usuario.

Con la automatización del horno se obtendrá información importante para la realización de análisis de control estadístico de la calidad, sintonización de procesos, entre otras actividades académicas, logrando así fortalecer las competencias de los alumnos de la carrera de Ingeniería Industrial.



Figura 1.- Laboratorio de electrónica y de métodos, implementación del horno.

En el caso de la carrera de Ingeniería Electrónica representa una gran oportunidad para aplicar las competencias referentes al desarrollo de control de procesos, sintonización de algoritmos de acciones de control, programación de controladores, selección de sensores

y actuadores, implementación de interfaces de usuario, diagramas DTI, entre otras, contempladas por las asignaturas de control, instrumentación y especialidad.



Figura 2.- Acondicionamiento del equipo en el horno.

La modificación del horno permitirá desarrollar proyectos de investigación enfocados a la producción regional de ladrillo y transferir tecnologías a los productores.



Figura 3.- Sistemas de control.



Figura 4.- Electrodo de Ignición, instalaron dos electrodos de ignición para el encendido.

DISCUSIÓN

Modificar un horno didáctico de fundición para añadir la funcionalidad de fabricación de ladrillo experimental. Realizar pruebas para fabricación de ladrillo de barro en distintas condiciones de materiales y temperaturas.

CONCLUSIONES

Con la presente investigación se enfoca en la modificación de un horno didáctico de fundición para la fabricación experimental de ladrillo, que permita simular los distintos materiales y combustibles que se utilizan localmente, de modo que sea posible desarrollar un proceso industrial que mejore las prácticas empleadas por las microempresas familiares que fabrican ladrillo artesanal en la región Norte de Veracruz y Sur de Tamaulipas

LITERATURA CITADA

Creus, A. (2010). Instrumentación Industrial. México: Alfaomega.

García, P. (2005). Interfaces de usuario más comunes en los sistemas automatizados. enero 14, 2020, de Universidad de Oviedo Sitio web: http://isa.uniovi.es/~pgarcia/Asignaturas/SCP/Interfaces_Usuario_mas_comunes.pdf

Medina, M. y Atuesta, I. (2010). Automatización de horno a gas didáctico, controlado por PLC para el laboratorio de máquinas eléctricas de la UPB. (Proyecto de grado). Universidad Pontificia Bolivariana, Facultad De Ingeniería Electrónica. Bucaramanga, Colombia.

Ogata, K. (1993). Introducción al análisis de sistemas de control. En Ingeniería de control moderna (p.2). México: Prentice Hall.

Pérez, F. y Andueza, A. (2016) Diseño de un sistema de control de un horno de fundido mediante Arduino y Labview. (Tesis de Licenciatura). Escuela Tecnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicacion. Pamplona, España.

Perez, P. F. J. y Soto, P. A. E. (2009). Diseño, cálculo y construcción de un horno de fundición de aluminio tipo basculante y sus moldes. (Tesis de Licenciatura)

Universidad de Pamplona. Facultad de Ingenierías y Arquitectura. Pamplona, España.

Quiroga, J . y Albán, D. (2018). Desarrollo de un sistema de control para el horno a gas del laboratorio de fundición de la UPS. (Tesis de Licenciatura). Universidad Politecnica Salesiana, Quito, Ecuador.

Sánchez, C., Paz, J., Oliveros, M. & Cabrera, E. (2015, diciembre 15). Diseño y Desarrollo de Prototipo con fines didácticos para fundición de materiales no ferrosos para mejorar la competitividad de los alumnos de la carrera de Ingeniería en Tecnologías de Manufactura de la Universidad Politécnica de Baja California. *Revista de Docencia e Investigación Educativa*, 1, pp. 165-169.