



# EL LORO HUASTECO

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

ISSN: 2007-8587

Vol. 10, Num. 1

## CATEGORÍAS

**Ambiental**

**Contador Público**

**Electrónica**

**Gestión Administrativa**

**Industrial**

**Informática**

**Investigación Educativa**

**Petrolera**

**Química**

**Sistemas Computacionales**

[ellorohuasteco.website](http://ellorohuasteco.website)

Diciembre 2023



**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**

<b>1. Propuesta de estrategias aplicando el aula invertida y aprendizaje cooperativo.</b>	<b>1</b>
<i>Gabriela Cervantes Zubirias, Mario Alberto Morales Rodríguez, Marco Antonio Díaz Martínez</i>	
<b>2. Fabricación y diseño de un detector de H<sub>2</sub>S para tanques de almacenamiento y líneas de hidrocarburo.</b>	<b>11</b>
<i>Juan Jesús Pérez Arteaga, Juan Carlos Ramírez Vázquez, Elizabeth Pérez Arteaga</i>	
<b>3. Perfil del voluntariado en México.</b>	<b>22</b>
<i>Alma Leticia Cruz Méndez, Edgar Jearvavi Vázquez Moreno, Manuel Antonio Arenas Méndez</i>	
<b>4. Exploración de mantos freáticos en el municipio de Pánuco, Veracruz, mediante sondeo eléctrico vertical.</b>	<b>34</b>
<i>Daniel Azuara Arteaga, Juan Jesús Pérez Arteaga, Carlos Alberto Contreras Verteramo, Jaime Alexis Domínguez Morales</i>	
<b>5. La prevalencia del burnout en los docentes del Instituto Tecnológico Superior de Tamazunchale, S.L.P.</b>	<b>41</b>
<i>Mariela Lizeth Martínez Hernández, Mariana Hernández de la Cruz, Braulio Bautista López</i>	
<b>6. Análisis del contexto de la organización, gestión de riesgos y oportunidades y formación de estrategias mediante el uso de los modelos de análisis de PORTER, PESTEL, FODA y MAPE.</b>	<b>53</b>
<i>Miguel Alfredo Díaz Martínez, Reina Verónica Román Salinas, Marco Antonio Díaz Martínez, Patricia Gracia García</i>	
<b>7. Implementación de un dashboard de ventas para el desarrollo de estrategias comerciales.</b>	<b>64</b>
<i>Mariela Ángeles Sánchez, Miriam Edith Galicia Mendiola, Héctor Solís Alvinada, Cirilo Reyes Antonio</i>	
<b>8. Diseño y desarrollo de un dispositivo controlador de energía eléctrica.</b>	<b>75</b>
<i>Elizabeth Pérez Arteaga, Juan Jesús Pérez Arteaga, Juan Carlos Ramírez Vázquez</i>	
<b>9. Diseño de un sistema integral LoRa-IoT para el monitoreo de consumo de energía eléctrica en un inmueble.</b>	<b>82</b>
<i>Fernando Ríos Cortés, Víctor Hugo Pérez Concha, Mario Alberto García Martínez, Salomón Jorge Hernández Breton</i>	
<b>10. Diseño de un protocolo para la transferencia de información en una red LoRaWAN-IOT.</b>	<b>96</b>
<i>Fernando Ríos Cortés, Fernando Bautista Hernández, David Bertani Hernández, Salomón Jorge Hernández Breton</i>	
<b>11. Red de estaciones de monitoreo de salinidad del Río Pánuco.</b>	<b>109</b>
<i>Manuel Antonio Arenas Méndez, Carlos Alberto Contreras Verteramo, Reina Verónica Román Salinas, Erik David Adatao Marciano, Luis Edmundo Gomez Perez</i>	



## **Propuesta de estrategias aplicando el aula invertida y aprendizaje cooperativo**

*Gabriela Cervantes Zubirias<sup>1\*</sup>, Mario Alberto Morales Rodríguez<sup>1</sup>, Marco Antonio Díaz Martínez<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Tamaulipas, <sup>2</sup>TecNM-Instituto Tecnológico Superior de Pánuco

\*gabriela.cervantes@docentes.uat.edu.mx

### **RESUMEN**

La propuesta de aula híbrida en este caso sería una donde se permita el desarrollo didáctico, el aprendizaje y el uso de habilidades socioemocionales. Es decir, crear un espacio dentro y fuera del aula donde se pierda la automatización en el aprendizaje y se regrese al alumno a ser el protagonista de su educación. Es por ello que los docentes deben conocer las necesidades y carencias, tanto económicas como educativas de su alumnado, ya que esto le permitirá desarrollar las estrategias o adaptarlas a su contexto. La metodología aplicada tomará elementos de la llamada Aula invertida y el aprendizaje cooperativo para así proponer un espacio educativo interactivo y dinámico, pero que permita el trabajo en la distancia y que pueda moldearse de acuerdo con los factores externos que afectan a la educación. La implementación de talleres en las instituciones es de suma importancia donde se aborden con el objetivo de trabajar en estrecha colaboración con el sector de la juventud y los jóvenes en situación de riesgo de desprendimiento de la educación apoyando firmemente la necesidad de que los jóvenes se centren, e individualizar los programas de educación, capacitación y pueden enfrentar el aprendizaje de cada uno.

Palabras claves: Aprendizaje colaborativo, aula invertida, enseñanza,

### **ABSTRACT**

The hybrid classroom proposal in this case would be one where didactic development, learning and the use of socio-emotional skills are allowed. In other words, create a space

inside and outside the classroom where learning automation is lost and the student returns to be the protagonist of his education. That is why teachers must know the needs and deficiencies, both economic and educational, of their students, since this will allow them to develop strategies or adapt them to their context.

The applied methodology will take elements of the so-called flipped classroom and cooperative learning in order to propose an interactive and dynamic educational space, but one that allows working remotely and that can be shaped according to the external factors that affect education. The implementation of workshops in institutions is of utmost importance where they are addressed with the aim of working closely with the youth sector and young people at risk of detachment from education strongly support the need for young people to focus, and individualize the education, training programs and can face the learning of each one.

Keywords: Collaborative learning, flipped classroom, teaching

## **INTRODUCCIÓN**

La educación a distancia y los modelos híbridos parecen se han vuelto parte del vocabulario educativo durante estos dos últimos años de pandemia, sin embargo, basta con dar un breve recorrido por la historia de la educación para saber que estos modelos ya existían antes de que se nos enviase a casa y los cientos de plataformas digitales como Zoom o Teams se volvieran parte del día a día de los estudiantes. No obstante, este modelo a distancia no es nada nuevo ya desde hace un par de décadas la educación a distancia era algo que venía sucediendo.

Si bien la educación a distancia ya era algo que existía, estaba generalmente dirigida a trabajadores, madres de familia o simplemente gente interesada en aprender una nueva habilidad. Muchos de estos espacios favorecían el trabajo autónomo y daban la flexibilidad de poder aprender cuando hubiese tiempo. Sin embargo, nuestra nueva forma de educación a distancia se ha caracterizado por ser simultánea, lo cual ha traído un nuevo paradigma en la educación.

Este nuevo modelo nos presenta retos entre los que destaca que encontramos docentes que jamás habían hecho uso herramientas tecnológicas, por lo cual no sabían cómo operarlas. Además de los docentes tenemos a los alumnos quienes, aunque en algunos casos se les puede considerar nativos digitales, muchas veces es más frecuente encontrar que padecen la terrible brecha digital. Estos factores hicieron que el aula virtual y la educación a distancia en

un principio no fuesen funcionales, pero con el paso del tiempo tanto docentes y discentes lograron trabajar, tal vez no de la manera fluida que se esperaba, pero lo han logrado.

Otros problemas que se ha encontrado en este modelo implementado recientemente es la aplicación didáctica, los docentes se preocuparon tanto por impartir conocimientos que la dinámica de clase se perdió casi en su totalidad. Las participaciones, la elaboración de proyectos, el trabajo en equipo se dificultó en gran medida debido a las barreras tecnológicas. Al trabajar bajo un esquema aplicando las estrategias de un practica enfocada a la modalidad hibrida que en sí se refiere a la modalidad digital tanto en línea como presencial con apoyo de las Tecnologías de la Información y Comunicación.

En México, la educación a distancia inició por la necesidad de alfabetizar a las poblaciones rurales. En 1941, se creó la Escuela de Radio de Difusión Primaria para Adultos; de igual forma se ofrecían los denominados “cursos por correspondencia” a los alumnos que vivían en lugares muy apartados que no podían asistir a la escuela y que por su difícil acceso tampoco era posible su construcción. (Navarrete Z, & Manzanilla H., 2017)

Cabe mencionar que se presentan dificultades en el seguimiento en instituciones de Educación Superior como lo hace mención la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura y considerando la complejidad de los desafíos mundiales, con dimensiones sociales, económicas, científicas y culturales, así como nuestra capacidad de hacerles frente (UNESCO, 2009). Para ir en busca de una excelente la educación, es relevante poder hacer hincapié y reflexionar sobre las diversas buenas prácticas y metodologías existentes.

El autor Sousa S, en el objetivo de su investigación identificó cómo influye los resultados y como impacto de los indicadores más relevantes para la toma de decisiones como son la satisfacción, el rendimiento y el abandono del estudiante (Sousa S, 2021)

El objetivo que con lleva el aprendizaje cooperativo son: 1) la correlación positiva de logros; 2) la adquisición de objetivos compartidos; 3) el desarrollo de procesos de interacción; 4) la cooperación como elemento clave para el aprendizaje; y 5) la respuesta a la diversidad. Asumimos, pues, que los Métodos de Aprendizaje Cooperativo (MAC) actúan como “estrategias sistemáticas que pueden ser utilizadas en cualquier curso o nivel académico y aplicarse en la mayoría de las asignaturas de los currículos escolares” (Asorín C, 2018)

La entrada a las aulas virtuales fue abrupta, pero ahora nos encontramos en un periodo de transición, donde ha quedado en evidencia que la estructura de la clase tradicional es ya casi obsoleta. Mucho se ha hablado de cómo quedaron al desnudo las carencias educativas y los

grandes retos de la educación, pero más allá de esto se debe pensar en qué hacer y qué proponer para mejorar la práctica en el aula. Es así como todo este contexto nos permite reflexionar hacia dónde deberíamos llevar la educación híbrida y a distancia, porque, aunque las plataformas educativas y los servicios de video llamadas son herramientas muy útiles, no siempre están al alcance de los docentes y de los alumnos.

Esto se pretende lograr tomando herramientas previas que se utilizaron durante años para la educación y que han tenido una eficacia comprobada, pero adaptándolas a un modelo híbrido. Debemos de entender el aula híbrida en las palabras de María Cristina Gómez "(...) un enfoque diferente, fuertemente centrado en el alumno, con un rol docente de guía y productor de contenidos". (Gómez, 2020) Es decir, el alumno deberá de regresar a ser el centro de las clases y del conocimiento, el docente deberá de facilitar el espacio para el desarrollo de conocimientos, habilidades y fomentar la convivencia de los alumnos.

La propuesta de aula híbrida en este caso sería una donde se permita el desarrollo didáctico, el aprendizaje y el uso de habilidades socioemocionales. Es decir, crear un espacio dentro y fuera del aula donde se pierda la automatización en el aprendizaje y se regrese al alumno a ser el protagonista de su educación. Entre las primeras consideraciones que debemos tener para mejorar nuestro proceso de aula híbrida es reflexionar acerca de los intereses y necesidades de los alumnos. Es por ello que los docentes deben conocer las necesidad y carencias, tanto económicas como educativas de su alumnado, ya que esto le permitirá desarrollar las estrategias o adaptarlas a su contexto.

## **METODOLOGÍA**

La educación hoy en día más que transmitir información y favorecer la memorización requiere desarrollar la capacidad de los alumnos de Aprender a aprender. Lograr el aprendizaje significativo, quiere decir que aprenda a comprender tomando una idea fundamental y de ahí sean capaces de seguir construyendo y desarrollando su conocimiento. Las estrategias de enseñanza - aprendizaje son procedimientos que deben promover el aprendizaje significativo, útil y relacionado con el contexto del alumno, es por ello que se seleccionó la estrategia conocida como aula invertida y el aprendizaje colaborativo, las cuales buscan favorecer estas características en la educación. La retroalimentación positiva sucede cuando mantenemos constante la acción y modificamos los objetivos (desestabilizar una situación), se trata de que una situación se mantenga en variación constante en vez de que la acción se termine como la retroalimentación negativa.

Otro elemento para considerar es la flexibilidad y adaptabilidad que tiene esta propuesta, siempre será válido realizar algún cambio acorde al criterio del docente. La propuesta tomará elementos de la llamada Aula invertida y el aprendizaje cooperativo para así proponer un espacio educativo interactivo y dinámico, pero que permita el trabajar en la distancia y que pueda moldearse de acuerdo con los factores externos que afectan a la educación pero también los alumnos deberán de crear nuevos hábitos y prácticas que les permitan dejar evidencias de su aprendizaje cabe hacer mención que se pueden considerar las cuatro modalidades de aprendizaje como se muestra en la figura 1.



Figura 1: Cuatro Modalidades de Aprendizaje: Fuente: Propia

El aula invertida o flipped classroom es un método de enseñanza cuyo principal objetivo es que el alumno/a asuma un rol mucho más activo en su proceso de aprendizaje que el que venía ocupando tradicionalmente” (Berenguer Albaladejo, 2016) por este motivo el proceso de enseñanza aprendizaje nos permite provocar en el alumno la autorregulación y la autonomía. El alumno al ser el encargado de adquirir sus conocimientos también será el responsable de establecer cuándo y cómo lo hará. Sin embargo, esto no quiere decir que la figura del docente se desvanezca, más bien habla de un docente que Aclara dudas, que propone retos y desarrolla materiales para sus alumnos.

### El aprendizaje colaborativo

El segundo elemento que proponemos para esta modalidad de trabajo es la implementación del aprendizaje cooperativo en el aula. Una forma de trabajo que nos permite establecer roles y dinámicas para la elaboración de proyectos y resolución de problemas. Este tipo de

estrategia resulta benéfica para grupos numerosos o que no acudan de manera constante a las clases, es decir de manera diferida. En palabras de Sara Pérez Alarcón permite:

*(...) entender los conceptos que tienen que ser aprendidos a través de la discusión y resolución de problemas a nivel grupal, es decir, a través de una verdadera interrelación. Usando este método, los estudiantes también aprenden las habilidades sociales y comunicativas que necesitan para participar en sociedad y "convivir". (Pérez Alarcón, 2010)*

### **Propuesta del proceso educativo**

El docente también debe tener en mente que este tipo de propuestas no buscan relegarlo, más bien pretenden que este pueda evaluar de maneras diversas, genere interacciones positivas con los alumnos y además tenga una mejor tasa de retención de la atención.

*Grupos cooperativos para la resolución de problemas:* se les planteó a los alumnos un problema a resolver, por ejemplo: Los alumnos deberán de aplicar lenguaje de programación para la resolución de un problema cuantitativo. ¿Qué efectos produce el aumento de temperatura en dos metales?

- Fase 1. Los alumnos entrarán en la fase del *aula invertida*, por lo tanto, deberán de investigar las características de los metales seleccionados, revisar vídeos y apuntes sobre programación en Python o el lenguaje de programación que se está implementando. Es en la primera fase donde el docente proporcionará las herramientas digitales para que sus alumnos adquieran los conocimientos.
- Fase 2: Ya en el aula con los conocimientos adquiridos los alumnos deberán de presentar un reporte. Aquí se sugiere también implementar una plenaria para identificar las debilidades y fortalezas de los alumnos. El docente deberá de mediar y apoyar a los alumnos.
- Fase 3. El docente plantea el problema a resolver. En este caso ¿Qué efectos produce el aumento de temperatura en dos metales? ¿Cómo lo podemos reflejar en un programa? Los alumnos por su parte deberán primero comprender el problema. Para esto deberán de responder a algunas preguntas: ¿Cuál es el problema? ¿Qué se nos pregunta? ¿Cómo podríamos resolverlo? Es aquí cuando entran en juego los roles asignados previamente a los alumnos (porta voz, secretario, moderador, etc.)
- Fase 4: Buscar distintas vías de solución. Primero se les pide a los alumnos, de forma individual, buscar una posible vía de solución al problema. Esta parte nuevamente se

busca poder implementar el aula invertida. Los alumnos trabajan de manera individual su respuesta y posteriormente la presentan al grupo de trabajo.

- Fase 5. Elegir y diseñar un plan. El equipo elige uno de los posibles caminos para resolver el problema y elaboran un plan. ¿Qué hacemos primero? ¿Qué hacemos después? Aquí es donde los roles deberán de ser más fuertes y darles más prioridad, en especial al del secretario, ya que este deberá de llevar cuenta de las decisiones del equipo y los acuerdos.
- Fase 6: Ejecutar el plan. Los alumnos desarrollan el plan acordado de forma individual. Si tienen alguna duda, preguntan a su compañero. Esta fase puede demorar más tiempo ya que hablamos de un proyecto extenso. Es importante que el docente indique fechas y tiempos para la ejecución del plan y el gestor del tiempo mantenga comunicación con los integrantes de su equipo.
- Fase 7: Elaborar una respuesta. Esta fase igualmente puede ser un proceso externo al aula o podrá llevarse a cabo en varias sesiones. Lo importante es que si faltase algún integrante del equipo durante la elaboración de la resolución esto no afecte el desarrollo de esta, ya que se busca que la mayor parte de las actividades se realicen en el aula.
- Fase 8: Comprobar la solución y presentarla al grupo y al docente. En esta fase se puede pedir realizar una demostración del producto o un vídeo incluso si las circunstancias no lo permitiesen Carla Hernández-Silva y Silvia Tecpan Flores en su artículo *Aula invertida mediada por el uso de plataformas virtuales: un estudio de caso en la formación de profesores de física* propone lo siguiente:

*(...) el uso de plataformas virtuales dentro de un modelo de aula invertida puede facilitar el acceso a contenidos seleccionados por el docente, para su uso antes, durante y después de clases, o como espacio colaborativo para facilitar la interacción entre estudiantes y profesores fuera de la clase, a través del espacio virtual. (Hernández-Silva, 2017)*

Asignar horarios de trabajo para retroalimentación y considerar estrategias para construir el conocimiento como se muestra en la figura 2.



Figura 2. Las estrategias y metodologías para construir el conocimiento. Fuente: Propia

La implementación de talleres en las instituciones es de suma importancia donde se aborden con el objetivo de trabajar en estrecha colaboración con el sector de la juventud en situación de riesgo de desprendimiento de la educación apoyar firmemente la necesidad de que los jóvenes se centren, e individualizar los programas de educación,

## Resultados y Discusión

Dentro de las ventajas académicas del aprendizaje cooperativo, es que en el aula se ven reflejadas a través del proceso de interacción cuando los estudiantes saben hacia dónde dirigirse y se reconocen las propias cualidades y las de los demás, convirtiéndose, tanto profesores como alumnos van logrando así conducir a la autonomía y la gestión del aprendizaje. Es así como se puede implementar un aula interactiva y que favorezca las habilidades de los alumnos la cual puede ser flexible y que favorece la convivencia entre los alumnos. Como lo hizo mención el autor Sousa S. donde identifico que el aprendizaje cooperativo influye en el rendimiento y satisfacción de los estudiantes y a la toma de decisiones considerando el impacto de los indicadores y evitar la deserción en los estudiantes. (Sousa S, 2021)

Sin embargo, las clases tradicionales llevadas a modelos virtuales o al sistema híbrido tienen poca utilidad, hay barreras de comunicación, conectividad e incluso de asistencia. Permitir que el alumno tenga libre acceso a los contenidos favorece la autonomía del alumno. El uso de espacios como la nube, blogs o plataformas de vídeo permite al alumno consultar la información las veces que lo necesite. Con esta investigación se pudo constatar que al aplicar las técnicas de trabajo colaborativo coadyuva a tener mejor interacción con los estudiantes propiciando el aprendizaje autónomo y la innovación educativa.

## CONCLUSIONES

El modelo de trabajo cooperativo también acepta y se complementa con otras metodologías, por lo tanto, es un modelo que permite modificaciones y adecuaciones al contexto, lo cual es vital importancia ya que estamos dentro de un proceso de cambio y readaptación constante. Las propuestas aceptan variantes y adaptaciones, ya que se puede adaptar a las necesidades de cada contexto educativo. Lo que cabe resaltar aquí es la posibilidad de un trabajo posible dentro y fuera del aula y que a la vez sea viable adaptarlo a varias modalidades de trabajo.

## LITERATURA CITADA

- Aguilera-Ruiz, C., Manzano-León, A., Martínez-Moreno, I., Lozano-Segura, M. d., & Casiano Yanicelli, C. (2017). El modelo flipped classroom International Journal of Developmental and Educational Psychology.
- Asorín C. (12 de Septiembre de 2018). *El método de aprendizaje cooperativo y su aplicación en las aulas*. Obtenido de El método de aprendizaje cooperativo y su aplicación en las aulas: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=s0185-26982018000300181](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s0185-26982018000300181)
- Berenguer Albaladejo, C. (2016). Acerca de la utilidad del aula invertida o flipped classroom. *XIV Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria: investigación, innovación y enseñanza universitaria: enfoques pluridisciplinarios / coord. por María Teresa Tortosa Ybáñez, Salvador Grau Company, José Daniel Álvarez Teruel*, pp. 1466-1480. Universidad de Alicante. Instituto de Ciencias de la Educación.
- Díaz Barriga, f. y. (1998). Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. México: Edit. Mc Graw. .
- Gómez, M. C. (2020). El desafío de la educación híbrida: hacia el fin de la dicotomía presencial-virtual. Obtenido de <https://www.tramared.com/revista/files/original/569c08511af478b0e6d59619e8087420.pdf>
- Hernández-Silva, C. y. (2017). Aula invertida mediada por el uso de plataformas virtuales: un estudio de caso en la formación de profesores de física. *vol.43(3)*, 193-20. Obtenido de [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-07052017000300011](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07052017000300011)
- Lara Villanueva, R. S. (Enero-Marzo de 2005). El aprendizaje cooperativo: un modelo de intervención para los programas de tutoría escolar en el nivel superior. *Revista de la*

- Educación Superior. vol. XXXIV (1) (núm. 133 ), 87-104. Distrito Federal. : Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior del Distrito Federal.
- Pérez Alarcón, S. (Mayo de 2010). “*El aprendizaje cooperativo*”. Temas para la educación revista digital para profesionales de la enseñanza. .
- Sin, A. (2020). 4 recomendaciones para implantar el aprendizaje cooperativo en el aula. Obtenido de Tomado de: <https://www.educaciontrespuntocero.com/recursos/aprendizaje-cooperativo-en-el-aula/>
- Sousa S. (2021). La enseñanza Híbrida mediante el flipped Classroom en la educación superior. *La enseñanza Híbrida mediante el flipped Classroom en la educación superior*, 16.
- Torrego, J. C. (2016). Alumnos con altas capacidades y aprendizaje cooperativo Un modelo de respuesta educativa. México: Editorial SM.
- UNESCO. (19 de agosto de 2009). *onferencia mundial sobre la educación superior - 2009: la nueva dinámica de la educación superior y la investigación para el cambio social y el desarrollo*. Obtenido de onferencia mundial sobre la educación superior - 2009: la nueva dinámica de la educación superior y la investigación para el cambio social y el desarrollo: <https://www.scielo.br/ij/aval/a/nncSJSnj8ZvJnXyqgtz5MBq/?lang=es>



## **Fabricación y diseño de un detector de H<sub>2</sub>S para tanques de almacenamiento y líneas de hidrocarburo**

*Juan Jesús Pérez Arteaga<sup>1\*</sup>, Juan Carlos Ramírez Vázquez<sup>1</sup>, Elizabeth Pérez Arteaga<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>TecNM-Instituto Tecnológico Superior de Pánuco

\* [juan.perez@itspanuco.edu.mx](mailto:juan.perez@itspanuco.edu.mx)

### **RESUMEN**

El presente trabajo realiza la arquitectura de un detector de HS<sub>2</sub> (Ácido Sulfhídrico), el cual, mediante la ejecución de una aplicación móvil, se puede dar seguimiento desde un teléfono móvil a la ppm (partes por millón), que están presentes en tanques de almacenamiento, ductos y fugas en la conducción del hidrocarburo donde el detector haya sido colocado.

Por otra parte, el detector envía una señal sonora y visual a través de led's que se activan debido a una acumulación de gas con lecturas de un 33% (10 ppm) del límite mínimo de exposición al personal en ambiente compartido con el gas H<sub>2</sub>S.

El enlace de comunicación entre la aplicación móvil del smartphone y el detector de H<sub>2</sub>S se consigue mediante bluetooth y/o Wi-Fi, y con el uso de una plataforma de desarrollo conocida como Arduino logrando una conexión desde el microcontrolador a los diferentes sensores y actuadores con sencillez.

Con esta labor se pretende prevenir y disminuir prácticamente en su totalidad el número de accidentes eventuales, enfermedad profesional acorde a la LFT (Ley Federal del Trabajo) en su artículo 475 o muerte por alta exposición sin equipo de seguridad.

Palabras claves: H<sub>2</sub>S, ppm, ducto, Arduino, detector

## **ABSTRACT**

The present work carries out the architecture of an H<sub>2</sub>S detector, which, through the execution of a mobile application, can monitor from a mobile phone the ppm that are present in storage tanks, pipeline and leaks in the conduction of the hydrocarbon where or detector has been placed.

On the other hand, the detector sends an audible and visual signal through LEDs that are activated due to an accumulation of gas with readings of 33% (10 ppm) of the minimum exposure limit of personnel in a shared environment with the gas H<sub>2</sub>S.

The communication link between the mobile application of the smartphone and the H<sub>2</sub>S detector is achieved through wi-fi, and with the use of a development platform known as Arduino, achieving a connection from the microcontroller to the different sensors and actuators with simplicity.

With this work, the aim is to prevent and reduce practically the entire number of eventual accidents, occupational disease according to the LFT in its article 475 or death due to high exposure without safety equipment.

Keywords: H<sub>2</sub>S, ppm, pipeline, Arduino, detector.

## **INTRODUCCIÓN**

En los últimos años dentro del sector petrolero han aumentado los accidentes fatales por falta de precaución y omisión de la acumulación de gases en tanques de almacenamiento, ductos y fugas en la conducción del hidrocarburo.

En un principio existían maneras para encontrar gases combustibles en actividades de minería, muy útil para encontrar el “grisu”, así llamaban a los gases inflamables, en singular el metano; presente en carbono muy bituminoso. Estos mecanismos hacían el cálculo de entre 25% y el 50%, acorde al conocimiento, formación, edad y captación de colores por la persona (Allcock, 2020).

De acuerdo con la Real Academia Española (RAE, 2022), un sensor es un instrumento que realiza una actividad de medición externa, temperatura, presión, etc., y la transfiere correctamente, para una unidad de medida. El sensor realiza la conversión de una señal

física de prueba a una señal eléctrica. De acuerdo con unas revisiones existe un equipo que mide el H<sub>2</sub>S bajo principios de sensores piezoeléctricos que analizan la halitosis. Aplicado a personas enfermas y sanas (Escalona, Mejias, Vega, Manganiello, 2016).  
llamado GasAlert

Mientras que en Colombia en una investigación se encontró biogás en granjas porcícolas con lecturas de H<sub>2</sub>S de 3000-5000 ppm, medir este gas sirve para evitar la corrosión y toxicidad, debido al peligro de su manipulación en las granjas porcícolas (Gonzalez Tous, 2020).

Con el avance tecnológico apareció el Sulfilogger con capacidad de lectura continua de H<sub>2</sub>S ante la exposición de aguas residuales y el aire, con una resistencia en ambientes riesgosos en alcantarillas, el dispositivo está en desarrollo. (SULFILOGGER A/S , 2021).

Una de las tareas del prototipo propuesto será evaluar vía remota mediante una aplicación Móvil las concentraciones en ppm del gas antes de acceder a lugares con altos niveles de H<sub>2</sub>S (Ácido Sulfhídrico)

## **METODOLOGÍA**

Se plantea la elaboración de un prototipo que permita la detección oportuna de los niveles permitidos o dañinos en los tanques de almacenamiento de hidrocarburos que acumulan H<sub>2</sub>S, mediante un módulo calibrado y configurado para emitir una alarma visual y sonora en zonas de ambientes peligrosos.

Los criterios elementales de los sensores están compuestos por tres: El inicial es el rango (datos que pueden cuantificarse), el secundario es la resolución (escala mínima detectable) y por último es la sensibilidad (cambio en valor de salida acorde a la variante de intensidad medida). (De la Garza Franco, 2023).

En el proceso de la investigación se usa la metodología cuantitativa (Roque Bar, 2010) en la que de una población se recolectan muestras, con las que podría inferirse con éxito respuestas óptimas. Para este trabajo se usa la metodología experimental que comprende e incluye diversas etapas del método científico (figura 1), posterior a la designación de una hipótesis y objetivos en la investigación, debe ser clara refutar las

hipótesis por lo tanto hay que identificar las variables e identificar cómo se medirán para su análisis y así determinar el diseño experimental. (Llopis Castelló, 2023).

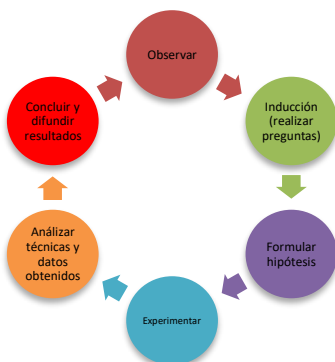


Figura 1. Método Científico.

Los componentes (tabla 1) que se utilizaron para el prototipo de investigación son:

Tabla 1.-Componentes del prototipo diseñado

1. Programa Arduino
2. Tarjeta Arduino nano V3
3. Módulo de Sensor de Gas (Sulfuro de Hidrógeno) H2S
4. Paquete de cables Jumper Dupont
5. Tarjeta Esp32-32 Wifi+Bluetooth
6. Modulo led grove-RGB LED
7. PLA (filamento para impresión en 3D)
8. Placa 5x7
9. Buzzer zumbador

### Diagrama de conexión de componentes de prototipo.

Como parte del diseño del prototipo del sensor de H2S, fue necesario el software Fritzing para realizar el diagrama de conexiones (figura 2), la alimentación del circuito es proporcionada por una power bank de 5v en la salida con un puerto usb.

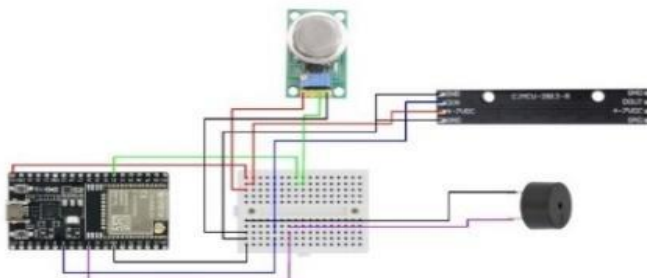


Figura 2. Diseño del circuito y conexiones para el prototipo del sensor.

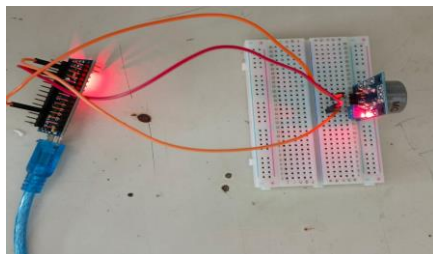


Figura 3. Conexión de componentes y puesta en marcha.

El ensamble del prototipo en protoboard para pruebas es recomendado previo a la actividad mediante el encapsulado en un módulo cuadrado de PLA (Ácido Poliláctico), en las imágenes se corrobora la actividad, (figura 3). Así también, se recomienda la carga del programa en el módulo arduino. Así también, se efectúa la carga del código de programación de Arduino en la tarjeta de desarrollo Esp32 Modulo Wifi+bluetooth tipo C. De esta manera es posible realizar pruebas iniciales de la calibración en el sensor (figura 4).

El valor de resistencia del MQ-136 es distinto para varios tipos y concentraciones de gases, el ajuste de sensibilidad es muy necesario. calibrar el detector para una concentración de H<sub>2</sub>S de 10 ppm en el aire se requiere un valor de resistencia de carga aproximadamente de 20 K $\Omega$  (10 K $\Omega$  a 47 K $\Omega$ ). (I+D, 2023)



Figura 4. Demostración previa del sensor.

El sensor está compuesto mediante un tubo cerámico AL<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, una capa sensible de dióxido de estaño (SnO<sub>2</sub>), el electrodo de medición y el calentador se fijan en una corteza hecha de plástico y red de acero inoxidable. El calentador proporciona las condiciones de trabajo necesarias para el trabajo de componentes sensibles. En la technical data del MQ-136 las condiciones estándar de trabajo son de un voltaje de circuito de 5V $\pm$ 0.1, una tensión de calefacción de 5V $\pm$ 0.1 y las condiciones estándar de detección son de Temp:

20°C ±2 °C Vc:5V±0.1 a Humidity: 65%±5% Vh: 5V±0.1 y un preheat time over 24 hour. (I+D, 2023)

La conectividad Wi-Fi y bluetooth son muy usadas para lograr emparejamiento inalámbrico con amplia gama de teléfonos portátiles, laptops y diversos equipos de comunicación personal. (Nova Becerra, 2018). Para el monitoreo de las lecturas del prototipo, se usa una aplicación de Google Play llamada thingview instalada en un Smartphone posteriormente se vincula la tarjeta de desarrollo Esp-32 wifi-bluetooth (alimentada mediante una power bank o conectado a una fuente de 5 V. mediante puerto usb, figura 4) , la pantalla muestra lecturas de concentración de ppm (figura 5) y la tira led indica 3 estados de exposición (baja, media y alta), el buzzer (bocina) se activa al momento de la detección de HS2, acorde a los parámetros de la siguiente tabla 2.



Figura 4.-Prototipo alimentado con powerbank.

Tabla 2. Criterios y valores de exposición de H2S.

Límite de Exposición	Concentración	Límite de L.E.O
8 hrs. Largo plazo	10 ppm	Límite promedio máximo de exposición en una jornada diaria de 8 hrs. Sin uso de protección
15 min (corto plazo)  Tope	15 ppm	Límite promedio de exposición con 60 minutos de separación entre cada exposición.
	20 ppm	Ninguna persona podrá estar expuesta a concentraciones iguales o mayores a esta sin equipo de protección respiratoria

Fuente: Proyecto Ombu Campo Capella Sulfuro de Hidrógeno, modificado por: pérez,2023

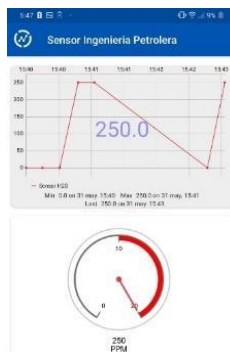


Figura 5. Monitoreo en tiempo real de H2S en ppm.

Se visualizan los componentes conectados con su respectivo cableado conectado el Sensor H2S (figura 6) , ubicado en la parte externa para detección y toma de lectura en ppm del gas, la tarjeta Esp32-32 Modulo Wifi+Bluetooth permite detectar el umbral de ppm del sensor activando una alarma sonora y una señal visual led , la tira led RGB es activada en 3 posiciones ( bajas, mediana y alta en ppm), además el monitoreo es remoto mediante un smartphone.



```
const char* ssid = "Antifugaslp"; //Nombre de la red
const char* pass= "123456789"; //Contraseña de la red
unsigned long channelID= 2160766;
const char* WriteAPIKey= "V6D81SGQ5730PDU8";
```

Figura 6 .- Componentes del prototipo y parte de código de conectividad WIFI.

Para la terminación del prototipo se requirió una impresora 3D y filamento PLA para su encapsulado en un módulo cuadrado (figura 7).



Figura 7.- Sensor terminado en un encapsulado de PLA.

## Pruebas

Se realizaron pruebas de comparación del prototipo desarrollado contra un equipo de marca reconocida y de venta comercial, como lo es detector Multigas Altair® 4XR, permitiendo constatar que las mediciones tomadas con el dispositivo son idénticas al equipo comercial, en la tabla 2 están los resultados de las lecturas entre los 2 equipos.

Tabla 2. Lecturas de equipos en una muestra de hidrocarburo con H<sub>2</sub>S.

Mediciones Efectuadas	Detector Multigas Altair® 4XR	Prototipo detector de H <sub>2</sub> S
1	180 ppm	179.7 ppm
2	210 ppm	209.6 ppm
3	219 ppm	218.8 ppm
4	214 ppm	213.5 ppm
5	218 ppm	217.7 ppm
6	221.9 ppm	221.5 ppm
7	198 ppm	197.4 ppm
8	205 ppm	204.3 ppm
9	195 ppm	194.5 ppm
10	202 ppm	201.2 ppm

El margen de error de medición entre un equipo y otro es de 0.23 % generando una alta confiabilidad en el uso de este prototipo para mediciones en campo (tabla 2).

Muestra representativa de hidrocarburo obtenida del pozo laguna de la milpa localizado en el campo Pánuco-Ébano, mismo que fue evaluado a través del uso de este prototipo presentando un valor de 171 ppm (figura 8).



Figura 8. Medición de H<sub>2</sub>S en muestra de hidrocarburo.

## RESULTADOS

Se muestran los resultados obtenidos en el desarrollo del prototipo para lectura de gases resultantes de hidrocarburos en particular del H<sub>2</sub>S cuyas lecturas presentan una alta confiabilidad acorde al margen de error 0.23%; se hace el comentario que el prototipo en

su integración no representa un costo tan elevado en comparación con equipos presentes en el mercado.

## **DISCUSIÓN**

Durante el desarrollo del proyecto se cuidó la interconexión de los componentes, un mínimo error afectaría la correcta operación. En pruebas preliminares el equipo demostró lecturas instantáneas de H<sub>2</sub>S en muestras de hidrocarburo, como mejora se propone anexar una batería de respaldo de 5V en caso de falta de energía eléctrica y realizar las pruebas de laboratorio para validación de su calibración bajo NOM.

## **CONCLUSIONES**

En la realización del proyecto se ajustan etapas de pruebas con el objetivo de verificar la creación de un método para detectar el H<sub>2</sub>S con un mínimo costo utilizando software y hardware de uso libre, para monitoreo de datos inalámbricamente, aunque existió la problemática de recolectar muestras de hidrocarburo (De Paz Menendez, 2015).

Este trabajo presenta las actividades preliminares de la necesidad de un equipo que corrobore en campo las lecturas de H<sub>2</sub>S detectando las ppm de exposición del personal en la industria de los hidrocarburos y con la combinación de la electrónica, siendo una necesidad cotidiana de inspeccionar las áreas de trabajo con alto índice de exposición en la atmósfera de trabajo diario fundamentado en la experiencia de personal.

## **LITERATURA CITADA**

Allcock, C. (24 de Marzo de 2020). *DSA SUPPLIERS*. Obtenido de PRINCIPIOS DE LA DETECCIÓN DE GASES: SENSORES DE GAS COMBUSTIBLE Y CATALÍTICO: <https://es.dsasuppliers.com/blog/principles-of-gas-detection-combustible-gas-catalytic-sensors/>

I+D. (2023). *didacticaselectronicas*. Obtenido de <https://www.didacticaselectronicas.com/index.php>

De la Garza Franco, F. (2023). *Fabricación de sensores de CO<sub>2</sub> para medir la calidad de aire basados en Nanomateriales de óxido de estaño y modificados con PB,*

- BA y C3N4. tesis, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Tepejil del río de Ocampo. Obtenido de <http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/bitstream/handle/231104/3119/AT26703.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- De paz Menendez, A. (Junio de 2015). *Desarrollo de un Sistema de Sensores para la Deteccion de Sustancias Peligrosas*. Madrid: Universidad Autonoma de Madrid. Obtenido de [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/55668251/Deteccion\\_de\\_gases\\_nocivos\\_con\\_arduino-libre.pdf?1517293200=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DUNIVERSIDAD\\_AUTONOMA\\_DE\\_MADRID\\_ESCUELA\\_P.pdf&Expires=1693467425&Signature=ZH2zw2iw1Ghq48uepcP64QZ](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/55668251/Deteccion_de_gases_nocivos_con_arduino-libre.pdf?1517293200=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DUNIVERSIDAD_AUTONOMA_DE_MADRID_ESCUELA_P.pdf&Expires=1693467425&Signature=ZH2zw2iw1Ghq48uepcP64QZ)
- Escalona, M., Mejias, E., Vega, C., & Manganiello, L. (2016). Prototipo para la medición de H2S basado en sensores piezoeléctricos. *Ingeniería UC*, 351-375.
- Gonzalez Tous, J. G. (2020). *Tecnologías de sensores para detectar ácido sulfhídrico aplicable a la producción de biogás en las granjas porcícolas colombianas*. Colombia: Universidad de los Andes
- Llopis Castello, D. (2023). Metodología de la Investigación. Valencia, España. Obtenido de <https://poliformat.upv.es/access/content/user/24389381/Contenido%20abierto%20al%20p%C3%BAblico/Metodolog%C3%ADa%20de%20la%20investigaci%C3%B3n/3.2%20Metodologi%CC%81a%20experimental.pdf>
- Nova Becerra , J. (2018). *Diseño y Desarrollo de una aplicación para monitorear la concentración de CO y CH4 en dispositivos móviles android*. Bucaramanga, Colombia: Universidad Pontifica Bolivariana. Obtenido de [https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/5319/digital\\_36419.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/5319/digital_36419.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- RAE. (2022). *Asociación de Academias de la Lengua Española*. Obtenido de <https://dle.rae.es/sensor?m=form>

Roque Bar, A. (04 de Enero de 2010). La Metodología Cuantitativa y su Uso en América Latina. 1.14. Santiago, Chile. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0717-554X2010000100001>

SULFILOGGER A/S. (19 de Febrero de 2021). *CORDIS*. Obtenido de <https://cordis.europa.eu/article/id/429104-new-hydrogen-sulfide-sensorremoves->



## **Perfil del voluntariado en México**

*Alma Leticia Cruz Méndez<sup>1\*</sup>, Edgar Jearvavi Vázquez Moreno<sup>1</sup>, Manuel Antonio Arenas Méndez<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>TecNM, Instituto Tecnológico Superior de Pánuco

\*alma.cruz@itspanuco.edu.mx

### **RESUMEN**

La presente investigación se realizó con el objetivo de definir el perfil del voluntariado mexicano por medio de la base de datos de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH) de 2020, determinando que las personas voluntarias mexicanas, predominan las mujeres, la edad promedio es de 41 años y es significativa y positiva, el nivel de estudios medio; por tal motivo, la relación que existe entre el voluntariado y el gobierno debe fortalecerse, con la finalidad de crear políticas, promoción del apoyo a la comunidad, integración de la comunidad educativa y la juventud; incorporarse formalmente, para de esta manera contar con apoyo del gobierno, las empresas y la sociedad; crear indicadores medibles que aumenten la motivación entre las personas voluntarias.

Palabras claves: Voluntariado, perfil del voluntario, Organizaciones sin fines de lucro, ONG.

### **ABSTRACT**

The present investigation was carried out with the objective of defining the profile of Mexican volunteers through the database of the National Survey of Household Income and Expenses (ENIGH) of 2020, determining that Mexican volunteers are predominantly women, the average age is 41 years and it is significant and positive, the average level of studies; For this reason, the relationship that exists between volunteering and the government must be strengthened, in order to create policies, promote support for the community, integrate the educational community and youth; formally incorporate, in order to have the support of the government, companies and society, create measurable indicators that increase motivation among volunteers.

Keywords: Volunteering, volunteer profile, non-profit organizations, ONG.

## **INTRODUCCIÓN**

En Latinoamérica el gobierno y la sociedad comparten preocupaciones constantes como la pobreza, desigualdad y marginación social; el gobierno realiza actividades dirigidas a combatir estos problemas, pero no son suficientes, se requiere el apoyo, sobre todo, de las empresas sin fines de lucro por su amplio espíritu solidario (De la Garza Carranza, Zavala Berbena, López-Lemus, y López de Alba, 2019). En México, este tipo de organizaciones enfrenta necesidades sustanciales como falta de recursos y capacidades; así como mejorar su visibilidad, divulgación y transparencia (Méndeza, Rojas, y Núñez, 2022). El informe de voluntariado de las Naciones Unidas (VNU, 2021) estima una tasa de personal en edad de trabajar como voluntario en África 67.7%, en Estados Árabes 35.5%, Asia y el Pacífico 67.8%, Europa y Asia Central 34%, América Latina y el Caribe 41.4% y otros países 35.7%. El Instituto Nacional de Estadística (INEGI, 2022) reportó 2,033,828 personas voluntarias en México, de acuerdo con la Cuenta Satélite de las Instituciones Sin Fines de Lucro (CSISFLM), esto corresponde apenas el 2% de la población mayor de 15 años, sin embargo, el voluntariado informal no es reportado. López Concepción, Gil Lacruz y Saz (2019), en su estudio del voluntariado en Latinoamérica, encontró que el 70% de personal está asociado a una Organización No Gubernamental (ONG), pero sólo el 49% participa activamente. Trinidad y Tóvago, Brasil, México y Colombia registran el mayor porcentaje de población inscrita a una ONG, alrededor del 80%, mientras que Chile solo el 40%.

Por otro lado, es muy difícil calcular la cantidad de personal voluntario informal, debido a la naturaleza del mismo, por tal motivo es necesario fortalecer las políticas que promuevan a las organizaciones no lucrativas, ya que las actividades que llevan a cabo los voluntarios en actividades formales e informales son mucho más que el beneficio común: realizan acciones sociales legitimadas moralmente, tradicionales y vinculadas espiritualmente con la naturaleza (Amador Herrera y Rojas Herrera, 2023).

Estas acciones otorgan un valor significativo al trabajo voluntario a nivel internacional, juegan un papel poderoso al representar características positivas de la sociedad, incluso la Asamblea General de las Naciones Unidas en 2018 establece el resolutorio “El

voluntariado en pro de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible”, el cual alienta a los gobiernos para intensificar el potencial que tienen las organizaciones sin fines de lucro en la innovación social y la participación ciudadana y contribuir para el logro del cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (VNU, 2019).

La Asamblea General de las Naciones Unidas define al voluntariado como “una amplia gama de actividades” cuya motivación no es la económica, sino el beneficio de la sociedad. De acuerdo con el Programa de Voluntario (VNU, 2021), existen cinco categorías: la ayuda mutua, el servicio, las campañas para cambiar el “statu quo”, el voluntariado recreativo y la incidencia en la gobernanza y toma de decisiones. Los voluntarios tienen la capacidad de intervenir en la vida de las comunidades, apoyar en la solución de conflictos mediante la participación de la ciudadanía y crear mayor cohesión social, básicamente el voluntariado dedica su tiempo y habilidades en el bienestar social (Moreno y Yoldi, 2008; Pérez y Perdomo, 2006; Servós, 2022).

Así mismo, Villarroja (2023) destaca los criterios para definir el voluntariado formal como: Solidaridad, altruismo, libertad de elección y gratuidad. Por otra parte, Zupanic y Malgasic (2022) determinan que las personas que trabajan en organizaciones no lucrativas, por lo general, tienen una gran motivación interna, pues el factor económico queda a un lado y esta motivación puede desaparecer rápidamente, de ahí la importancia de diseñar formas intangibles de motivación.

A nivel global el 15% de la población de 15 años o más realiza trabajo comunitario o voluntariado; es muy difícil calcular el trabajo informal, pero se estima que casi el doble de los voluntarios lo realizan informalmente. El voluntariado registrado en alguna entidad no lucrativa por género asciende a 46.40% mujeres y 53.60% hombres, el informal se estima en 53.42% mujeres y 46.58% hombres (VNU, 2021). En México, durante el año 2021, se contó con una participación de 2,033,828 voluntarios, de los cuales 45.3% fueron mujeres y 54.7% hombres (INEGI, 2022).

En cuanto al perfil de las personas voluntarias, éste difiere de acuerdo al país en el cual se realizó el estudio. En Portugal, se puede afirmar que, en las actividades de voluntariado formal, los más jóvenes fueron los que más se destacaron, y ocuparon (29 horas/mes), con mayor nivel educativo, mujeres y solteras (Jacinto, 2020). En España, Garrido (2015) indica que el 60% de los voluntarios abandonan esta acción altruista

principalmente por la falta de tiempo, además encontró que el 31.9% son personas empleadas por cuenta propia o asalariados, 29.4% jubilados, 22.6% desempleados, 12.3% estudiantes, 2.1% tareas domésticas y el 1.6% en otro tipo de actividad. En función a la edad, 54% tienen entre 31 y 64 años, 29% hasta 30 años y 17% 65 y más años; predominando las mujeres. En Latinoamérica, de acuerdo a López Concepción, Gil Lacruz y Saz (2019) encontraron como resultado que los niveles educativos y de renta están positivamente correlacionados en la determinación de incorporarse a una ONG y prestar trabajo comunitario; 47% hombre y 53% mujeres, más de la mitad están casados; 61% trabajadores, 16% se dedican al trabajo doméstico, 6% estudiantes y 9% desempleados; el nivel de estudio es similar (33%) para primaria, secundaria y universidad.

Es indispensable la información estadística y desarrollar conocimiento científico para una mayor visibilidad y reconocimiento del personal voluntario, con la finalidad de que sean la base para realizar políticas públicas y solidificar el puente entre el gobierno y la sociedad (Amador Herrera y Rojas Herrera, 2023; Moreno y Yoldi, 2008; Servós, 2022). Incluyendo el estudio del perfil del voluntario, el cual se define principalmente en mujeres, trabajadoras, con nivel de estudios medio.

El objetivo de este trabajo es definir claramente el perfil del voluntario en México por medio de la base de datos de Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH) de 2020, realizada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

## **METODOLOGÍA**

La metodología de esta investigación se basó en el análisis de la base de datos de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH) del año 2020, realizada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). A continuación, se detallan los pasos seguidos para llevar a cabo el análisis:

**Selección de la Muestra:** Se tomó como muestra a los 13,156 voluntarios que proporcionaron información al contestar el cuestionario de la ENIGH en el año 2020.

**Definición de Variables:** Se seleccionaron varias variables para el análisis. La variable dependiente fue el número de horas semanales dedicadas al trabajo comunitario o voluntariado (hrstcom). Las variables independientes incluyeron:

Sexo: Codificado como 0 para mujeres y 1 para hombres.

Edad: Registrada en años.

Nivel de Estudios Aprobado (est): Esta variable reflejó el grado máximo de estudios completados por cada voluntario, categorizado en niveles como ninguno, preescolar, primaria, secundaria, preparatoria o bachillerato, normal, carrera técnica o comercial, profesional, maestría y doctorado.

Horas de Trabajo por Semana (hrstrab): Número de horas dedicadas al trabajo remunerado por semana.

Horas de Estudio por Semana (hrsest): Número de horas dedicadas al estudio por semana.

Horas Dedicadas al Trabajo del Hogar (hrshog): Número de horas dedicadas a las labores domésticas por semana.

Análisis Descriptivo: Se realizó un análisis estadístico descriptivo para resumir las características demográficas de la muestra de voluntarios, incluyendo la distribución por género, edad promedio, nivel de estudios y otras variables relevantes.

Modelo de Regresión Lineal: Para examinar la relación entre las variables independientes y la variable dependiente (horas de trabajo comunitario), se aplicó un modelo de regresión lineal. Se utilizaron predictores categóricos para las variables de género y nivel de estudios aprobado, y predictores numéricos para las variables de edad, horas de trabajo remunerado, horas de estudio y horas dedicadas al trabajo del hogar.

Análisis de Resultados: Se evaluaron los resultados del modelo de regresión para determinar la significancia estadística de las variables independientes y su efecto sobre las horas de trabajo comunitario. Se examinaron los coeficientes estimados y sus valores  $p$  asociados para inferir la relación entre las variables.

En resumen, la metodología de esta investigación se basó en el análisis de datos de la ENIGH 2020 para definir el perfil del voluntariado mexicano. Se utilizó un enfoque de regresión lineal para identificar las relaciones entre las variables independientes y la variable dependiente de las horas de trabajo comunitario. Los resultados de este análisis contribuyeron a la comprensión del perfil de los voluntarios en México y resaltaron la importancia de factores como el género, la edad y el nivel de estudios en el compromiso voluntario.

## RESULTADOS

La estadística descriptiva proporciona datos demográficos de la muestra encuestada, los cuales se detallan a continuación: De los 13,156 voluntarios el 50.42% son mujeres y 49.58% hombres; la edad oscila entre 12 y 90 años, la edad media es de 41 años; la media de horas por semana de trabajo comunitario es 8.8 hrs.; el grado máximo de estudios aprobado se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Grado de estudios de los voluntarios en México, datos proporcionados de ENIGH, 2020.

Grado de estudios aprobado	Porcentaje
Ninguno	3.60%
Preescolar	0.05%
Primaria	25.72%
Secundaria	31.43%
Preparatoria o bachillerato	17.67%
Normal	1.00%
Carrera técnica o comercial	3.39%
Profesional	15.07%
Maestría	1.66%
Doctorado	0.41%

En la tabla 1 se destaca que el 60.8% de los voluntarios solo cuentan con educación básica, 22.06% media superior, 15.07% profesional y únicamente 2.07% posgrado.

En cuanto a las actividades que realizan los voluntarios, se registran 52.1% personal que trabaja, 27% realiza actividades en el hogar únicamente, 9.6% estudia y trabaja, 9% solo estudia y 2.3% sólo realiza actividades de voluntariado.

De acuerdo con la regresión lineal con predictores categóricos, la varianza del modelo es 29.98 veces superior a la del error  $F(14, 13141) = 29.98$ ;  $p = 0.00$ ; y este valor de  $F$  es significativo. El modelo explica hasta el 3.1% de la variación en la variable dependiente,  $R\text{-squared} = 0.0310$ . Respecto a los coeficientes, son significativas, excepto preescolar, primaria y doctorado.

Con relación a las horas por semana de trabajo comunitario (hrscom) y a los datos de los coeficientes, de acuerdo con el sexo, respecto a las mujeres, los hombres realizan una hora menos de trabajo comunitario por semana. Por su parte, en lo relativo a la edad, esta tiene un efecto positivo y significativo; por cada año que el voluntario cumpla, se

realizan .067 horas más de trabajo comunitario. En estudios terminados, respecto a los que no cuentan con ningún nivel de estudios, los voluntarios con secundaria terminada realizan 1.1 horas más de trabajo voluntario a la semana, carrera técnica o comercial 3.3 horas y el resto poco más de 2 horas por semana. En cuanto al trabajo que no está relacionado con las actividades de voluntariado; por cada hora que se invierte en alguna actividad productiva (hrstrab), se realizan .054 horas menos de voluntariado; por cada hora de estudios (hrsest) .034 horas menos y por cada hora de trabajo en el hogar (hrshog) .018 horas menos de trabajo comunitario.

Tabla 2. Regresión lineal con predictores categóricos.

Hrstcom	Coeficiente	P> t
Sexo	-1.001427	0.000
Edad	.0715025	0.000
Est	----	----
Preescolar	4.358636	0.343
Primaria	.5807572	0.292
Secundaria	1.109626	0.047
Preparatoria o bachillerato	2.331528	0.000
Normal	2.552071	0.021
Carrera técnica o comercial	3.364921	0.000
Profesional	2.76796	0.000
Maestría	2.646602	0.004
Doctorado	-.0427742	0.979
Hrstrab	-.0542645	0.000
Hrsest	-.0333066	0.002
Hrsthog	-.0189572	0.031
_cons	6.398229	0.000

## DISCUSIÓN

Durante la pandemia por COVID 19 se constató la participación de personas voluntarias en actividades que iban desde el apoyo para la aplicación de la vacuna hasta el cuidado de enfermos, personas que no eran tan visibles, pero que apoyan no solo en temas de la salud, también en la protección ambiental, la pobreza, la desigualdad, entre otros problemas de carácter social. En todo el mundo las actividades comunitarias o voluntarias tienen más presencia, al fortalecer la relación entre el gobierno y la ciudadanía,

contribuyen al desarrollo de sociedades igualitarias e inclusivas, y promueven la estabilidad (VNU, 2021).

Los datos del INEGI que fueron analizados para este trabajo de investigación son del año 2020, la pandemia estaba activa y muchos ciudadanos observamos la participación de las personas voluntarias. Este estudio, al igual que el realizado en España por García, Marcuello y Saz (2009) y Martínez-Martínez y Soler (2020) indican que el voluntariado son mayormente mujeres, aunque en poca proporción en México, contradictorio a los datos publicados por INEGI en 2022, donde los voluntarios eran en gran parte hombres. A diferencia de España, las personas que cuentan con estudios medios y superiores es la variable más influyente para realizar apoyo comunitario y ser mujer tiene un efecto negativo, caso contrario en México, la mujer tiene un efecto positivo.

Almog-Bar et al. (2022) asegura que la edad es una fuerte determinante del voluntariado, Morrow-Howell (2010) determinó la edad como factor predictorio y el análisis realizado por Amate García, Cedena de Lucas y Pieper (2022), establece que los jóvenes tienen mayor presencia voluntaria, a diferencia de México, en donde la edad promedio es de 41 años, por tal motivo es necesario realizar programas para crear espacios comunitarios que promuevan el aprendizaje y el interés por el bienestar social, principalmente entre los jóvenes, ya que Carlton et. al, (2022) afirma que la juventud cuenta con habilidades para responder ante situaciones difíciles con innovación, el mantenimiento del conocimiento institucional del equipo y la creación de grupos de voluntarios sostenidos que pueden adaptarse a los problemas sociales.

De acuerdo con nuestro estudio, podemos concluir que, en el perfil de las personas voluntarias mexicanas, predominan las mujeres, la edad es significativa y positiva, y el nivel de estudios medio. Sin embargo, se requiere mayor información, ya que el perfil del voluntario dependerá del tipo de ONG, difiere si es una organización religiosa a una asociación ambiental (López Concepción, 2019), así mismo el desarrollo de políticas pública, promoción y motivación de las personas voluntarias.

## **CONCLUSIONES**

Este estudio arroja datos significativos sobre el perfil del voluntariado mexicano a partir del análisis exhaustivo de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares

(ENIGH) del año 2020. Los resultados presentados ofrecen valiosas percepciones que pueden informar estrategias y políticas para el fomento y el fortalecimiento del voluntariado en México. Las siguientes conclusiones se derivan de este análisis detallado:

**Perfil Demográfico y Educación:** La investigación muestra de manera concluyente que las personas voluntarias mexicanas están mayormente representadas por mujeres, lo que destaca su papel fundamental en la contribución a actividades voluntarias en el país. Además, la edad promedio de 41 años refleja un compromiso intergeneracional, con individuos de diferentes edades participando activamente en el voluntariado. Es esencial reconocer y valorar la diversidad de edades y géneros en el voluntariado, lo que puede contribuir a una mayor representación y eficacia en las iniciativas de voluntariado.

**Relación entre Educación y Voluntariado:** Uno de los aspectos más notables de este estudio es la relación entre el nivel de educación y la participación en actividades voluntarias. Los voluntarios con niveles de educación media, como la secundaria, técnica o comercial, y profesional, muestran un compromiso más sólido con el voluntariado. Esto sugiere que la educación puede influir en la percepción de la responsabilidad social y en la conciencia de la importancia de contribuir al bienestar de la comunidad. Esta conclusión resalta la necesidad de crear programas y oportunidades de voluntariado que apelen a diferentes niveles educativos y que promuevan la participación desde todos los ámbitos de la sociedad.

**Efecto Positivo de la Edad:** La correlación positiva entre la edad y las horas de trabajo comunitario es un hallazgo importante. A medida que las personas envejecen, tienden a aumentar su participación en actividades de voluntariado. Esto indica una mayor sensibilización y comprensión de las necesidades de la comunidad a medida que las personas maduran. Estos resultados pueden ser útiles para la formulación de estrategias que promuevan el voluntariado intergeneracional y fomenten la participación a lo largo de la vida de los individuos.

**Necesidad de Motivación y Apoyo Continuo:** Aunque este estudio proporciona información valiosa sobre el perfil de los voluntarios mexicanos, también revela áreas donde se necesita un mayor enfoque. Por ejemplo, la diferencia en las horas de trabajo comunitario entre hombres y mujeres podría indicar la necesidad de abordar cuestiones

de género para promover la participación equitativa. Asimismo, se pueden desarrollar estrategias para mantener el compromiso de los voluntarios a medida que avanzan en diferentes etapas de la vida.

En conjunto, este estudio contribuye al entendimiento del voluntariado en México y su relación con factores demográficos y educativos. Las conclusiones destacan la importancia de fomentar un entorno inclusivo, diverso y motivador para el voluntariado. Además, señalan la relevancia de diseñar políticas públicas y programas que reconozcan y apoyen las diferentes características de los voluntarios, con el objetivo de fortalecer la colaboración entre el gobierno, las organizaciones sin fines de lucro y la sociedad en general. El voluntariado no solo enriquece la vida de quienes participan, sino que también tiene un impacto positivo en las comunidades y en la construcción de una sociedad más solidaria y equitativa.

De acuerdo con nuestro estudio, podemos concluir que, en el perfil de las personas voluntarias mexicanas, predominan las mujeres, la edad es significativa y positiva, y el nivel de estudios medio. Sin embargo, se requiere mayor información, ya que el perfil del voluntario dependerá del tipo de ONG, difiere si es una organización religiosa a una asociación ambiental (López Concepción, 2019), así mismo el desarrollo de políticas pública, promoción y motivación de las personas voluntarias.

## **LITERATURA CITADA**

Almog-Bar, M., Ashkenazi-Anor, M., Hersberger-Langloh, S. E., Compion, S., & Butcher, J. (2022). Age is but a number? An exploration of age differences in episodic volunteering. *Voluntas: International Journal of Voluntary and Nonprofit Organizations*, 33(3), 483-496.

Amador Herrera, E. A., & Rojas Herrera, J. J. (2023). Formas de Trabajo Comunitario Voluntario en tres comunidades Nahua del Municipio de Texcoco, Estado de México y su vinculación con las prácticas de economía solidaria. *Revista Vasca de Economía Social - Gizarte Ekonomiaren Euskal Aldizkaria*, 19, 107–136. <https://doi.org/10.1387/gizaekoa.23739>

Asamblea General de las Naciones Unidas (2018). “El voluntariado en pro de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible”. 8 de enero. A/RES/73/140.

- Carlton, S., Nissen, S., Wong, J. H., & Johnson, S. (2022). "A shovel or a shopping cart": lessons from ten years of disaster response by a student-led volunteer group. *Natural hazards*, 1-18. <https://doi.org/10.1007/s10900-021-01030-y>
- De la Garza Carranza, M. T., Zavala Berbena, M. A., López-Lemus, J. A., & López de Alba, P. L. (2019). Inventario de las causas del fracaso en emprendedores sociales en México (CAFES-M). *Revista Perspectivas*, (43), 107-134.
- Garrido, I. C. (2015). Así somos. El perfil del voluntariado social en España. CONSEJO EDITORIAL.
- INEGI. (2022). Estadísticas a propósito del día internacional de los voluntarios. [https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2022/EAP\\_Volunt22.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2022/EAP_Volunt22.pdf)
- Jacinto, L. M. J. (2020). Evolução do voluntariado em portugal (2002-2020). *Revista da UI\_IPSantarém-Unidade de Investigação do Instituto Politécnico de Santarém*, 8(2), 157-168.
- López Concepción, A., Gil Lacruz, A. I., & Saz, I. (2019). Voluntariado en Latinoamérica: aproximación a las diferencias entre países. *Gobernar The Journal of Latin American Public Policy and Governance*, 3(5). <https://doi.org/10.22191/gobernar/vol3/iss5/6>
- Martínez-Martínez, A. L., & Soler, J. A. C. (2020). Los mayores que participan en actividades de voluntariado: Una revisión teórica. *Revista Kairós-Gerontologia*, 23(2), 9-24. <https://doi.org/10.23925/2176-901X.2020v23i2p09-24>
- Méndeza, M. O. A. V., Rojas, E. M., & Núñez, S. O. V. (2022). Teoría de la diversidad y heterogeneidad de las organizaciones sin fines de lucro en México. *Revista Aristas*, 9(17), 54-60.
- Moreno, A. S., & Yoldi, I. S. (2008). Avances recientes en la investigación económica sobre el voluntariado: valoración económica del trabajo voluntario, costes de gestión del voluntariado y voluntariado corporativo. CIRIEC-España, revista de economía pública, social y cooperativa, (63), 191-225.
- Morrow-Howell, N. (2010). Volunteering in later life: research frontiers. *The Journals of Gerontology. Series B, Psychological Sciences and Social Sciences*, 65(4), 461–469. <https://doi.org/10.1093/geronb/gbq024>

- Niño, I. I. B., & García, G. M. (2022). El voluntariado como potencializador de la inteligencia emocional de las mujeres innovadoras y emprendedoras. *Investigación en Ciencias Administrativas*, 367.
- Pérez, C., & Perdomo, J. F. (2006). La valoración del voluntariado en el Tercer Sector. *Revista Contemporánea de Contabilidad*, 3(6), 11-20.
- Velázquez, D. J. Z. (2021). El estado actual del sector sin fines de lucro en México: análisis y consideraciones. *Revista Gestión y Estrategia*, (59), 7-21.
- Villarroya Lequericaonandia, M. B. (2023). La delimitación del concepto de voluntariado y su evolución en la normativa española. *Revista Vasca de Economía Social - Gizarte Ekonomiaren Euskal Aldizkaria*, 19, 9–43. <https://doi.org/10.1387/gizaekoa.23322>
- VNU, Programa de Voluntarios de las Naciones Unidas. (2019). Reporte de síntesis plan de acción para la integración del voluntariado en la agenda 2030 en américa latina y el caribe. [https://www.unv.org/sites/default/files/print\\_pdf/ECLA.%20ESP\\_0.pdf](https://www.unv.org/sites/default/files/print_pdf/ECLA.%20ESP_0.pdf)
- VNU, Programa de Voluntarios de las Naciones Unidas. (2021). Informe sobre el estado del voluntariado en el mundo 2022: Crear sociedades igualitarias e inclusivas. [https://swvr2022.unv.org/wp-content/uploads/2022/04/UNV\\_SWVR-2022\\_ES.pdf](https://swvr2022.unv.org/wp-content/uploads/2022/04/UNV_SWVR-2022_ES.pdf)
- Zupanic, N., & Malbasic, I. (2022). HUMAN RESOURCE MANAGEMENT AND MOTIVATION IN NON-PROFIT ORGANIZATIONS (NPO): EVIDENCE FROM CROATIA. In *Economic and Social Development (Book of Proceedings)*, 90th International Scientific Conference on Economic and Social Development– (Vol. 9, No. 357, p. 19).



## **Exploración de mantos freáticos en el municipio de Pánuco, Veracruz, mediante sondeo eléctrico vertical**

*Daniel Azuara Arteaga<sup>1\*</sup>, Juan Jesús Pérez Arteaga<sup>1</sup>, Carlos Alberto Contreras Verteramo<sup>1</sup>, Jaime Alexis Domínguez Morales<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>TecNM-Instituto Tecnológico Superior de Pánuco

\*daniel.azuara@itspanuco.edu.mx

### **RESUMEN**

Este estudio exploratorio de campo surgió de la necesidad de mitigar la sequía, en el municipio de Pánuco, Veracruz. De acuerdo con la Comisión Nacional del Agua, el gobierno mexicano declaró emergencia por sequía severa, extrema o excepcional en diversas cuencas para el año 2022 incluyendo la cuenca baja del río Pánuco. Se planteó un estudio que permite recopilar información generada de aguas subterráneas mediante el empleo del Sondeo Eléctrico Vertical, en diferentes puntos geográficos de la zona para identificar la profundidad del nivel freático, el objetivo que se persiguió fue aportar una herramienta de estimación del volumen medio de agua, descripción de los distintos estratos del subsuelo, así como generar una imagen del perfil estratigráfico, que haga posible la planeación de extracción de agua subterránea en el futuro.

Palabras claves: Nivel freático, sondeo eléctrico vertical, sequía extrema, estratos.

### **ABSTRACT**

This exploratory field study arose from the need to mitigate drought in the municipality of Pánuco, Veracruz. According to the National Water Commission, the Mexican government declared an emergency due to severe, extreme or exceptional drought in various basins for the year 2022, including the lower basin of the Pánuco River. A study was proposed that allows collecting information generated from groundwater through the use of the Vertical Electrical Survey, in different geographical points of the area to identify the depth of the water table, the objective pursued was to provide a tool for estimating the average volume of water, description of the different strata of the subsoil, as well as

generating an image of the stratigraphic profile, which makes possible the planning of groundwater extraction in the future.

Keywords: Water table, vertical electrical sounding, extreme drought, strata.

## **INTRODUCCIÓN**

Las sequías son periodos prolongados de tiempo seco causado por la falta de lluvia, lo que produce escasez de agua. Los periodos de sequía pueden causar desabastecimiento de agua y problemas de salud pública (NCEH, 2023).

La prospección geofísica por medio de Sondeos Eléctricos Verticales (SEV) consta de una serie de técnicas geofísicas empleadas para la localización de mantos freáticos. Los SEV han sido objeto de amplio desarrollo, además de su empleo en la búsqueda de acuíferos profundos y someros, también se emplean para la exploración de yacimientos minerales. Estas técnicas constan de una serie de herramientas originadas a principios de siglo XX que han sido descritas ampliamente en la literatura y merecen destacarse los trabajos de Bewley y Orellana de acuerdo con Reynolds (1997).

El principio en el que se basa la prospección geo eléctrica consiste en interpretar los distintos materiales del subsuelo, a partir de las variaciones de la resistividad al paso de la corriente eléctrica. y según la corriente sea generada y aplicada al suelo o provenga de fuentes existentes, habrá dos categorías de métodos: los de corrientes artificiales y los de corrientes naturales. a su vez, según el tipo de corriente que circule por el suelo, los métodos se subdividen en los de corriente continua y los de corriente alterna (Estrada, 2013)

Los trabajos realizados tuvieron el objetivo de determinar los espesores de la cubierta de suelos sedimentarios, la ubicación de techo de roca, las características geológicas y geotécnicas de la fundación, así como conocer características hidráulicas del macizo rocoso por medio de ensayos de admisión de agua

## **METODOLOGÍA**

El estudio se desarrolló en la región Huasteca de México, específicamente en el municipio de Pánuco, Veracruz en un área aproximada de 1,319 km<sup>2</sup>. Los sitios analizados se

ubicaron en dos zonas principales, la primera fue aledaña a la mayor corriente fluvial del municipio, el río Pánuco, las muestras (1 a 8) fueron colectadas a no más de 5 km de distancia del río. La segunda zona correspondió a sitios de muestreo (9 a 16) ubicados a una distancia mínima de 15 kilómetros del río (Figura 1).

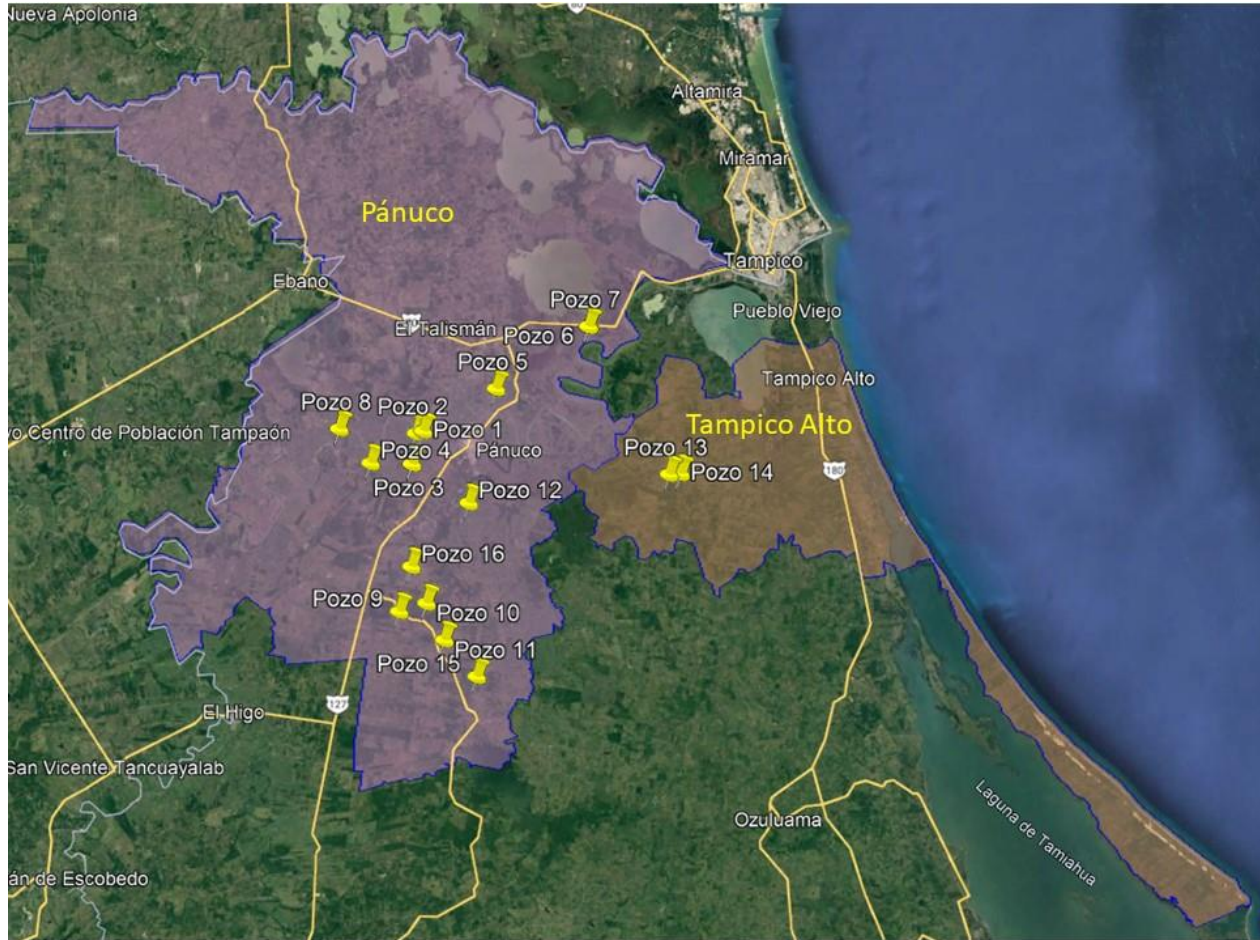


Figura 1. Ubicación de los sitios de muestreo dentro del municipio de Pánuco, Veracruz.

El trabajo consistió en la recopilación, análisis y procesamiento de valores de resistividad verdadera de las diferentes capas del subsuelo en 16 puntos de muestreo. El tratamiento consistió en alcanzar un valor promedio de los datos de campo medidos ya que en todos los casos se realizaron tres líneas geo eléctricas.

El procedimiento de trabajo consistió en calcular la resistividad de un terreno aplicando una corriente eléctrica conocida ( $I$ ), mediante electrodos insertados en el suelo se midió la diferencia de potencial en dos electrodos intermedios. Éste método geo eléctrico está basado en la ley de Ohm ( $R=V/I$ ) (Figura 2).

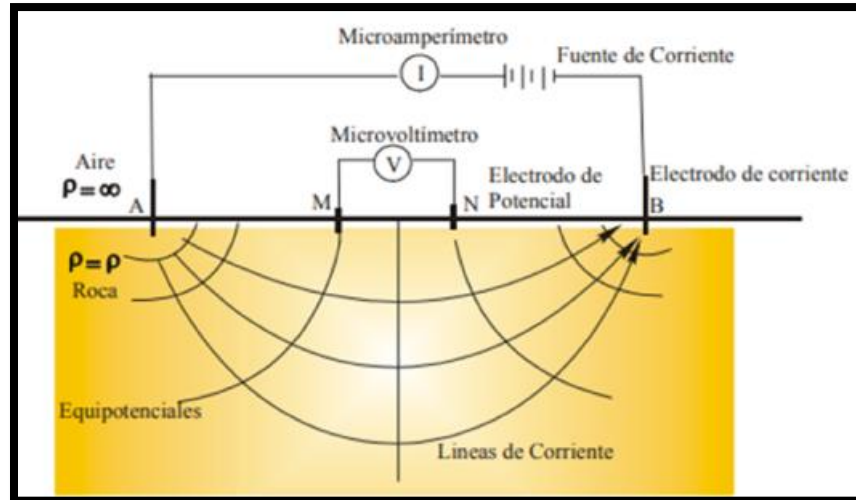


Figura 2. Esquema del procedimiento de cálculo de resistividad del subsuelo.

Los métodos geo eléctricos permiten elaborar representaciones gráficas del subsuelo en términos de resistividad debido a que existe relación entre el parámetro y la estructura litológica del subsuelo.

Los datos recopilados en campo de acuerdo con el posicionamiento de los electrodos, son convertidos en valores de resistividad aparente utilizando diversas fórmulas y arreglos como los propuestos por *Schlumberger* o *Wenner*, posteriormente pueden ser modelados e interpretados para conocer el espesor y resistividad de los diferentes estratos geo eléctricos que componen el perfil estudiado (Figura 3).

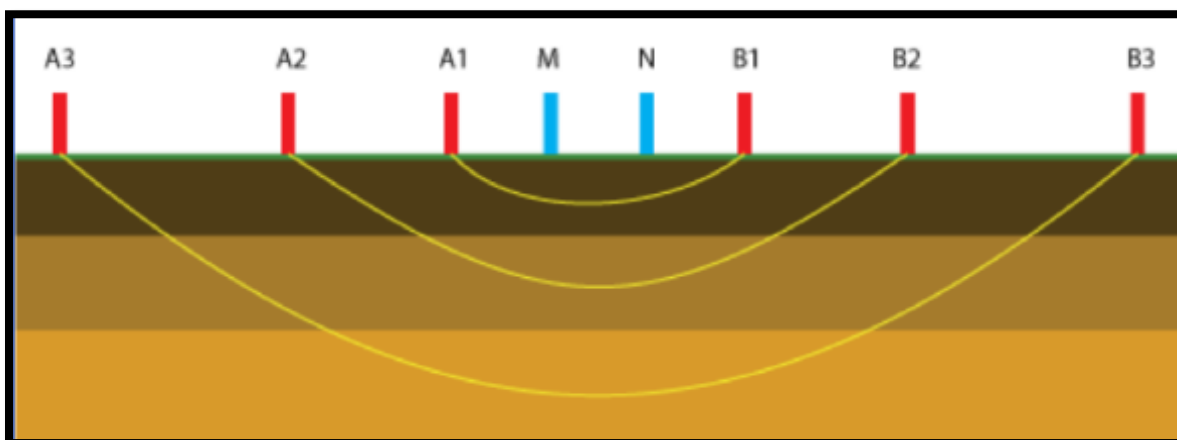


Figura 3. Posicionamiento de los electrodos para captura de datos de campo.

## RESULTADOS

A partir de los procedimientos descritos, se obtuvieron muestras de campo en estas áreas cercanas a la mayor corriente fluvial que tiene el municipio se puede generar mediante los resultados obtenidos en el SEV una clara interpretación que tenemos los niveles freáticos en estratos arenosos a profundidades oscilantes entre los 6 a 12 metros de profundidad, teniendo un espesor (h) oscilante de 13 a 19 metros (Figura 4). Es decir, en una interpretación didáctica en los puntos mencionados si se realizara una perforación para hacer un pozo con alto caudal sería a 25 metros de profundidad, de acuerdo también al SEV, la litología del área consta de una pequeña capa de arcilla negra (6mts), seguida de un cuerpo potente de arenas de grano fino a medio de sílice y cuarzo de diferente coloración, terminando con un cuerpo arcilloso negro de gran espesor que se incluye como roca sello e impermeable.

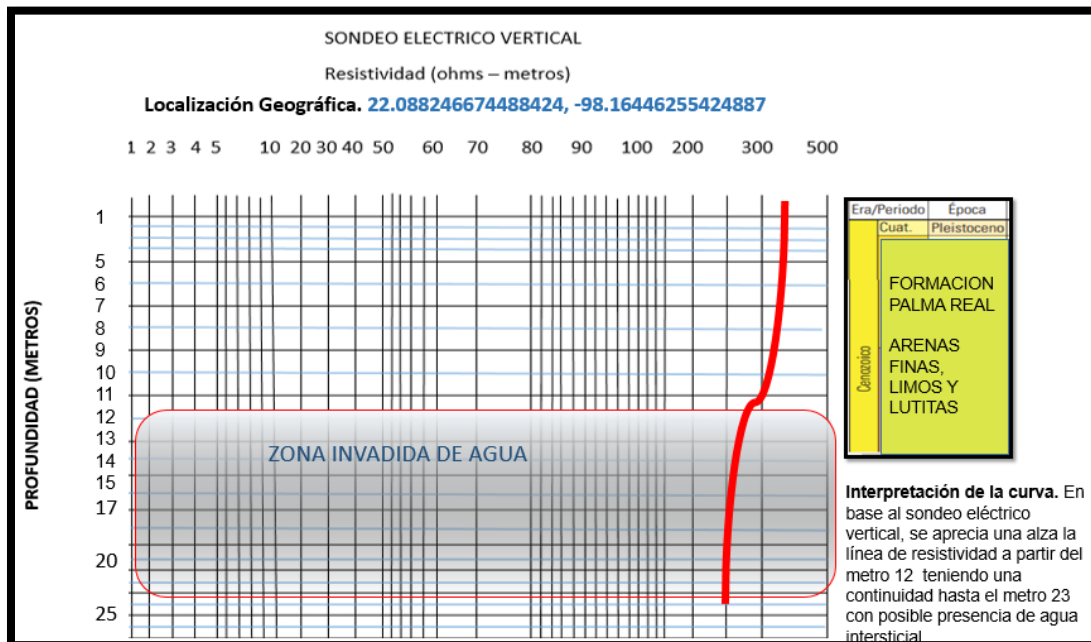


Figura 4. Ejemplo de representación gráfica de la evaluación de resistividad en pozo cercano a la corriente fluvial.

Sin embargo, en lugares alejados de la corriente fluvial los puntos marcados generan altas interacciones resistivas, las profundidades del nivel freático flujos de agua intermitentes a profundidades superiores a 17 metros, con espesores en los estratos fluviales oscilantes entre 3 y 4 metros. Su litología presenta una gran capa arcillosa negra

impermeable con espesores que van desde 1 hasta 20 metros, posteriormente se muestra un estrato con espesor de 3 a 4 metros de arenas finas a medias (Figura 5). Por consecuencia el siguiente estrato es un cuerpo altamente arcilloso de coloración negra a gris e impermeable, con espesores variables que van de 25 a 30 mts.

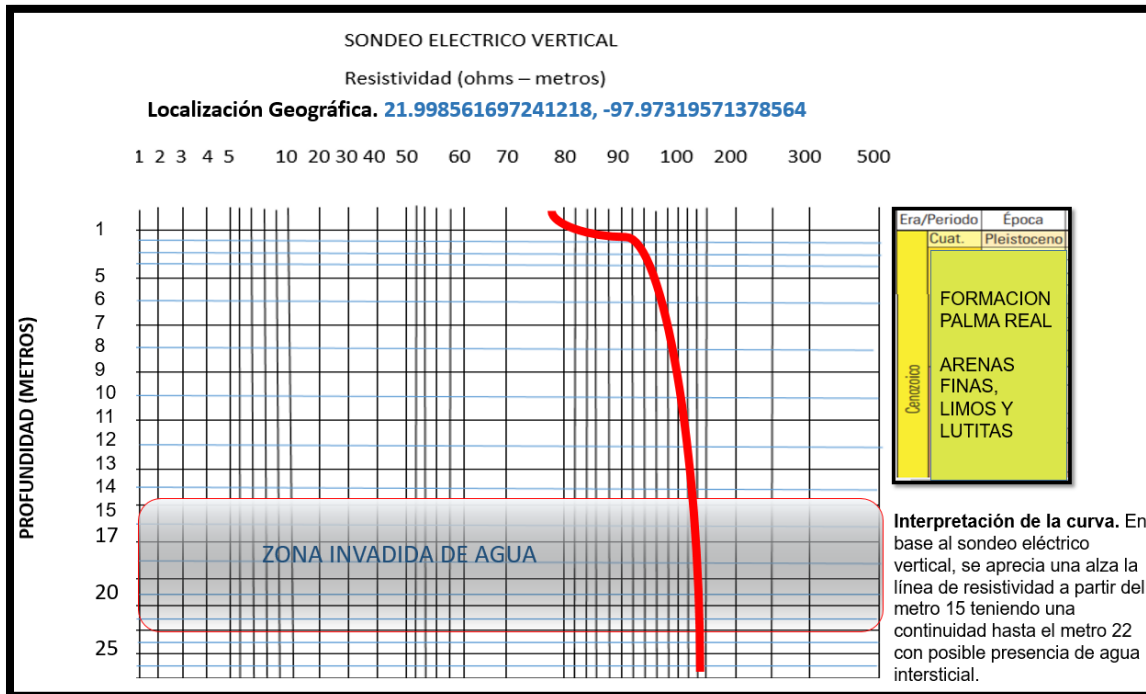


Figura 5. Ejemplo de representación gráfica de la evaluación de resistividad en pozo alejado de la corriente fluvial.

## DISCUSIÓN

Los sitios de muestreo cercanos al río presentan menor resistividad que los sitios alejados del cuerpo de agua, de igual forma la profundidad a que es posible identificar el manto freático es mayor conforme la distancia al río aumenta. En el mismo sentido la capa arcillosa impermeable es de menor espesor en los sitios de muestreo cercanos al río que en los puntos alejados.

## CONCLUSIONES

Si bien, la interpretación cuantitativa de un sondeo de resistividad para estructuras compuestas por varias capas no es sencilla y tiene el problema de equivalencia o ambigüedad y de supresión, el Sondeo Eléctrico Vertical es una prueba útil para conocer

la distribución de resistividad del suelo. Dadas las propiedades eléctricas de los materiales que constituyen del subsuelo, éste manifiesta un determinado comportamiento ante el paso de corriente eléctrica. Dicho comportamiento se expresa en líneas de campo o flujo eléctrico constante para materiales homogéneos, por ello, cuando los valores y características de estos campos varían, indican un cambio de materiales o una discontinuidad dentro de un mismo depósito. Así, los suelos gruesos o rocosos se caracterizan por presentar una alta resistividad, mientras que las zonas arcillosas o con altos contenidos de humedad y sales corresponden con anomalías de baja resistividad.

### **LITERATURA CITADA**

- Estrada, L. A. 2013. Prospección geoelectrica para geólogos. Universidad de Tucumán, Argentina.
- National Center for Environmental Health (NCEH). 2023. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). United States of America. Descargado desde: <https://www.cdc.gov/spanish/nceh/especiales/sequias/index.html>
- CONAGUA. 2023. Disponibilidad por Acuíferos. Consultado en: [https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/sections/Disponibilidad\\_Acuiferos.html](https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/sections/Disponibilidad_Acuiferos.html)
- Monitor de Sequía en México (MSM). 2023. Comisión Nacional del Agua. México. Consultado en: <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/monitor-de-sequia/monitor-de-sequia-en-mexico>
- Reynolds, J. M. 1997. An Introduction to Applied and Environmental Geophysics, Wiley. United Kingdom.



## **La prevalencia del burnout en los docentes del Instituto Tecnológico Superior de Tamazunchale, S.L.P.**

*Mariela Lizeth Martínez Hernández<sup>1\*</sup>, Mariana Hernández de la Cruz<sup>1</sup>, Braulio Bautista López<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>TecNM-Instituto Tecnológico Superior de Tamazunchale

\*mariela.mh@tamazunchale.tecnm.mx

### **RESUMEN**

El burnout, también conocido como síndrome del desgaste profesional, es un estado de agotamiento físico, mental y emocional que se produce como resultado de un estrés laboral crónico. Este fenómeno es especialmente relevante en el ámbito educativo, donde los docentes pueden enfrentar múltiples desafíos y demandas en su trabajo diario.

La investigación realizada fue de tipo descriptiva; ya que permite conocer la situación actual del objeto de estudio, apoyándose para ello de información estadística básica, con un diseño de corte transversal; debido a que recoge datos a lo largo de un solo periodo de tiempo en este caso la recolección abarcó el semestre febrero-julio 2023. El alcance fue de tipo exploratorio, ya que es la primera investigación dirigida al personal que se realiza sobre este tema en el Instituto Tecnológico Superior de Tamazunchale, con el objetivo de Diagnosticar la prevalencia del burnout en los docentes de esta institución.

Palabras claves: burnout, docentes, prevalencia.

### **ABSTRACT**

Burnout, also Known as burnout syndrome, is a state of physical, mental and emotional exhaustion that occurs as a result of chronic work stress. This phenomenon is especially relent in the educational field, where teachers can face multiple challenges and demands in their daily work.

The research carried out was descriptive; since it allows us to know the current situation of the object of study, relying on basic statistical information, with a cross-sectional design; Because it collects data over a single period, in this case the collection covered the semester February-July 2023.

The scope was exploratory, since it is the first research aimed at personnel to be carried out on this topic in the Higher Technological Institute of Tamazunchale, with the objective of Diagnosing the prevalence of burnout in the teachers of this institution.

Keywords: Burnout, teachers, prevalence.

## INTRODUCCIÓN

El burnout se ha convertido en una de las enfermedades laborales que ha ganado popularidad en los últimos tiempos, como consecuencias de los esquemas de trabajo dentro de las organizaciones, relacionados con la carga o exigencias laborales, el estilo de liderazgo y hasta las relaciones interpersonales juegan un papel importante. De acuerdo con lo que menciona Gutiérrez (2020) “El síndrome de Burnout, fue declarado en el año del 2019 como una enfermedad, por la Undécima Clasificación de enfermedades, por la Organización Mundial de la Salud, una vez que surgió esto aumenta el interés por esta patología”.

Este síndrome es causado por diversos factores y afecta a trabajadores de distintos niveles o estatus económicos, y bajo ese concepto es que se desarrolló la investigación en el Instituto Tecnológico Superior de Tamazunchale, el cual es relevante a nivel institucional, por lo cual fue necesario apoyarse de medios a través de los cuales se pudiera recabar la información, por ello es necesario aplicar una encuesta previamente revisada y validada, lo que permitió verificar la validez y confiabilidad del instrumento; estableciendo objetivos, alcances e hipótesis.

Es importante mencionar que anteriormente a nivel institucional ya se habían realizado algunos trabajos similares orientados a medir el estrés académico en los alumnos, pero no en los docentes, lo cual resulta relevante pues son las personas que tienen un trato directo con los alumnos al brindar atención grupal y/o personalizada, simultáneamente desarrollan actividades docentes como: Tutorías, Gestión académica, Investigación y Vinculación, actividades estipuladas por el Tecnológico Nacional de México, las cuales generan trámites administrativos como llenado de formatos, elaboración de informes, etc, lo que representa trabajo y/o esfuerzo adicional, cansancio, tensión. Todo ello propicia

que el profesorado se sienta, personal y profesionalmente, abrumado y desconcertado, con fuertes contradicciones entre sus derechos y deberes (Esteve, 2003).

De acuerdo con Olivares (2017), el docente que manifiesta el síndrome de Burnout es, frecuentemente, impredecible en su conducta y las contradicciones son casi siempre la norma de su actividad. En este sentido, a la vez que se siente la necesidad imperiosa de culpar a alguien por lo que pasa, también precisa olvidar al máximo todo lo relacionado con su trabajo: la docencia.

### **Término del Burnout**

Es fundamental comprender y comparar la percepción del burnout en los docentes, ya que esto proporciona información valiosa para el diseño de estrategias de intervención y prevención efectivas. Al analizar las diferencias en la percepción del burnout entre diferentes grupos de docentes, como, por ejemplo, de distintos niveles educativos o los de escuelas públicas y privadas, es posible identificar factores específicos que contribuyen al desarrollo del síndrome y formular intervenciones adaptadas a las necesidades de cada grupo.

Varios estudios han explorado el tema del burnout en los docentes. Por ejemplo, Smith y Johnson (2018) realizaron un estudio en el que analizaron la relación entre el nivel de burnout y la satisfacción laboral en docentes de educación primaria. Sus resultados mostraron que altos niveles de burnout estaban asociados con una disminución significativa en la satisfacción laboral, lo que sugiere la importancia de abordar este problema para promover un ambiente laboral saludable y mejorar la calidad de la enseñanza.

El manejar el burnout de forma adecuada es necesario pues trasciende a forma individual, para convertirse a algo social. Ya que la economía general, se sustenta en la productividad de la población que labora, quienes son los que se ven afectados por el síndrome, muchas veces se ignora su presencia y por ende no se maneja de forma efectiva (Lovo, 2020). Según este autor hay algunos factores estresantes que mantienen al organismo hiperactivo debido a la respuesta de los de lucha o huida. Uno de los estresores crónicos más comunes es el ambiente de trabajo. Cuando se superan los mecanismos de adaptación, se producen muchos cambios, uno de los cuales es el llamado agotamiento. Consiste en agotamiento emocional, despersonalización y

disminución de la realización personal. Aquellos que causan una variedad de síntomas y tienen efectos variables en la calidad de vida de una persona, asimismo, el manejar el burnout de forma adecuada es necesario trasciende a forma individual, para convertirse a algo social. Ya que la productividad, así como la economía general, se sustenta en la productividad de la población que labora, quienes son los que se ven afectados por el síndrome, muchas veces se ignora su presencia y ende no se maneja de forma efectiva. Se realizó un estudio por Suda y Coelho Bertaci, Santos (2011), donde se verificó la relación entre el nivel de salud de manera general, así como lo es el dolor musco esquelético, la frecuencia de síntoma músculo esquelético y el síndrome de burnout en docentes de nivel superior, evaluando a 50 profesores de Universidades privadas, utilizando una versión portuguesa de la Personal Health Scale, el dolor Musco esqueléticos y la presencia de síntomas de burnout mediante el Maslach Burnout Inventory, Human Sevices Survey.

Los resultados fueron que la mayoría de los profesores presentaron un estado de salud comprometido, siendo el 70% el dolor de cuello, el 64% dolor en la región lumbar en los últimos 12 meses del estudio. Además de determinar que existe una correlación positiva entre la salud general y el agotamiento emocional del inventario de Bournout. Agotamiento físico y psicológico, una actitud fría y despersonalizada en el trato con las demás personas, además de un sentimiento de inadecuación en las actividades que se desarrollan.

Para Salomón, Valdez (2019), el agotamiento es una forma de estrés ocupacional e institucional, que incluye agotamiento emocional, despersonalización y disminución de la realización personal, que puede ocurrir en personas que trabajan con personas. Esto se ve como una respuesta inapropiada al estrés emocional crónico que altera la calidad de vida profesional y personal con compromiso organizacional. Reconoce cuatro etapas en las que existe un desequilibrio entre las altas exigencias laborales y los bajos recursos materiales y humanos, y evalúa la eficacia en las tareas hasta que aparecen síntomas psicósomáticos, conductuales, emocionales y defensivos, llegamos a la cuarta etapa con carencia.

### **Factores de riesgo**

Los factores de riesgo son atención a personas problemáticas, falta de especificidad de funciones y tareas, conflictos y ambigüedad de papeles, falta de autonomía y autoridad en el trabajo para tomar decisiones, rápidos cambios tecnológicos explican Gil Monte (2001).

En el mundo laboral se ha transformado, así mismo nuestro contexto sociocultural. Motivo por el cual las exigencias dentro del trabajo han cambiado provocando un desajuste entre los requisitos que el puesto requiere y las posibilidades de rendimiento de cada trabajador, originando los riesgos como los psicosociales y el síndrome del burnout, el agotamiento emocional, despersonalización o deshumanización, así como la falta de realización personal en el trabajo. Gil-Monte & Moreno-Jiménez (2005).

Los autores Morales Roldán, Carrasco (2021), evaluaron un proyecto con el propósito de verificar la incidencia y las consecuencias del agotamiento e identificar los factores de riesgo asociados con él para reducir la probabilidad de trastornos emocionales, conductuales y psicosomáticos e implementar medidas preventivas que puedan ayudar a controlarlos. Esto evita o minimiza el ausentismo, los accidentes de trabajo, las enfermedades profesionales los conflictos familiares como consecuencia de diversos factores relacionados con el burnout.

De acuerdo con Carrillo-Esper, Gómez, Espinoza De Los Monteros, (2012) quienes padecen el síndrome de Burnout se ven afectados negativamente con variedad en la sintomatología, con un grado posible de manifestación, ocasionando diversidad de resultados en la vida de quienes lo adolecen. Álvarez (2011), el deterioro que genera este padecimiento en las relaciones interpersonales, depresión, cinismo, ansiedad, irritabilidad y la dificultad de concentración. Con esto suele ser muy común el distanciamiento, pudiendo tener conductas riesgosas donde se exponga la salud de la persona, pudiendo llegar a hasta la muerte, ya que el cansancio puede ser emocional no solo físico, poniendo en juicio el propio sentimiento de autorrealización.

Gil Monte (2001) dicen que los factores de riesgo dentro del ámbito laboral son atención a personas problemáticas, falta de especificidad de funciones y tareas, conflictos y ambigüedad de papeles, falta de autonomía y autoridad en el trabajo para tomar decisiones, rápidos cambios tecnológicos. El objetivo de esta investigación es diagnosticar la prevalencia del burnout en los docentes del Instituto Tecnológico Superior

de Tamazunchale, para conocer la situación actual de la institución. De aquí que se desprende la siguiente hipótesis de investigación: ¿La prevalencia del burnout en los docentes del Instituto Tecnológico Superior de Tamazunchale, S.L.P, es debida a la sobrecarga de trabajo asignada?

## **METODOLOGÍA**

La investigación fue de tipo descriptiva; ya que permite conocer la situación actual del objeto de estudio, con un diseño de corte transversal y un alcance de tipo exploratorio. Para lograr el objetivo planteado al inicio de esta investigación fue necesario seguir el siguiente método dividido en fases o etapas.

### **Universo/Muestra**

La población objeto de estudio fueron los docentes del Instituto Tecnológico Superior de Tamazunchale, los cuales se agrupan por programas de estudio y cada programa de estudio es coordinado por un jefe de División de Carrera, siendo un total de 49 docentes distribuidos de la siguiente manera: 5 de Ingeniería Ambiental, 15 de Ingeniería en Gestión Empresarial, 18 de Ingeniería Industrial, 11 de Ingeniería en Sistemas Computacionales.

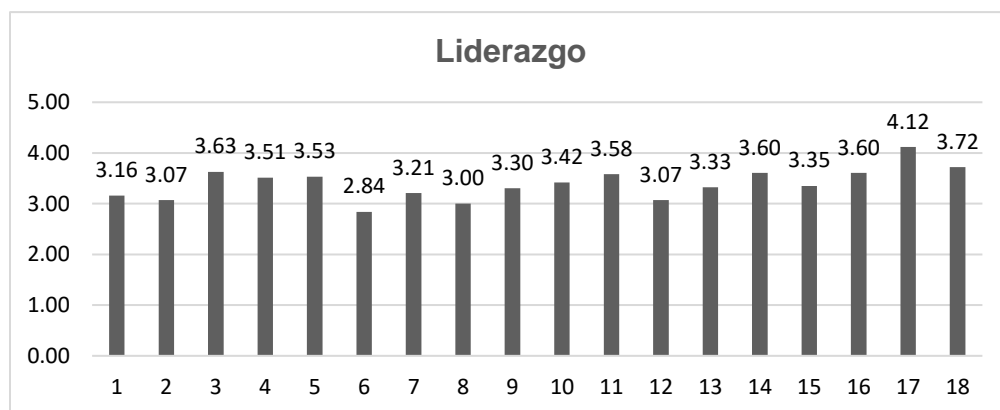
### **Instrumento**

El instrumento utilizado estuvo conformado por 76 Ítems de opción múltiple, distribuidos en 7, con respuestas de opción múltiple con 5 posibles respuestas, donde se empleó la escala de Likert. Este instrumento se aplicó de manera auto administrada por los docentes participantes dentro del Instituto Tecnológico Superior de Tamazunchale, S.L.P.

## **RESULTADOS**

Los valores del 1, 2, 3, 4, 5, siendo muy en desacuerdo, en desacuerdo, ni en acuerdo ni en desacuerdo, en acuerdo y muy de acuerdo, respectivamente. Considerando los maestros de todo el Instituto Tecnológico Superior de Tamazunchale se encontró que están ni en desacuerdo ni en acuerdo que las metas y la visión de los departamentos estén determinados, además los jefes puedan determinar estas mismas, considerando que los jefes son honestos, fácil de admirar. Así mismo están de acuerdo que los jefes conocen las limitaciones, así como están de acuerdo en que se les considera como

integrantes del departamento en la toma de decisiones y de esta forma siente el aprecio por sus superiores inmediatos, generando confianza en los jefes de igual forma en el departamento académico al que pertenecen. Como se observa en la gráfica 1 se muestran los resultados generales obtenidos en el rubro de liderazgo:



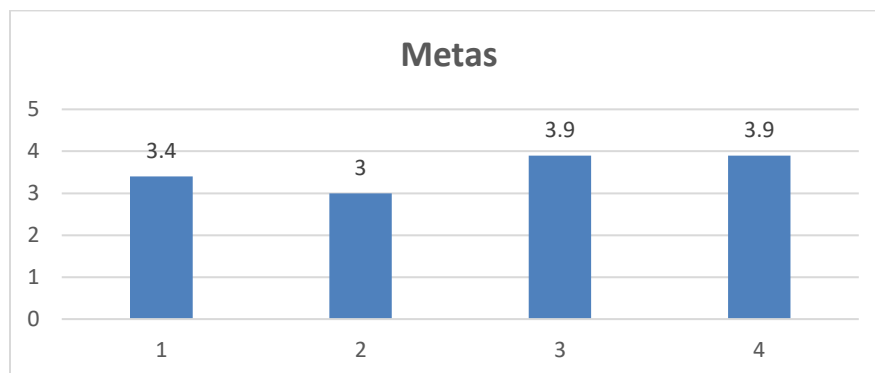
Gráfica 1. Resultados Generales de Liderazgo.

Según los resultados generales de los factores organizaciones, los docentes manifiestan que los alumnos son responsables en su mayoría y que se sienten agusto con ello, además que los estudiantes en su mayoría merecen sus respetos. Que consideran que tiene la libertad de cátedra y la flexibilidad dentro del aula, los docentes determinaron que tienen oportunidades de aprendizaje tales como el desarrollo profesional en sus áreas temáticas, están en acuerdo que los estudiantes están motivados. Describen que están de acuerdo que, en la institución, tienen una voz genuina en las decisiones de toda la escuela. Ver gráfico 2.



Gráfica 2. Resultados generales de los factores organizacionales.

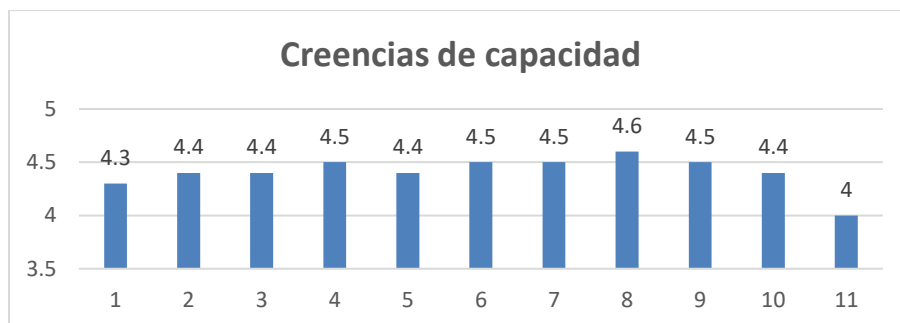
Es importante mencionar que el apartado de metas no está en acuerdo ni en desacuerdo que el departamento tenga visión y metas específicas. Que la dirección general de los departamentos puede o no ser compatibles, considerando en término medio el ser demasiados controladores. Más del 90% de los encuestados están de acuerdo que apoyan las metas del Instituto Tecnológico Superior de Tamazunchale, así como el trabajo realizado para alcanzarlas. Se plasma en el gráfico 3. Resultados generales de las metas.



Gráfica 3. Resultados generales de las metas.

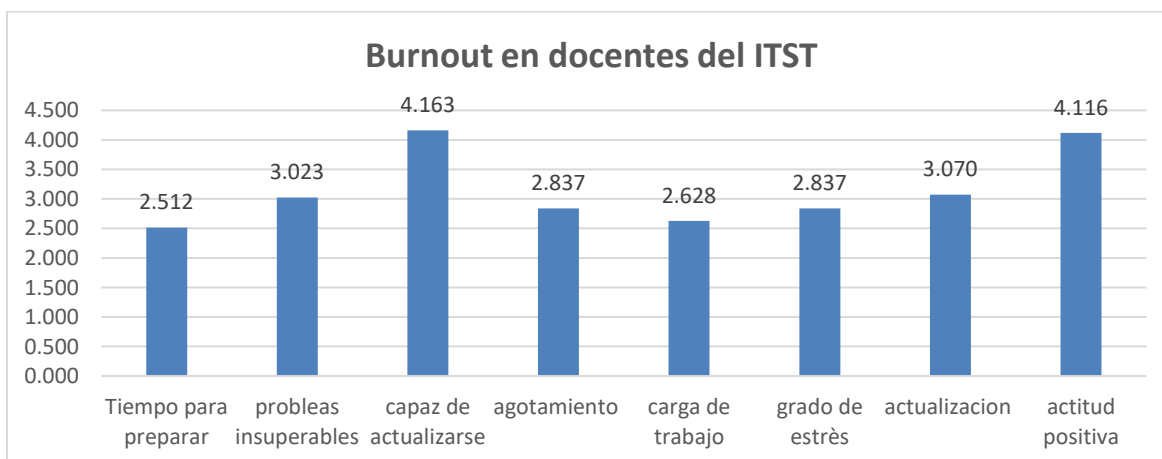
De acuerdo con los encuestados se sabe que están muy de acuerdo en la capacidad que tiene para las actividades que realizan o las que se enfrentan en su quehacer educativo. Ver gráfica 4., como lo es que el docente se siente capaz de su especialidad, que realizan un buen trabajo al enseñar, que con ello ayudan a los estudiantes a alcanzar el éxito, que su trabajo es valioso para la sociedad. Además, se sienten profesionales, que poco más del 34 están de acuerdo, considerándose buen maestro, que eligió bien su carrera, sintiéndose feliz y orgulloso por ello.

Que el 51% de los docentes les importa mucho que los estudiantes crezcan y se desarrollen intelectualmente.



Grafica 4. Resultados generales de las creencias de capacidad.

Solo el 9.3% consideran que sus compañeros de trabajo o colegas se apoyan estando muy acuerdo, mientras que un porcentaje significativo del 30.2% mencionan en acuerdo en estarlo. Así mismo los que además de ser colegas son amigos son un poco más del 23%. Hay compañeros que les reconocen el buen trabajo que hacen los demás en promedio de los encuestados consideran que no están ni en acuerdo ni en desacuerdo con dicha afirmación, de igual forma el que se trabaje o no de una forma amistosa. En cuestión de que se desarrollen cursos para el curriculum la mayoría están en desacuerdo con el 16%. En el departamento se trabaja en conjunto con los programas y cursos, estando ni en acuerdo ni en desacuerdo de forma general. De que reciban algún reconocimiento por hacer bien su trabajo solo el 9.3% lo consideran. El que resuelvan algún detalle con un curso apoyados de sus compañeros, es algo en lo no están ni de acuerdo no en desacuerdo así mismo decir que tengan muchos amigos en el departamento, como el encajar y sentirse que no quieran dejar la Institución. Pero por otro lado en tener una actitud positiva es una afirmación en la que están de acuerdo, al igual que el sentimiento de orgullo de pertenencia. Como se plasma en la gráfica 5.



Grafica 5. Resultados Burnout en los docentes del ITST.

Considerando que en la escala empleada el valor más bajo representa lo menos deseable o dicho de otra manera una mala evaluación: los resultados obtenidos quedarían de la siguiente manera: el factor que se evalúa con un puntaje más bajo es lo al tiempo que los docentes pueden tener para preparar sus actividades, el nivel de agotamiento relacionado también el grado de estrés que esto le puede generar, siendo estos tres factores los principales los que factores que ocasionan el burnout en los docentes. Sin embargo, a pesar de estar en una situación de estrés el personal docente es capaz de actualizarse y asumir una actitud positiva.

## **DISCUSIÓN**

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede conocer cómo se siente el personal docente en relación a los rubros de liderazgo, factores organizacionales, la metas, las creencias de las capacidades y de contexto en relación a la percepción se debe considerar que los años de servicio son variables, además de la formación profesional de cada docente, que el ritmo de trabajo puede influir ya que no todos los docentes juegan los mismo roles, algunos tiene actividades de investigación, otros de gestión administrativa, asesores de asignaturas, tutores grupales e individuales. Considerando que la rotación del personal es con mucha frecuencia, los jefes directos de los docentes son movibles, causando impactos en los quehaceres de los docentes.

Sería conveniente mediar el desempeño laboral con metodologías completas, como de 360 grados, así sería más objetivos los resultados, mejorando en cada departamento que apoyan a la docencia. Además de considerar un plan de escalón para la motivación del personal docente. Pues estos son factores que pueden causar burnout en el docente, por lo cual la búsqueda de estrategias que logre equilibrar el trabajo y la vida personal como prevención de síndrome antes mencionado.

En el caso del burnout éste se presenta debido al poco tiempo que se le asigna al docente para cumplir con sus actividades, lo que origina agotamiento, y percibe una sobrecarga de trabajo.

## CONCLUSIONES

Una vez obtenidos los resultados se puede mencionar que el burnout sí prevalece en los docentes del Instituto Tecnológico Superior de Tamazunchale, por otro lado; la hipótesis establecida referente a: La prevalencia del burnout en los docentes del Instituto Tecnológico Superior de Tamazunchale, S.L.P, se debe a la sobrecarga de trabajo asignada, se rechaza, ya que de acuerdo con los resultados obtenidos el burnout se origina debido al poco tiempo que tiene el docente para cumplir con sus funciones.

Cabe destacar que sienten motivados realizando su trabajo, que son comprometidos con sus departamentos, cumpliendo con las actividades encomendadas, pero que además se siente involucrados en la toma de decisiones. Que más del 50% mencionan que tiene la capacidad profesional para realizar sus actividades. Además, que poco más del 23% tiene el sentimiento de orgullo y pertenencia Institucional; con el contraste del 4.6% que menciona no estar feliz con su especialidad. Por otro lado, el 9.3% está en desacuerdo en apoyar las metas Institucionales. Que el 18.6% cree que existe una brecha entre lo que hace y lo que le gustaría hacer.

## LITERATURA CITADA

- Álvarez, R. F. (2011). El síndrome de burnout: síntomas, causas y medidas de atención en la empresa. *Éxito empresarial*, 160, 1-4.
- Carrillo-Esper, R., Gómez, K., & Espinoza De Los Monteros, I. (2012). Síndrome de burnout en la práctica médica. *Medicina interna de México*, 28(6), 579-584.
- Gil Monte, P. R. (julio, 2001). El síndrome de quemarse por el trabajo (síndrome de burnout): aproximaciones teóricas para su explicación y recomendaciones para la intervención. *Revista PsicologíaCientífica.com*, 3(5), 1-5. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/242114408\\_El\\_sindrome\\_de\\_quemarse\\_por\\_el\\_trabajo\\_sindrome\\_de](https://www.researchgate.net/publication/242114408_El_sindrome_de_quemarse_por_el_trabajo_sindrome_de)
- Gutiérrez Briones, J. A. (2020). Síndrome de burnout y burnout académico: Una revisión de su historia, conceptos e implicancia en América y Europa.
- Esteve, J. M. (2003). *El malestar docente: la tensión entre competencia y centralización*. Graó.

- Lovo, J. (2020). Síndrome de burnout: Un problema moderno. *Entorno*, (70), 110-120.
- Morales Roldán, M. E., & Carrasco, B. (2021). Evaluación de la incidencia y consecuencias del síndrome de Burnout, y propuesta de alternativas que disminuyan los trastornos emocionales, conductuales y psicosomáticos en supervisores del área de producción de una empresa empacadora de camarón de la ciudad de Guayaquil (Doctoral dissertation, ESPOL. FIMCP).
- Olivares-Faúndez, V. (2017). Christina Maslach, comprendiendo el burnout. *Ciencia y trabajo*, 59-62.
- Salomón, S. E., & Valdez, P. R. (2019). Síndrome de burnout en el siglo XXI: ¿Lograremos vencerlo algún día? *Revista Argentina de medicina*, 7(1), S8-S22
- Suda, EY, Coelho, AT, Bertaci, AC y Santos, BBD (2011). Relación entre el estado general de salud, el dolor musculo esquelético y el síndrome de burnout en profesores universitarios. *Fisioterapia e investigación*, 18, 270-274.



## **Análisis del contexto de la organización, gestión de riesgos y oportunidades y formación de estrategias mediante el uso de los modelos de análisis de PORTER, PESTEL, FODA y MAFE**

*Miguel Alfredo Díaz Martínez<sup>1\*</sup>, Reina Verónica Román Salinas<sup>2</sup>, Marco Antonio Díaz Martínez<sup>2</sup>, Patricia Gracia García<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Universidad Yaan, <sup>2</sup>TecNM-Instituto Tecnológico Superior de Pánuco

\*migueldiazing@hotmail.com

### **RESUMEN**

La presente investigación de tipo aplicada busca analizar y determinar el contexto de la organización, la gestión de riesgos y oportunidades, así como el establecimiento de estrategias con el fin de aprovechar las oportunidades y disminuir las amenazas dentro de una organización de servicios de transporte de materiales y carga.

Por lo anterior se analizó y determinó los factores internos y externos de la organización mediante el análisis de los modelos de las cinco fuerzas de PORTER y análisis PESTEL. Para la identificación de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas en la organización se utilizará el análisis FODA. De igual forma permitió a la organización conocer sus riesgos y oportunidades permitiendo identificar y establecer estrategias reales a considerar para que el ciclo de vida de la organización continúe eficientemente sobre la ruta de la mejora continua como organización ante su entorno interno y externo cambiante por el mercado y partes interesadas.

Palabras clave: PORTER, PESTEL, FODA, MAFE.

### **ABSTRACT**

This applied research seeks to analyze and determine the context of the organization, the management of risks and opportunities, as well as the establishment of strategies in order to take advantage of opportunities and reduce threats within an organization of materials transportation services. and load.

Therefore, the internal and external factors of the organization were analyzed and determined through the analysis of PORTER's five forces models and PESTEL analysis. To identify the strengths, opportunities, weaknesses and threats in the organization, the SWOT analysis will be used. Likewise, it allowed the organization to know its risks and opportunities, allowing it to identify and establish real strategies to consider so that the life cycle of the organization continues efficiently on the path of continuous improvement as an organization in the face of its internal and external environment changing by the market. and interested parties.

Keywords: PORTER, PESTEL, FODA, MAFE.

## **INTRODUCCIÓN**

De acuerdo con lo publicado en el 2016 por Strahinja Stojanovic auditor líder certificado en la norma ISO 9001 en la revista 9001 Academy, el contexto de la organización es un nuevo requerimiento en ISO 9001, y básicamente indica que una organización debe considerar las cuestiones internas y externas que pueden impactar a sus objetivos estratégicos y a la planificación del SGC.

El requisito 4 de la norma ISO 9001:2015 Contexto de la organización, solicita a la organización evaluarse, así como identificar y analizar el contexto de la organización. Se necesita establecer el entorno interno y externo de la organización y cómo estos son considerados dentro del SGC. Esto también significa identificar los riesgos y oportunidades relacionadas con el contexto de la organización.

La norma ISO 9001:2015 define al contexto de la organización como:

“El contexto de la organización incluye identificar y determinar las cuestiones externas e internas que son necesarias para sus objetivos como organización, su dirección estratégica, y como afectan a su capacidad para el logro de los resultados planificados dentro de su sistema de gestión de la calidad”. De acuerdo con Iván Torres auditor líder certificado en la norma ISO 9001, en su artículo “El contexto de la organización” en su página online IVE consultores.com en 2020, establece que: una organización está integrada por empleados o trabajadores, en cada organización existirá una política y reglamentos de trabajo, así como existirán áreas o puestos de trabajo para la ejecución

de las actividades, cada organización tendrá una estructura organizacional diferente con distintos niveles jerárquicos y por tanto puede existir una variación en el flujo de la comunicación. Todos estos asuntos o cuestiones son las “cuestiones internas”.

Pero una organización no solamente requiere que se identifique y analice su entorno interno; en una organización existen clientes, proveedores y partes interesadas que nos dan soporte externamente en relación a los productos o servicios para desarrollar nuestras actividades, existe normatividad y requisitos legales a cumplir establecidas por el estado (impuestos, autorizaciones, permisos, licencias, entre otros), además no podemos suponer la situación económica, política y social de nuestro país y que sin duda impacta significativamente la dirección de la organización. Estos asuntos o cuestiones los podemos llamar “cuestiones externas”.

Este estudio establece un mejor modelado para dar cumplimiento al contexto de la organización y es por ello que se propone el siguiente marco de referencia para mejorar el entendimiento del contexto de la organización, identificando las cuestiones internas y externas utilizando el análisis de PORTER y PESTEL, continuando con la identificación de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas mediante el análisis FODA y concluyendo con la matriz MAFE (matriz analítica de formación de estrategias) para completar el contexto de la organización, la identificación de riesgos y oportunidades y el establecimiento de estrategias para aprovechar las oportunidades y disminuir las amenazas dentro del sector de productos o servicios.

## **METODOLOGÍA**

En seguida se describen los modelos a utilizar para determinar el contexto de la organización, la gestión de riesgos y oportunidades y la formación de estrategias.

### **Análisis de PORTER**

De acuerdo con Michaux, Cadiat y Martín (2016) en su libro “Las cinco fuerzas de PORTER: como distanciarse de la competencia con éxito” establece que, en esencia, el trabajo del estratega es comprender y enfrentar la competencia. Sin embargo, la alta dirección suele establecer la competencia de una forma demasiado simple, como si fuera algo que ocurriera sólo entre los competidores directos existentes. La rentabilidad

involucra más que solo a los rivales de un giro de negocio y se considera a cuatro fuerzas competitivas: los competidores, proveedores, clientes y los productos sustitutos.

El impacto que se genera como resultados del análisis de las cinco fuerzas, establece las características de un sector y la competitividad del negocio dentro de un sector. Para comprender la competencia y eficacia de estos elementos, se debe analizar cada sector relacionado con las cinco fuerzas competitivas (ver figura 1).



Figura 1. Cinco fuerzas de Porter.

Las necesidades para establecer las estrategias radican en comprender las fuerzas que caracterizan a la competencia del sector que permitirá desarrollar una estrategia. Todas las organizaciones deberían tener conocimiento de cuál es su utilidad o rentabilidad dentro del mercado que incursionan y los cambios sufridos durante el tiempo.

### **Análisis PESTEL**

Este análisis es una herramienta para determinar los factores del entorno macro de los que depende el crecimiento o impacto negativo de los mercados y las organizaciones. Permite ofrecer valiosa información en referencia al posicionamiento, el potencial y la dirección a adoptar por las organizaciones. El análisis PESTEL permite establecer estrategias, identificar oportunidades y establecer controles ante los riesgos a los que están sujetos. De acuerdo con César Amador Mercado (2022) en su publicación “El análisis de PESTEL”, define cada factor del análisis PESTEL desde la perspectiva política, económica, social, tecnológica, ecológica y legal.

La relación del análisis PESTEL con el PORTER da a conocer el entorno interno de la organización, que permitirá identificar los riesgos organizacionales y establecer las estrategias para su control, mediante el desarrollo de un análisis FODA con toda la información obtenida en los análisis de PORTER y PESTEL. El análisis utilizado por las cinco fuerzas propuestas por Porter arroja información sobre el sector de: mercados, negocio, proveedores y su cadena de suministro, los clientes y los competidores. Los resultados de este análisis dentro de un entorno macro son aceptados.

### **Análisis FODA y matriz MAFE**

El análisis FODA es una herramienta que permite obtener la situación estratégica de una organización. Una vez identificados las fortalezas y debilidades se deben establecer las estrategias necesarias para aprovechar las fortalezas y eliminar o controlar las debilidades identificadas. Las oportunidades son las que se identifican de forma externa, no son controladas por la organización. Las amenazas son aspectos no controlables por la organización, pero representan un impacto negativo o potencial significativo.

Para las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas es necesario establecer estrategias para su atención, prevención y mejora dentro de la organización, con el cual la matriz MAFE “matriz analítica de formación de estrategias” nos dará el apoyo para establecer estas estrategias. Para realizar la identificación del análisis FODA podemos apoyarnos de los resultados que se obtengan en los análisis de PORTER y PESTE.

Una vez efectuada la matriz FODA, la siguiente etapa es realizar una matriz que se deriva de la anterior, la denominada primeramente como MAFE “matriz analítica de formación de estrategias”, desarrollando cuatro tipos de estrategias: las estrategias FO utilizan las fortalezas para maximizar las oportunidades, las DO minimizan las debilidades aprovechando las oportunidades, las estrategias FA utilizan las fortalezas para minimizar o evitar las amenazas y las estrategias DA minimizan las debilidades y evitando las amenazas.

## **RESULTADOS**

El objeto de estudio fue una organización del sector de servicio de transporte de materiales y carga. A continuación, se muestran los resultados obtenidos después de utilizar los modelos de PORTER, PESTEL, FODA y MAFE con el fin de analizar y

determinar el contexto de la organización, la gestión de riesgos y oportunidades, así como el establecimiento de estrategias y aprovechar las oportunidades y disminuir las amenazas dentro de una organización.

### **Análisis de PORTER**

- El poder de los clientes: Todos los clientes llevan buena relación comercial y operativa con la organización el cual permite mantener y aumentar la capacidad de ejecución de los servicios prestados. De igual forma la comunicación, planificación, ejecución y garantías en los resultados esperados por el cliente y el cumplimiento de los requisitos establecidos por el mismo, permite mantener y aumentar la satisfacción del cliente.
- El poder de los proveedores: La organización está comprometida con la gestión de proveedores confiables, para ello se cuenta de manera interna con información documentada para el proceso de compras y la evaluación, seguimiento y reevaluación del desempeño de los proveedores. De igual manera, el proceso interno de compras establece las condiciones de la adquisición de bienes y servicios y mantiene el proceso de negociación de compra con el proveedor de manera segura y confiable.
- La amenaza de nuevos competidores: Existe la posibilidad de que existan nuevos competidores derivado de la naturaleza del mercado en actividades terrestres y costa fuera. De igual forma, derivado de la situación del mercado, el precio de oferta de los servicios es un factor preponderante para permitir la entrada de nuevos competidores en el mercado.
- La amenaza de nuevos productos sustitutos: La industria del transporte puede ser extensa en la gama de vehículos poseen estructuras específicas para las necesidades de los clientes, por lo anterior los productos sustitutos para el servicio de transporte de materiales y carga podría ser en vehículos no destinados de manera formal para el transporte de materiales y carga, que puedan cubrir ciertas necesidades establecidas por el cliente. Los sustitutos impactan sobre la línea de mercado creando variabilidad en los precios y la rentabilidad de las empresas formales. Una de las razones por el cual los clientes eligen sustitutos es por el precio ya sea igual o menor a lo establecido por las empresas formales en el

mercado. También existe la posibilidad de que existan nuevos competidores derivado de la naturaleza del mercado en actividades terrestres y costa fuera. De igual forma derivado de la situación del mercado, el precio de oferta de los servicios es un factor preponderante para permitir la entrada de nuevos competidores en el mercado.

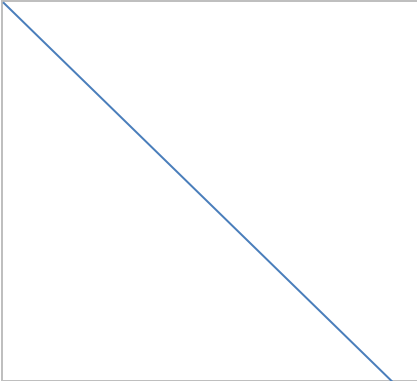
- La rivalidad entre competidores: Es cada vez mayor derivado a que muchos de los competidores adquieren vehículos nuevos de mayor capacidad y diseño el cual permite incursionar en nuevas líneas de mercado o sustituir los servicios de otros competidores por las condiciones de su infraestructura al ser ofertada a los clientes a igual o menor precio.

### Análisis de PESTEL

Político	Económico	Social
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Política monetaria, financiera y fiscal.</li> <li>• Cambios de gobierno.</li> <li>• Movimientos políticos.</li> <li>• Estabilidad del gobierno.</li> <li>• Marco legal laboral en México.</li> <li>• Sanciones de tránsito.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inflación.</li> <li>• Impuestos.</li> <li>• Poder adquisitivo de los clientes.</li> <li>• Crisis económica y financiera.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inseguridad.</li> <li>• Diferentes necesidades de los clientes.</li> <li>• Actitudes y opiniones de los clientes.</li> <li>• Imagen corporativa.</li> </ul>
Tecnológico	Ecología	Legal
<ul style="list-style-type: none"> <li>• GPS en los vehículos.</li> <li>• Nueva infraestructura (vehículos).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manejo de residuos peligrosos.</li> <li>• Políticas medio ambientales.</li> <li>• Control de emisiones de CO2 de los vehículos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Información documentada de la organización.</li> <li>• Regulaciones de la SCT.</li> <li>• Regulaciones de protección civil.</li> <li>• Regulaciones de la STPS.</li> <li>• Regulaciones ante el IMSS.</li> </ul>

Una vez que se determinaron los elementos del análisis PORTER y PESTEL de la organización, es momento de profundizar no solo en el entorno actual de la organización si no a futuro, identificar las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas mediante el análisis FODA, para establecer las estrategias viables necesarias para disminuir o eliminar los riesgos, así como las oportunidades de mejora de la organización mediante la realización de la matriz MAFE.

## Análisis FODA y matriz MAFE

	<p>Lista de <b>FORTALEZAS</b> identificadas</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal especializado competente.</li> <li>• Comunicación y buenas relaciones con los clientes.</li> <li>• Proveedores confiables.</li> <li>• Infraestructura confiable de los vehículos (mantenimiento).</li> </ul>	<p>Lista de <b>DEBILIDADES</b> identificadas</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de vehículos nuevos para aumentar la capacidad de servicios.</li> <li>• No contar con un área comercial para atención de los clientes y la búsqueda de nuevos prospectos de negocio.</li> </ul>
<p>Lista de <b>OPORTUNIDADES</b> identificadas</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Adquisición de vehículos nuevos para aumentar la capacidad de servicios.</li> <li>• Certificación de la norma ISO 9001:2015 para garantizar la calidad de los servicios y la satisfacción del cliente.</li> <li>• Incursionar en el transporte de residuos y materiales peligrosos.</li> </ul>	<p><b>F-O</b></p> <p><b>Estrategia MAX-MAX</b> (estrategias que utilizan las fortalezas para maximizar las oportunidades.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar la viabilidad de la compra de vehículos nuevos o un plan para la sustitución de los vehículos más antiguos.</li> <li>• Certificar la empresa en la norma ISO 9001:2015.</li> <li>• Gestionar los requerimientos para la obtención de los permisos de transporte de residuos y materiales peligrosos.</li> </ul>	<p><b>D-O</b></p> <p><b>Estrategia MIN-MAX</b> (estrategias para minimizar las debilidades aprovechando las oportunidades.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar la viabilidad de considerar un área comercial para dar atención personalizada a los clientes, así como el seguimiento de la satisfacción del cliente.</li> <li>• Ofertar nuevas líneas de negocio tales como: el transporte de residuos y materiales peligrosos.</li> </ul>
<p>Lista de <b>AMENAZAS</b> identificadas</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los competidores ofrezcan vehículos nuevos para adquirir o sustituir servicios con el cliente.</li> <li>• Exceso de tiempo de pago de los clientes.</li> </ul>	<p><b>F-A</b></p> <p><b>Estrategia MAX-MIN</b> (estrategias que utilizan las fortalezas para minimizar las amenazas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Negociar con los clientes menores tiempo de pago o cambios en las líneas de crédito.</li> <li>• Analizar la viabilidad de la compra de vehículos nuevos o un plan para la sustitución de los vehículos más antiguos.</li> </ul>	<p><b>D-A</b></p> <p><b>Estrategia MIN-MIN</b> (estrategias para minimizar las debilidades evitando las amenazas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Crear un área comercial para la atención de clientes, la búsqueda de nuevos prospectos y negociación de los tiempos de pago por parte del cliente.</li> </ul>

Como resultado final de la investigación se obtiene que la organización debe considerar implementar las siguientes estrategias:

- La adquisición de vehículos nuevos para aumentar la capacidad de servicios aparece en tres ocasiones como estrategia a considerar.
- La creación de un área comercial para la comunicación efectiva con los clientes actuales, la búsqueda de nuevos prospectos y negociación de tiempos de pago aparece en dos ocasiones como estrategia a considerar.
- Gestionar los requerimientos para la obtención de los permisos de transporte de residuos y materiales peligrosos y poder ofertar esta línea de negocio a los clientes aparece en dos ocasiones como estrategia a considerar.
- Implementar y certificar la empresa en la norma ISO 9001:2015 “Sistemas de gestión de calidad” con el fin de garantizar la calidad de los servicios, la estandarización de los procesos de planificación, ejecución, seguimiento y medición y termino de los servicios, la satisfacción del cliente y la mejora continua aparece en una ocasión como estrategia a considerar.

## **DISCUSIÓN**

Ponce (2007) destaca que, dentro de las diversas metodologías y técnicas de diagnóstico utilizadas en las organizaciones, la matriz FODA emerge como un instrumento efectivo para evaluar las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas. Se enfatiza el proceso a seguir para su análisis y la derivación de estrategias, lo cual se complementa con la utilización de la matriz MAFE para enriquecer dicho análisis. Los modelos de análisis de Porter, PESTEL, FODA y MAFE son herramientas ampliamente utilizadas en el ámbito de la estrategia empresarial y la toma de decisiones. Combinar estos enfoques puede proporcionar una visión completa y equilibrada para desarrollar estrategias empresariales efectivas y competitivas en un entorno empresarial en constante cambio.

## **CONCLUSIONES**

Este trabajo demuestra la factibilidad y beneficios del uso de los modelos de análisis aquí presentados para determinar los factores internos y externos de la organización, la gestión de riesgos y oportunidades y la formación de estrategias. El análisis del contexto de la organización, la gestión de riesgos y oportunidades tomando como referencia la norma ISO 9001:2015, permite analizar e identificar los factores del entorno

organizacional, los riesgos y oportunidades, así como las estrategias más eficaces para el aprovechamiento de las fortalezas identificadas con el fin de minimizar o eliminar las amenazas detectadas en la organización de servicios transporte de materiales y carga. La experiencia aplicada dentro de la organización permitió fundamentar la información de entrada y salida, así como obtener resultados confiables los modelos de análisis utilizados con la finalidad de buscar la mejora continua de la organización. De igual forma permitió a la organización conocer de manera clara y específica sus condiciones internas y externas, así como sus riesgos y oportunidades y permitió identificar y establecer estrategias reales a considerar para que el ciclo de vida de la organización continúe eficientemente sobre la ruta de la mejora continua como organización ante su entorno interno y externo cambiante por el mercado y partes interesadas.

#### **LITERATURA CITADA**

Jaramillo, E. (2004). Análisis PEST(EL); EADA- Escuela de alta dirección y administración. Disponible en: <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-ricardo-palma/fundamentos-de-la-direccion-de-empresas/analisis-pestel/14536661>

Mercado Amador, Cesar Y. (2022); El análisis de PESTEL. Disponible en: <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/prepa1/article/download/8263/8494/>

Michaux S., Cadiat C., y Bernal M. (2016); Las cinco fuerzas de Porter: Como distanciarse de la competencia con éxito, editorial 50minutos. Disponible en: [https://utecno.files.wordpress.com/2014/05/las\\_5\\_fuerzas\\_competitivas-\\_michael\\_porter-libre.pdf](https://utecno.files.wordpress.com/2014/05/las_5_fuerzas_competitivas-_michael_porter-libre.pdf).

Norma internacional ISO 9001, Sistemas de gestión de la calidad-requisitos, quinta edición 15 de septiembre del 2015, publicado en Suiza.

Ponce H. (2007). La matriz FODA: alternativa de diagnóstico y determinación de estrategias de intervención en diversas organizaciones. Enseñanza e investigación en Psicología. <https://www.redalyc.org/pdf/292/29212108.pdf>.

Stojanovic S. (2022). Como identificar el contexto de la organización en ISO 9001:2015. Disponible en: <https://advisera.com/9001academy/es/knowledgebase/como-identificar-el-contexto-de-la-organizacion-en-iso-90012015/>.

Speth y Serra (2016). El análisis DAFO; Los secretos para fortalecer su negocio, editorial 50minutos. Disponible en: <https://www.studocu.com/co/document/escuela-colombiana-de-ingenieria-julio-garavito/fundamentos-economicos/el-analisis-dafo-christophe-speth/57644138>.

Torres, I. (2022). El contexto de la organización, [como no te lo habían contado]. Ive consultores. Disponible en: <https://iveconsultores.com/contexto-organizacion-iso-9001/>.



## **Implementación de un dashboard de ventas para el desarrollo de estrategias comerciales**

*Mariela Ángeles Sánchez<sup>1\*</sup>, Miriam Edith Galicia Mendiola<sup>1</sup>, Héctor Solís Alvineda<sup>1</sup>, Cirilo Reyes Antonio<sup>1</sup>*  
<sup>1</sup>TecNM-Instituto Tecnológico Superior de Tamazunchale  
\*mariela.as@tamazunchale.tecnm.mx

### **RESUMEN**

El presente trabajo de investigación propone la implementación de un dashboard de ventas para una Mipyme dedicada a la fabricación de velas y veladoras artesanales, a través del cual la gerencia de la MiPyme recolectará, analizará y presentará los datos de una forma eficiente. El objetivo de esta investigación es implementar un dashboard de ventas en excel para la toma de decisiones informadas de esta área, generando un impacto positivo en la gestión de la empresa. La creación del Dashboard de ventas sigue una metodología que consta de 6 etapas: Conocer el negocio, analizar los requerimientos del área de ventas de la empresa, diseño lógico de la base de datos, modelado: es el proceso de documentar un diseño de sistema de software complejo como un diagrama de fácil comprensión, proceso de integración de datos, la implementación del Dashboard de ventas. Con la creación del dashboard se identificaron aspectos importantes para la gestión de la empresa, como lo son: el Top Ten de los mejores clientes, los productos con mayor demanda en el mercado, los periodos con alta y baja demanda, así como el monto anual de ventas y su comparación entre un periodo y otro, lo cual permitirá diseñar estrategias a la medida de la Mipyme.

Palabras clave: Metodología, Mipyme, Dashboard, Base de Datos, Modelado, Top Ten.

### **ABSTRACT**

This research proposes the implementation of a sales dashboard for a Mipyme engaged in candle and artisanal candle manufacturing, through this, the Mipyme management will collect, analyze, and provide data efficiently. This research aims to apply a sales Dashboard on Excel for decision-making in the area, positively impacting the management enterprise. The sales Dashboard creation follows a six-stage methodology:

To know the business, to analyze the company sales area requirements, the logical design of the database, modeling: the process of documenting a complex system design such easy-to-read chart, data integration process, the sales Dashboard implementation. The Dashboard creation identified the main aspects in order to the company management, such as the best clients' top ten, the high-demand products in the market, the high and low-demand periods, the sales annual amount, and its comparison between periods. This will allow to design strategies for the Mipyme as much as possible.

Keywords: Methodology, Mipyme, Dashboard, Data Base, Modeling, Top Ten.

## **INTRODUCCIÓN**

Las Pymes en México de acuerdo con cifras del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) 2021, en México existen 4.2 millones de empresas micro, medianas y pequeñas que aportan el 52% del Producto Interno Bruto (PIB) y generan el 72% del empleo, (Carriedo, 2017). De cada 100 empresas que inician operaciones 34 cierran en el primer año de operación; 60 cierran antes de los cinco años de operación; 28 sobreviven más de 10 años y solo 10 empresas llegan a tener 20 años de operación, (Zamora, 2022). Algunos estudios realizados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi), el Instituto Nacional del Emprendedor (Inadem) y el Banco Nacional de Comercio Exterior (Bancomext), indican que el 40% de las medianas compañías tiene como prioridad buscar mejoras en los procesos para ser competitivas. Algunos de los problemas que presentan son falta de indicadores u objetivos del negocio, planeación deficiente y problemas en la ejecución o fallas en la hipótesis de negocio y oportunidades de mercado, de lo anterior, se deduce que las Pymes no priorizan en la creación del negocio, la gestión de la empresa, enfocándose más a la producción. Sin embargo, podemos darnos cuenta que a través de la correcta dirección mejora la rentabilidad de la misma, apoyándonos en el uso de herramientas de gestión.

## **ANTECEDENTES**

Según (Mazón, y otros, 2017) “la Inteligencia de Negocios (BI) comprende una serie de técnicas y herramientas que ayudan a una organización a consolidar su información y a

analizarla con la suficiente velocidad y precisión para descubrir ventajas y tomar decisiones en beneficio propio”.

Lo más importante que la Mipyme debe tener en cuenta es una buena organización. Actualmente no todas las Mipyme cuentan con un registro de las ventas obtenidas en años anteriores, la mayoría de ellas solo tiene la información por escrito, ya sea en libro diario, libretas, block de notas, entre otros, por lo que es más complicado poder saber de manera clara la situación en la que se encuentra la empresa, si está teniendo pérdidas o ganancias. El no disponer de una herramienta de gestión para monitorear la tendencia de las ventas, puede afectar al momento de establecer estrategias y en la toma de decisiones.

La toma de decisiones ágiles es imperativa en un mundo que constantemente cambia y a la vez almacena mucha información, ante esta constante exigencia de innovación, muchas veces las herramientas de inteligencia pueden optimizar tiempo y reducir la brecha de error humano mediante el hallazgo y aporte de información clave que no tomamos en cuenta por la operatividad diaria en la que estamos involucrados (Rodríguez & Bermeo, 2023). En una empresa se genera una gran cantidad de datos y, en la medida que éstos no se clasifiquen ni se ordenen de una manera sistemática y metodológica, se estará ante un caos de información que, lejos de ayudar en la gestión, la complicará cada vez más.

Para organizar la información del área de ventas de la empresa en estudio se propone el uso de un tablero de comando o Dashboard de ventas que nos ayude a visualizar de manera clara la situación actual de las ventas de la Mipyme y como consecuencia estaríamos en posición de tomar la mejor decisión con base en los datos registrados.

Un Dashboard es una representación gráfica de los principales indicadores (KPI) que intervienen en la consecución de los objetivos de negocio, y que está orientada a la toma de decisiones para optimizar la estrategia de la empresa. Un Dashboard debe transformar los datos en información y está en conocimiento para el negocio. (Elósegui, 2014).

Gran parte de las Mipymes en México son empresas familiares, de acuerdo con (Quejada & Ávila, 2016) se destaca el rol que desempeñan en materia de generación de empleo y riqueza, la continuidad de las Mipymes es entendida como una de las principales dificultades de estas organizaciones, debido a que sus directivos y/o propietarios no

logran separar el papel del núcleo familiar y las decisiones organizacionales de las compañías. En este sentido, las estrategias de internacionalización y profesionalización representan el camino para garantizar la permanencia de las empresas familiares.

Los KPI (Key Performance Indicator) o indicadores claves de gestión, es una medida de desempeño, el cual está ligado con los objetivos en valores porcentuales de la empresa. Mediante el cual busca visualizar el progreso en el proceso de ventas mediante indicadores de rendimiento que le permita analizar y hacer comparativos para cuantificar el grado de cumplimiento de los objetivos establecidos. (Cuevas & Ramírez, 2021)

En este contexto, es importante considerar la importancia que entre más eficiente sea la información de la Mipyme es más factible que la misma permanezca.

Para organizar la información del área de ventas de la empresa podemos valernos de un Dashboard de ventas usando minería de datos. La minería de datos de acuerdo con (Marulanda, López, & Mejía, 2017), definen la minería de datos como “el proceso de descubrir conocimiento útil y entendible, desde grandes bases de datos almacenados en distintos formatos, por medio de modelos inteligibles a partir de los datos”.

Por su parte (Mazón, y otros, 2017) mencionan que para desarrollar la solución de inteligencia de negocio propuesta se contemplan las siguientes cuatro actividades:

1. Análisis de los requerimientos de la empresa objeto de estudio que involucra tareas como: identificación de las preguntas de negocio y establecimiento de los indicadores claves de desempeño y perspectivas.
2. Diseño lógico del Data Warehouse. Esquemas de cada data mart.
3. Proceso de Extracción, Transformación y Carga (ETL) para alimentar el Data Warehouse.
4. Diseño e implementación del dashboard para la gestión de un sistema de soporte de decisiones (SSD).

En el Municipio de Tamazunchale, S.L.P. la mayor parte de las MiPymes, son empresas familiares en las que la administración se realiza de acuerdo con el conocimiento empírico de la misma, generalmente el dueño del negocio o algún familiar es quien cuenta con este conocimiento y al ausentarse dificulta la continuidad de este e incluso puede provocar que la Mipyme desaparezca.

Las grandes corporaciones cuentan con sistemas de inteligencia de negocios que les permiten anticiparse a los posibles escenarios ante los cambios de demanda de sus productos o servicios, dándoles la oportunidad de reaccionar con estrategias bien planeadas ante una situación catastrófica, que les permiten mantenerse en el mercado. Las Mipymes, por el contrario, en su mayoría no cuentan con estas herramientas que son muy necesarias para la toma de decisiones informadas. Ante este panorama, la propuesta se justifica debido a que, al implementar el dashboard de ventas en la empresa de velas y veladoras, le permitirá al propietario realizar un análisis de las ventas históricas de la empresa, conocer las tendencias de sus productos y de este modo realizar estrategias que tengan un impacto positivo en la rentabilidad del negocio.

El objetivo de esta investigación es implementar un dashboard de ventas en excel que permita el análisis histórico de las ventas de la empresa objeto de estudio para la toma de decisiones informadas de esta área, generando un impacto positivo en la gestión de la empresa. Por lo que la hipótesis de investigación es: La empresa no cuenta con una herramienta de análisis de sus ventas que le permita diseñar estrategias de venta pertinentes para tomar decisiones basadas en el análisis de los datos, ya que, la toma de decisiones se realiza de forma empírica.

## **METODOLOGÍA**

El caso de estudio que se analiza es de una Mipyme que se enfoca en el sector comercio, debido a que es la actividad económica más importante en el Municipio de Tamazunchale S.L.P. es por esto que hemos concentrado nuestra atención en una empresa dedicada a la comercialización de velas y veladoras artesanales, la cual desea tener la información de sus ventas registradas en una base de datos ya que actualmente la manejan en un bloc de notas y en libretas, por lo cual es complicado realizar un análisis de la mismas y con ello dificulta la generación de estrategias oportunas para la empresa.

El enfoque de la investigación se basa en un enfoque mixto porque utiliza técnicas cualitativas y cuantitativas para la recolección y análisis de datos.

La metodología que se siguió para realizar el dashboard de ventas de la empresa consta de 6 pasos, los cuales se mencionan a continuación:

- 1.- Conocer el negocio: en esta etapa se diseña un instrumento para obtener la información de los procesos de la Mipyme vinculadas al área de ventas.
- 2.- Analizar los requerimientos del área de ventas de la empresa: con base en ello poder determinar los indicadores clave de desempeño y sus metas.
- 3.- Diseño Lógico del almacén de datos (data warehouse). Se realiza el análisis de los sistemas de procesamiento transaccional (OLTP's), son los sistemas operacionales que capturan las transacciones de un negocio y persisten en estructuras relacionadas llamadas Bases de Datos.
- 4.- Modelado: es el proceso de documentar un diseño de sistema de software complejo como un diagrama de fácil comprensión, usando texto y símbolos para representar la forma en que los datos necesitan fluir. El diagrama se puede utilizar como una guía para la construcción del dashboard de ventas.

Construir los siguientes modelos:

- Modelo de Datos: Modelo Conceptual

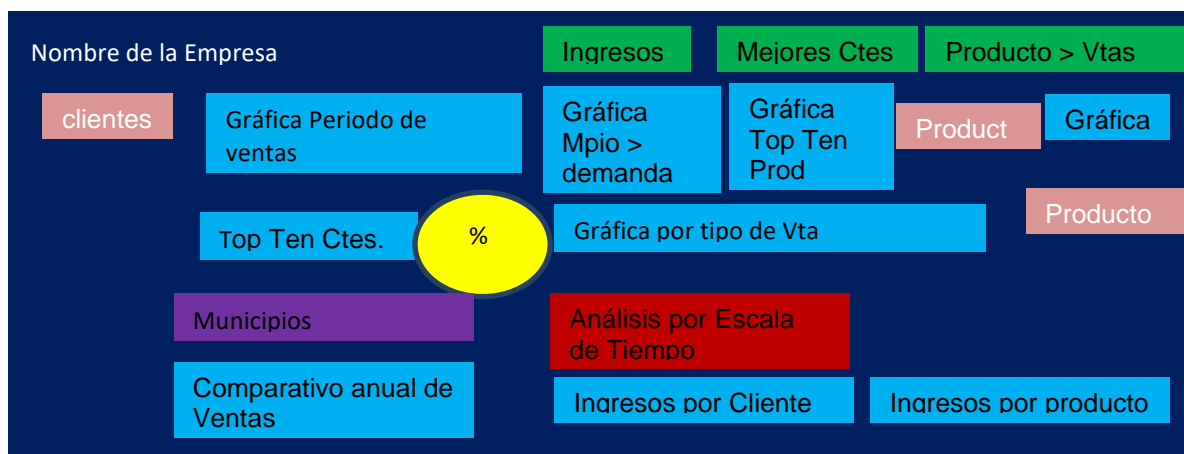


Figura 1. Modelo Conceptual.

- Modelo Dimensional de Base de Datos

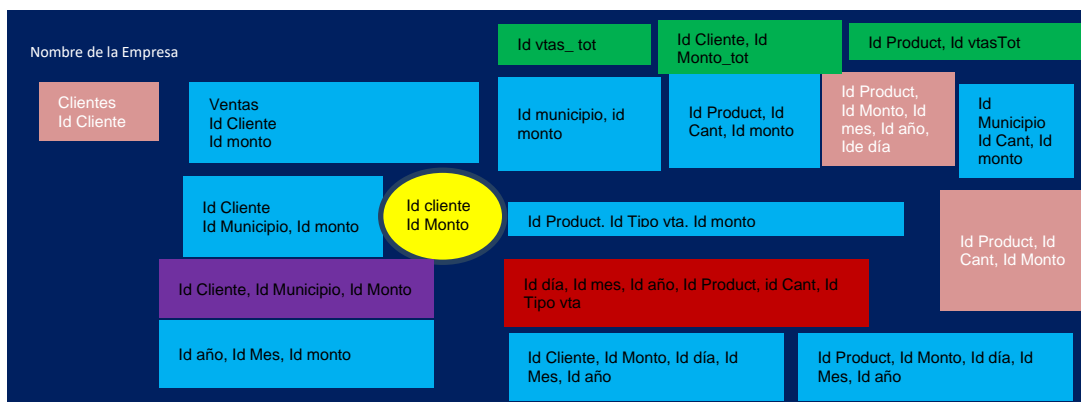


Figura 2. Modelo Dimensional de Base de Datos

5.-Proceso de integración de datos o ETL (Extracción, transformación y carga): se recolectan los datos de las fuentes que el empresario maneje. Capturar las ventas correspondientes a los ciclos de comercio establecidos por la empresa. Elaborar y normalizar la base de datos como base para generar el dashboard de ventas que muestre la efectividad comercial de la empresa.

6.-La implementación del Dashboard de ventas para el soporte de la toma de decisiones. Una vez terminado el dashboard de ventas se analiza la información y se interpreta para poder generar las estrategias necesarias y corregir el rumbo de la empresa.

**RESULTADOS**

A través de la creación del dashboard se logró identificar aspectos importantes para la gestión de la empresa, como lo son: el Top Ten de los mejores clientes, los productos con mayor demanda en el mercado, los periodos con alta y baja demanda, así como el monto anual de ventas y su comparación entre años. Tomando como base lo anterior, se generaron las estrategias de venta en cada uno de los indicadores analizados para mejorar la rentabilidad y el posicionamiento de la empresa.

Al identificar el Top Ten de los mejores clientes nos dimos cuenta que las compras que estos clientes realizan representan más del 70% de los ingresos de la empresa, al tener identificados sus nombres se elaboraron estrategias de retención de clientes. De un total de 130 productos, 4 de ellos representan el 66% de los ingresos por venta. Se realizan

estrategias para incrementar la venta del resto de los productos con menor demanda, tal es el caso de la innovación en el diseño y mejora de la calidad de los productos.

Los meses con baja demanda que se identificaron son: enero y febrero; las estrategias que se plantearon tienen que ver con la posibilidad de asistir a exposiciones de productos en diferentes regiones del país y retomar la visita a los clientes en sus establecimientos sin esperar a que ellos asistan al negocio.

Se detectan los municipios donde se tiene menos presencia, determinando implementar una campaña promocional en redes sociales y en estos municipios para dar a conocer los productos incrementando la demanda. Esto se dio a conocer con base a los resultados arrojados por los gráficos que integran el dashboard de ventas, en los cuales se puede observar los datos estadísticos analizados. En la Figura 3, se representa el dashboard de ventas finalizado.

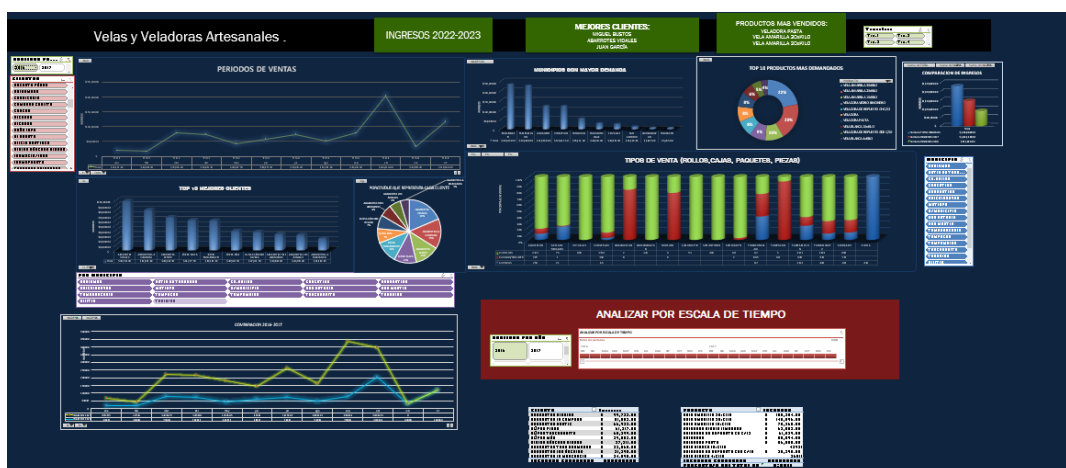


Figura 3. Dashboard de ventas.

## DISCUSIÓN

En esta investigación se presentan los pasos que se siguieron para implementar un dashboard de ventas en Excel de acuerdo a la naturaleza y tamaño de la empresa. Para generar la base de datos se tomó en consideración la información de las ventas que genera la empresa, con el objetivo de satisfacer las necesidades principales de la misma, cabe hacer mención que se han realizado estudios de investigación en los cuales se ha implementado el Dashboard como herramienta de gestión considerando las cuatro perspectivas: la financiera, los clientes, los procesos internos y aprendizaje y crecimiento.

De acuerdo con (Rodríguez J. , 2022) en el mercado existen muchas herramientas para el análisis de datos, algunas muy costosas, lo que las hace inalcanzables para las PYMES. Algunas otras herramientas tienen versiones libres y gratuitas, pero hay poca información de cómo usarlas e incluso poca disponibilidad de tutoriales o foros de ayuda. Excel es una herramienta que en la mayoría de las veces viene instalado en las computadoras que se venden comúnmente. El autor plantea el desarrollo de un cuadro de mando para el análisis y visualización de datos con segmentación de información usando Excel y como complemento Power Query para archivos mayores 1,048,576 filas. La implementación de esta herramienta tiene varios beneficios para la empresa, uno de ellos es que su manejo es más simple, sencillo y fácil, lo cual se debe a que la combinación de la tecnología con la estadística permite que la gestión de la empresa sea más factible.

La aplicación exclusiva de un dashboard de ventas nos permite hacer un análisis minucioso de este indicador logrando con ello generar propuestas y/o estrategias sobre las ventas, el crecimiento del mercado, el marketing e incluso capacitación del personal. El análisis de las ventas de una empresa permite el crecimiento de su cartera de clientes y su rentabilidad, en la mayoría de los casos se aplica esta herramienta para otros indicadores no menos importantes pero que sin embargo están en correlación intensa con las variables de cantidad y monto de las ventas.

## **CONCLUSIONES**

Se llega a la conclusión de que la implementación de un dashboard de ventas en la empresa objeto de estudio cumplió con el objetivo principal del proyecto.

De acuerdo al análisis estadístico de las ventas de la empresa se realiza la recomendación al propietario de la mipyme de tener actualizados sus registros, tomando en cuenta la definición correcta de los nombres de los productos, así como de los clientes, de tal forma que no genere ambigüedades en los campos para alimentar la base de datos y de esta manera poder dar seguimiento a las estrategias de venta que se plantean, del mismo modo poder determinar áreas de mejora. Con la información que se obtiene del dashboard de ventas se determinaron las estrategias para considerar la expansión de mercado. Se atienden las necesidades prioritarias de los clientes, tomando en cuenta los

periodos de alta demanda de acuerdo con el histórico de compras por cliente. Se establece una política de otorgamiento de crédito a los clientes de acuerdo con su historial de compra. Para mejorar el posicionamiento de la empresa se consideran innovaciones en el diseño de sus productos, se optimiza el suministro de materias primas e inventario, así como se considera la implementación de nuevas tecnologías para dar a conocer los productos a otros segmentos del mercado.

La presente investigación permite que el dashboard de ventas sea aplicado a otras mipymes del sector comercial, para dar seguimiento a sus ventas y generar estrategias a la medida del negocio.

## LITERATURA CITADA

- Carriedo, C. (11 de Abril de 2017). *FORBES*. Obtenido de <https://www.forbes.com.mx/pymes-mexicanas-y-su-estrategia-para-2017/>
- Cuevas, R., & Ramírez, H. (2021). Implementación de un Dashboard para el apoyo en la toma de decisiones en el sector privado en distribución de maquinaria y materia prima para productos de panificación. *Revista Ibérica de Sistemas y Tecnologías de Información*, 103-112.
- Elósegui, T. (27 de 10 de 2014). *tristanelosegui*. Obtenido de <https://tristanelosegui.com/2014/10/27/que-es-y-para-que-sirve-un-dashboard/>
- Marulanda, C., López, M., & Mejía, M. (2017). Minería de datos en gestión del conocimiento de pymes de Colombia. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, 224-237.
- Mazón, B., Rivas, W., Pinta, M., Mosquera, A., Astudillo, L., GALlegos, H., & Piedra, B. (1 de Junio de 2017). Dashboard para el soporte de decisiones en una empresa del sector minero. Machala, El Oro, Ecuador.
- Quejada, R., & Ávila, J. (2016). Empresas familiares: Conceptos, teorías y estructuras. *Revista FAN*, 149-158.
- Rodríguez, J. (2022). Excel como herramienta de analítica empresarial. *Actas del VII Congreso de Investigación, Desarrollo e Innovación de la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología*, 175-180.

Rodríguez, J., & Bermeo, A. (2023). Análisis de datos profundo mediante herramienta de inteligencia artificial para la generación de un Dashbaord Gerencial. *Sapientia TECHNOLOGICAL Revista científica.*, 1-20.

Zamora, I. (11 de Abril de 2022). *FORBES*. Obtenido de <https://www.forbes.com.mx/red-forbes-fortalecer-a-las-pymes-el-impulso-para-la-reactivacion-economica/>



## **Diseño y desarrollo de un dispositivo controlador de energía eléctrica**

*Elizabeth Pérez Arteaga<sup>1\*</sup>, Juan Jesús Pérez Arteaga<sup>1</sup>, Juan Carlos Ramírez Vázquez<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>TecNM-Instituto Tecnológico Superior de Pánuco

\*elizabeth.perez@itspanuco.edu.mx

### **RESUMEN**

El objetivo de la presente investigación es crear un sistema electrónico que permita el ahorro de consumo de energía eléctrica, por medio de un contacto eléctrico y/o apagador inteligente, donde se pueda determinar el tiempo de uso de la electricidad, implementando a su vez el uso de diseños ergonómicos que facilite su manejo y comodidad.

Palabras claves: ahorro de consumo, configuración por temporización, diseño ergonómico.

### **ABSTRACT**

The objective of this present research is to create an electronic system that allows saving electrical energy consumption, through an electrical contact and/or intelligent switch, where the time of electricity use can be determined, implementing in turn the Use of ergonomic designs that facilitate handling and comfort.

Keywords: consumption savings, timing configuration, ergonomic design.

### **INTRODUCCIÓN**

La energía eléctrica es primordial en las compañías (Berenguer Ungaro y otros, 2018). Verificar el gasto sin control de la electricidad es de vital importancia actualmente en las industrias, entidades y viviendas. Principalmente se busca economizar la energía como rasgo fundamental, sin descuidar el medio ambiente. La innovación crece rápidamente en los aparatos eléctricos y electrónicos mejorando la eficiencia de consumo eléctrico sin arriesgar su operatividad.

Con el adelanto industrial y una demanda desenfrenada creciente de los ciudadanos debido a las tecnologías recientes y de servicios presentes. Generan una mala educación en el uso de energéticos (Hernández y otros, 2016). Por ello la iniciativa de crear conciencia entre la población que usan los servicios de la electricidad, permitiendo un descenso en los cobros después de aplicar una educación del ahorro en compañías y viviendas.

La energía eléctrica es y seguirá siendo esencialmente, la principal fuente de energía dentro de los hogares. Ya que es ampliamente implementada para la operación de aparatos eléctricos y electrónicos aumentando la comodidad y la naturaleza de vida dentro de las comunidades. (Morales Ramírez y otros, Scielo, 2021). Siendo una mejora dentro de la tecnología como una respuesta al mantenimiento de los recursos, Algunos autores mencionan como una problemática la costumbre en el uso de energía eléctrica, por tal motivo se consideran a las viviendas, compañías y organizaciones conjuntan agrupaciones implementando técnicas de ahorro y uso de la electricidad.

Es ampliamente conocido que, dependiendo los tipos y formas de generación de energía eléctrica de un país, estos se encuentran muy relacionados al desarrollo del mismo. (Ramos Gutiérrez & Montenegro Frago, 2012). El uso óptimo de la energía eléctrica proviene de hacer un adecuado y controlado consumo efectivo de la misma, en dispositivos y sistemas eléctricos. Este ahorro está involucrado a una cultura de cuidados en la energía como: desconexión de equipos eléctricos y adaptaciones en viviendas en su estructura, mejorando eficientemente la manipulación de la electricidad. (Morales Ramírez y otros, Scielo, 2021).

Es por ello que, la implementación de Dispositivos Controladores de Energía Eléctrica (DICEEL), dentro del hogar, empresas u organizaciones; se presentan como sistemas con menor consumo en su funcionamiento, ergonómicos y de fácil instalación.

En relación a la energía reactiva consumida, el recibo de la compañía eléctrica muestra una disminución de consumos, hasta los parámetros permitidos por normatividades, su reducción está relacionada con el óptimo funcionamiento de los dispositivos eléctricos y electrónicos; logrando un mejor uso de la electricidad pagada.

Este sistema-prototipo DICEEL, de bajo costo, hace referencia a un dispositivo que ofrece un mejor control del consumo eléctrico ya que, terminado su tiempo programado para suministro eléctrico, se pasa a un estado de bajo consumo, contribuyendo a una disminución en la facturación eléctrica. Importante es recordar, que las organizaciones deben buscar de forma sistemática una mejora del desempeño energético. (Secretaría de Economía, 2020)

Se pueden establecer diferentes alternativas y criterios de forma sencilla para generar ahorro energético. (Aguer y otros, 2004).

## METODOLOGÍA

El prototipo desarrollado está integrado por una tarjeta Arduino Uno, un módulo Bluetooth HC-06, un módulo relevador de 1 canal a 5V, una pantalla LCD 16X2 con Módulo I2C, un adaptador para cable de alimentación eléctrica, un contacto dúplex (2 polos, 3 hilos), un convertidor AC-DC 110V a 5V. Todos los elementos se montaron en una caja chalupa de 10cm x 10cm x 3.8cm. Al Arduino son interconectados dichos elementos como se muestra en la figura 1.

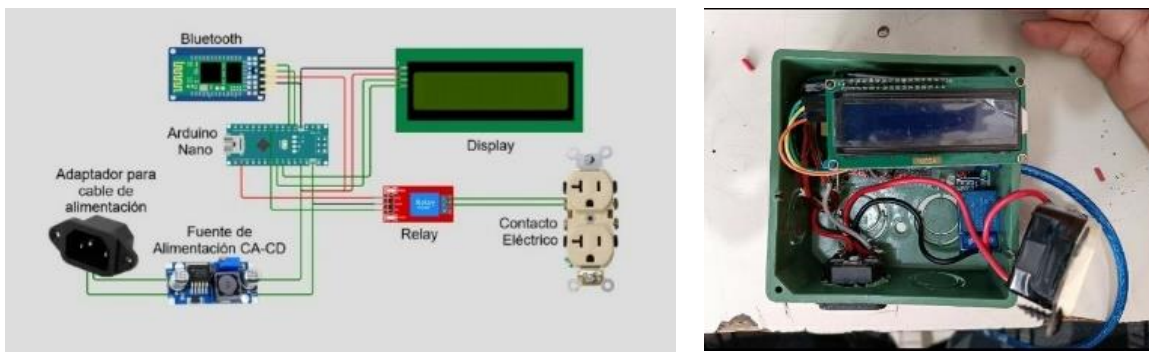


Figura 1.- Diagrama y ensamble del dispositivo, fuente propia.

El dispositivo es programado a través del IDE de Arduino, configurado el módulo bluetooth y demás elementos, figura 2. Por otra parte, la aplicación (App) es desarrollada en MIT App Inventor y habilitada en un dispositivo móvil. Con dicha App es posible configurar el tiempo de activación y por ende de suministro eléctrico presente en la salida del contacto, figura 3.

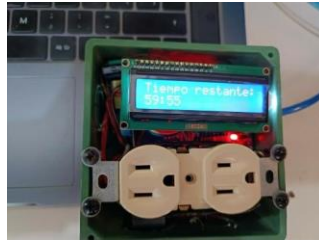


Figura 2.- Programación del prototipo, fuente propia.



Figura 3.- Captura de pantalla de App, fuente propia.

## **RESULTADOS**

El sistema DICEEL, una vez configurado en su tiempo de activación y habilitado para operar, permite suministro de energía eléctrica para dispositivos con un consumo de 110Vac y 10A máximos, figura 4. Las pruebas realizadas brindaron un 100% de confiabilidad en que se desactiva en el tiempo fijado y no hay otro consumo salvo el del propio sistema como se describe anteriormente.

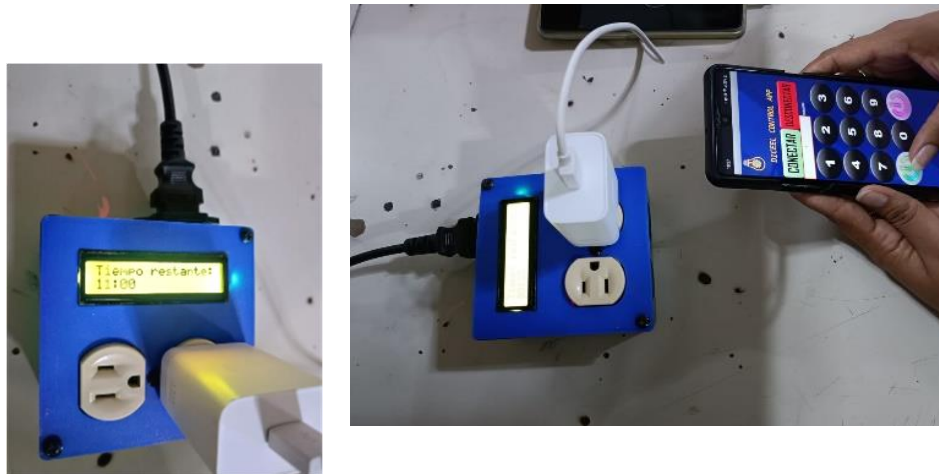


Figura 4.- Configuración de dispositivo y enlace con App, fuente propia.

Posteriormente el prototipo fue testado en equipos que se pueden encontrar en otros segmentos de mercado, como empresas, organizaciones, escuelas, hospitales y hogares espacios que están preocupados tener un mejor control del consumo de energía eléctrica en sus instalaciones, figura 5.



Figura 5. Segmentación de mercado, fuente propia.

## DISCUSIÓN

En el mercado existen sistemas similares y con costos en algunos casos más elevados y en otros de costo inferior; pero lo que esta propuesta presenta diferente a los demás es que no depende de otros servicios extra, como pueden ser la necesidad de red telefónica inalámbrica, o de equipos de tipo industrial, entre otros. (Buendia Paitampoma, 2018)

## CONCLUSIONES

El prototipo se presenta como una herramienta para lograr ahorro de energía eléctrica de dispositivos eléctricos y/o electrónicos que, por ejemplo, cuenten con baterías recargables y en ocasiones por olvido de los usuarios, se quedan conectados a la red eléctrica y siguen consumiendo energía; aun después de haber alcanzado su 100% de carga. O simplemente permite a los usuarios tener un control de tiempo de operación de diferentes equipos conectados a este sistema.

## LITERATURA CITADA

- Aguer, M., Jutglar, L., Miranda, Á. L., & Rufes, P. (2004). *El ahorro energético, Estudios de viabilidad económica*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, S.A.
- Berenguer Ungaro, M. R., Hernández Rodríguez, N. R., & Conde García, R. E. (2018). *Scielo*. Obtenido de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1815-59012018000100009&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59012018000100009&lng=es&tlng=es).
- Buendia Paitampoma, F. H. (2018). *Diseño De Un Sistema Automatizado Mediante Controlador Lógico Programable Siemens Logo 230RCE, Para El Ahorro De Energía Eléctrica, En El Instituto Privado Toulouse Lautrec S.A.C, Santiago De Surco – Lima*. Lima: Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur. Obtenido de <https://repositorio.untels.edu.pe/jspui/handle/123456789/487>
- Ezquerro Pizá, P. (1988). *Dispositivos y sistemas para ahorro de energía*. Barcelona : MARCOMBO, S.A.
- Flores Díaz, L., & Jáuregui Nares, I. (Julio de 2020). *Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía Eléctrica (CONUEE)*. Recuperado el 11 de septiembre de 2022, de Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía Eléctrica (CONUEE): [https://www.conuee.gob.mx/transparencia/boletines/SGEn/manuales/Guia\\_ISO\\_50001\\_2018\\_paginas\\_web1.pdf](https://www.conuee.gob.mx/transparencia/boletines/SGEn/manuales/Guia_ISO_50001_2018_paginas_web1.pdf)
- Hernández, J. C., Pinto, Á. D., & González, J. A. (2016). Nuevas estrategias para un plan de uso eficiente de la energía eléctrica. *Redalyc*, 2-3.

*Instituto Mexicano De La Propiedad Industrial* . (30 de Mayo de 2023). Obtenido de Instituto Mexicano De La Propiedad Industrial :  
<https://www.gob.mx/imp/acciones-y-programas/conoce-el-imp-que-es-el-imp>

Morales Ramírez, D., Alvarado Lagunas, E., & Gonzáles Del Ángel, L. J. (30 de Julio de 2021). *Scielo*. Obtenido de Scielo:  
[https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0186-72102021000200533](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-72102021000200533)

Morales Ramírez, D., Alvarado Lagunas, E., & González Del Ángel, L. J. (2020). Disposición al ahorro de energía eléctrica en los hogares de México. *Redalyc.org*, 2-3. Obtenido de Redalyc.

*NQA Organismo de certificación global*. (2015). Obtenido de NQA Organismo de certificación global: <https://www.nqa.com/es-mx/certification/standards/iso-50001>

Ramos Gutiérrez, L. D., & Montenegro Fragoso, M. (4 de Octubre de 2012). *Redalyc*. Obtenido de Tecnología y Ciencias del Agua:  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=353531979012>

Secretaría de Economía. (07 de 02 de 2020). *NMX-J-SSA-50001-ANCE-IMNC-2019*. Obtenido de  
[https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5585826&fecha=07/02/2020#gsc.tab=0](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5585826&fecha=07/02/2020#gsc.tab=0)



## **Diseño de un sistema integral LoRa-IoT para el monitoreo de consumo de energía eléctrica en un inmueble**

*Fernando Ríos Cortés<sup>1\*</sup>, Víctor Hugo Pérez Concha<sup>1</sup>, Mario Alberto García Martínez<sup>1</sup>, Salomón Jorge Hernández Breton<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>TecNM Campus Orizaba

\*fernando.rc@orizaba.tecnm.mx

### **RESUMEN**

El presente documento describe el diseño de un sistema integral basado en un conjunto de sensores para la obtención de valores de corriente y voltaje monofásico relacionados al consumo de un dispositivo, una red LoRa (Long Range) para el envío de la información obtenida y una aplicación web donde el usuario puede consultar de forma fácil y certera por medio de un dispositivo de tipo “smart”, las variaciones, gasto específico y total de energía eléctrica en un inmueble. Se destacan la capacidad de LoRa para transmitir datos a larga distancia con bajo consumo de energía, lo que lo hace adecuado para aplicaciones de monitoreo de energía. Además, se discuten los beneficios de la monitorización en tiempo real y la capacidad de análisis de datos para la gestión eficiente de la energía en el inmueble. En conclusión, se presenta una solución innovadora para el monitoreo de gasto de energía eléctrica en edificios mediante la implementación de tecnologías LoRa-IoT.

Palabras claves: servidor propietario, redes LoRaWAN, datos adaptivos.

### **ABSTRACT**

This document describes the design of a comprehensive system based on a set of sensors to obtain single-phase current and voltage values related to the consumption of a device, a LoRa (Long Range) network for sending the information obtained and an application website where the user can easily and accurately consult, through a “smart” type device, the variations, specific and total expenditure of electrical energy in a property. They highlight LoRa's ability to transmit data over long distances with low power

consumption, making it suitable for energy monitoring applications. Additionally, the benefits of real-time data monitoring and analysis capabilities for efficient property energy management are discussed. In conclusion, an innovative solution is presented for monitoring electrical energy expenditure in buildings through the implementation of LoRa-IoT technologies.

Keywords: proprietary server, LoRaWAN networks, adaptive data.

## INTRODUCCIÓN

La eficiencia energética y la gestión responsable de la energía eléctrica son cuestiones fundamentales en la actualidad, dada la creciente demanda de electricidad y la necesidad de reducir el impacto ambiental. En este contexto, la monitorización del consumo de energía en edificios se ha convertido en una práctica esencial para identificar oportunidades de ahorro, mejorar la sostenibilidad y reducir los costos operativos. En este artículo, presentamos el diseño de un sistema integral basado en la tecnología LoRa (Long-Range) y el Internet de las Cosas (IoT) para abordar este desafío mediante el monitoreo de gasto de energía eléctrica en un inmueble. Debemos mencionar que: “LoRa y LoRaWAN no son lo mismo. LoRa es un esquema de modulación de espectro ensanchado, siendo una capa física de implementación y es independiente de las implementaciones de capa superior. Su principal ventaja radica en la capacidad de largo alcance.” ( Moya, 2018, p 6.)

Como antecedentes se tienen los trabajos realizados por Haro, V. (2019) **Implementación de un sistema de monitoreo y control automático de riego para invernaderos mediante tecnología lora con esp32**, donde se exponen la ventaja de la interfaz entre un radio Lora y un dispositivo de tipo SOC(System on Chip), Correles, B. (2021) **Diseño de un módulo de medición inteligente para la lectura del consumo de energía eléctrica mediante tecnología LORA en la fábrica de muebles Jessica**, donde se realiza el monitoreo del gasto de energía por medio de radios LoRa en las maquinarias usadas para la elaboración de muebles, Canchignia, G. (2023) **Implementación de un sistema de telemetría para el monitoreo y gestión de consumo de energía eléctrica para el prototipo shell-eco marathon de la ups sede**

**Quito, Campus Sur**, donde se aplica el monitoreo remoto de eficiencia energética en los motores de un vehículo por medio de radios LoRa, Bryan, B. (2021), **Sistema de monitoreo inteligente de consumo de energía eléctrica (smart metering) con tecnología lora para hogares en la ciudad de Ambato**, se plantea de igual forma el monitoreo de energía eléctrica en inmuebles, pero no se desarrolla un prototipo ni una red basada en múltiples nodos, por último se puede citar el trabajo de Flores, Richard(2018) **AHORRO ENERGÉTICO EN ALUMBRADO PÚBLICO CON EL DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DE SISTEMA DE TELEGESTIÓN REMOTO PARA LÁMPARAS TIPO LED DE LA EMPRESA ELÉCTRICA EMELNORTE S.A.** donde se diseñó una red de supervisión de gasto de energía mediante radios digitales ZIGBEE, aunque el alcance del mismo fue muy reducido.

El sistema propuesto se distingue por su capacidad para recopilar datos de consumo de energía de manera eficiente y remota, permitiendo a los administradores de edificios y propietarios tener una visión precisa y en tiempo real del consumo eléctrico. La combinación de LoRa, que ofrece comunicaciones a larga distancia con un bajo consumo de energía, y la conectividad IoT, que permite la adquisición y transmisión de datos de sensores de manera automatizada, promete una solución innovadora para el monitoreo de la energía eléctrica.

En las secciones siguientes, detallaremos la arquitectura y el funcionamiento del sistema, así como los beneficios que ofrece en términos de optimización del uso de la energía y la capacidad de análisis de datos para una gestión más efectiva.

## **METODOLOGÍA**

Para dar una idea básica que permita comprender el diseño e implantación del sistema integral que nos permitió el sensado, la transmisión de dos variables (corriente y voltaje monofásico) y la presentación de los resultados en una aplicación WEB se presenta el siguiente diagrama conceptual de este sistema (véase figura 1).

Como puede observarse el diseño está basado en tres servicios o plataformas, los cuales se describen a continuación:

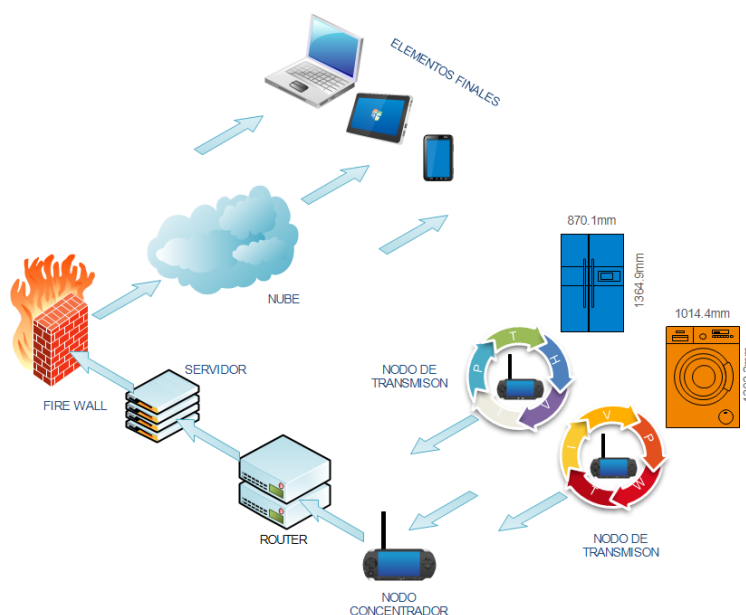


Figura 1. Diseño de la red LoRaWAN multivariable.

- Plataforma primaria o de adquisición de datos:** la cual está conformada por los sensores de corriente y voltaje en C.A. y la primera capa de la red LoRaWAN la cual está conformada por los nodos de transmisión primarios (para esta topología no existen los nodos 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. “Una característica importante de LoRa es la flexibilidad que le proporciona tener una Tasa de Datos Adaptativa o Adaptive Data Rate (ADR),” (Gómez, 2017, p13).
- Plataforma secundaria o GATEWAY:** conformado por los dispositivos concentradores los cuales están 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. Estos realizan la normalización de las variables (corriente y voltaje) y los transmiten al servidor propietario o dedicado los cuales son “ encargados de la recepción y procesamiento de la información que proviene de los dispositivos finales así como de la gestión y configuración de la red y los dispositivosfinales.” (Ordoñez, 2017)

- **Plataforma final o de aplicación IOT:** es el conformado por los elementos finales de tipo Smart, los cuales están conectados a una red remota asociados a una dirección IP.

Como puede observarse la topología de la res LoRaWAN es básica, esto debido a la limitante de radios digitales que se cantaba en ese momento para realizar las pruebas a nivel monofásico.

Los radios lora que se seleccionaron para la realización de las pruebas fueron los de capacidad de enlace a corto y mediano alcance a continuación se muestran algunas de sus características funcionales:

### **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: SOC (System on Chip)ESP32 S2.
- Antena con ganancia promedio a 2Dbi e interfaz IPX / IPEX
- Interfaz para carga de baterías litio, corriente máxima de carga: 500 mA.

“LoRa está diseñado para manejar una velocidad de datos variables, permitiendo tolerar factores de dispersión ortogonales. Esto permite al sistema poder controlar la velocidad de datos por el rango o potencia, permitiendo buscar la configuración óptima que se adapte al rendimiento de la red en un ancho de banda constante”. (Mejía, 2021,11).

Por otro lado, los dispositivos para la obtención de corriente y voltaje monofásico a la carga son:

### **Allegro® ACS712ELECT-5A-T**

Allegro ACS712 es un sensor de efecto Hall diseñado para medir corriente eléctrica de forma precisa y con baja resistencia de conducción. El sensor utiliza el efecto Hall para medir el campo magnético generado por la corriente que fluye a través de un conductor, este principio permite una medición precisa y sin contacto de la corriente. Proporciona una salida analógica proporcional a la corriente medida, esto facilita la interfaz con

microcontroladores y otros dispositivos electrónicos para el procesamiento de la señal. Además, el sensor presenta una baja resistencia en el flujo de corriente, minimizando la pérdida de energía y la generación de calor, también incluye características de compensación de temperatura para garantizar mediciones precisas en diversas condiciones ambientales.

El sensor Allegro® ACS712ELECT-5A-T tiene algunas características específicas que pueden ofrecer ventajas en ciertos escenarios en comparación con otros sensores de corriente, se presentan a continuación algunas de las ventajas por las que se eligió este tipo de sensor:

- **Bajo costo:** Los sensores de corriente Allegro ACS712, en general, suelen ser relativamente económicos, lo que los hace atractivos para aplicaciones donde el costo es un factor importante.
- **Protección contra picos de corriente:** Algunos modelos de la serie ACS712 incluyen funciones de protección contra sobre corriente, lo que puede aumentar la durabilidad y la fiabilidad del sensor en entornos donde las corrientes pueden variar y ser impredecibles.
- **Aislamiento galvánico opcional:** Los modelos de la serie ACS712 ofrecen opciones de aislamiento galvánico entre el camino de la corriente y la parte electrónica, lo que puede ser ventajoso en aplicaciones donde se requiere un mayor nivel de seguridad eléctrica.
- **Compensación de temperatura:** La posible presencia de características de compensación de temperatura ayuda a garantizar mediciones precisas en diferentes condiciones ambientales.

## ZMPT101B

El sensor de tensión alterna ZMPT101B es un módulo basado en un transformador de tensión reductor que puede medir tensiones de CA de hasta 250V. Para que el módulo sea legible, se utiliza un amplificador operacional montado en el módulo ZMPT101B puede utilizarse para medir la tensión de la red de CA y transmitir la lectura de forma

segura a la entrada del microcontrolador. El módulo contiene un transformador de baja potencia, fabricado por Qingxian Zeming Langxi Electronic. Esencialmente, se necesita una resistencia limitadora en el circuito primario y una resistencia en el circuito secundario para cambiar la tensión alterna, con el que la lectura no se distorsiona, sino que sigue la forma de la señal de tensión alterna. El sensor es seguro ya que está aislado galvánicamente de la entrada de alta tensión. El módulo dispone de una resistencia variable tipo trimmer para calibrar las lecturas.

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 9125Mhz. Sin esta característica en común, no se lograría el enlace para la transmisión de información.

### **Integración de las estructuras Json para la portabilidad en la red.**

Las estructuras JSON son usadas para intercambiar datos y configuraciones entre dispositivos LoRaWAN, gateway y servidores de red LoRaWAN. “LoRaWAN es un protocolo de comunicación MAC (control de acceso a medios), que posee una arquitectura basada en redes LPWAN, esta comunicación es totalmente bidireccional, lo cual permite a los concentradores o gateway recibir varios mensajes a la vez por sus diversos canales.” (Vera,2022, p 21)

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 específicamente en esta red.

```
{ "device_id": "01",  
  "timestamp": "2023-09-17T10:30:00Z",  
  "data": "000,@,000,#",  
  "port": 80,  
  "rssi": -80,  
  "snr": 10.5,  
  "frame_counter": 001}
```

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 base decimal enviados por el dispositivo.
- **port**: El número de puerto utilizado para la transmisión.
- **rsssi**: 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 (véase figura 2.)

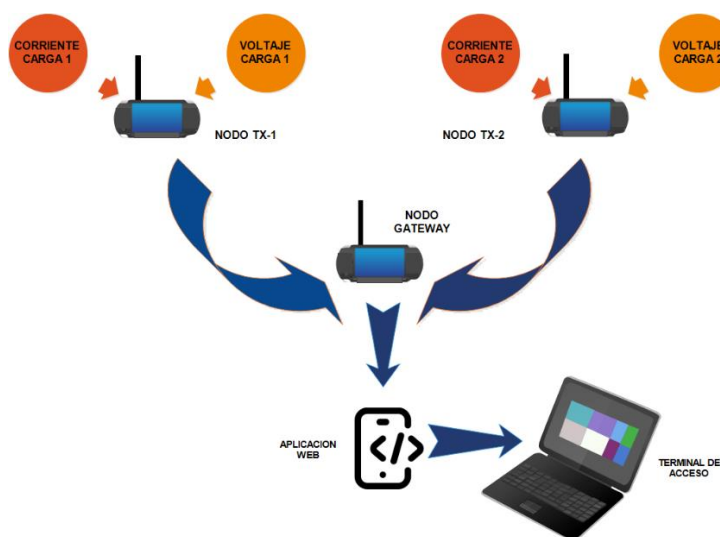


Figura 2. Esquema de la transmisión de las variables en la red LoRa.

## RESULTADOS

Para la presentación de los resultados de este trabajo que corresponde a la medición de corriente y voltaje en un sistema monofásico de cargas se diseñó una topología de red básica, aunque se ha podido llegar al nivel 3 de integración. Este diseño de red nos ha permitido el monitoreo de las dos variables antes mencionadas y los resultados han sido óptimos cubriendo distancias de no más de 300 metros con obstáculos (con lo que se refiere a la presencia en línea de vista de edificios de una o dos plantas, jardines con árboles y subestaciones eléctricas), 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 2. Obtención de ganancias de recepción, considerando dos corrientes de ionización.

Dispositivo	Distancia	$I_{Tx_{max}}$	RSSI (Promedio)	Eficiencia	Tramas perdidas
NODO TX 1	50m	500mA	-68dBm	47%	Ninguna
NODO TX 1	100m	500mA	-86dBm	33%	Ninguna
NODO TX 1	150m	500mA	-92dBm	29%	Ninguna
NODO TX 1	200m	500mA	-108dBm	17%	20%
NODO TX 1	250m	500mA	-117dBm	10%	60%
NODO TX 1	300m	500mA	-129dBm	0%	90%
NODO TX 2	50m	1A	-37dBm	71%	Ninguna
NODO TX 2	100m	1A	-61dBm	53%	Ninguna
NODO TX 2	150m	1A	-78dBm	40%	Ninguna
NODO TX 2	200m	1A	-86dBm	33%	Ninguna
NODO TX 2	250m	1A	-101dBm	22%	10%
NODO TX 2	300m	1A	-112dBm	13%	40%

Gráficando 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 (corriente y voltaje). En las figuras 3 y 4 puede observarse la gráfica resultante para determinar la respuesta en función a la eficiencia de transmisión de los dos radios transmisores versus la potencia de transmisión de estos.

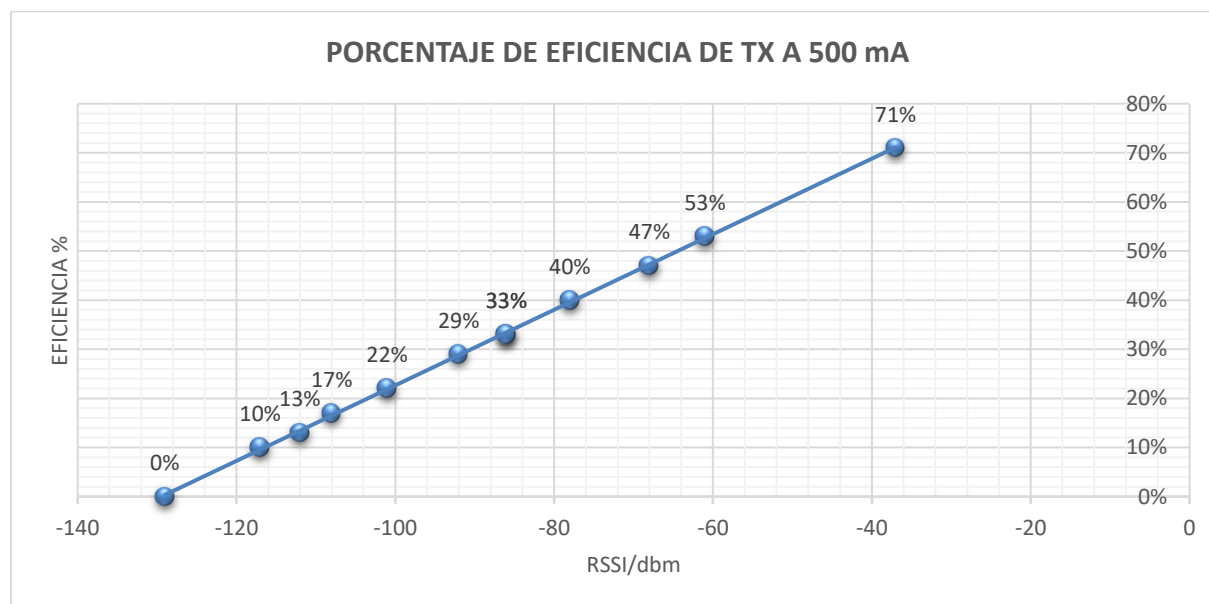


Figura 3. Gráfica de eficiencia de transmisión de datos a 500 mA.

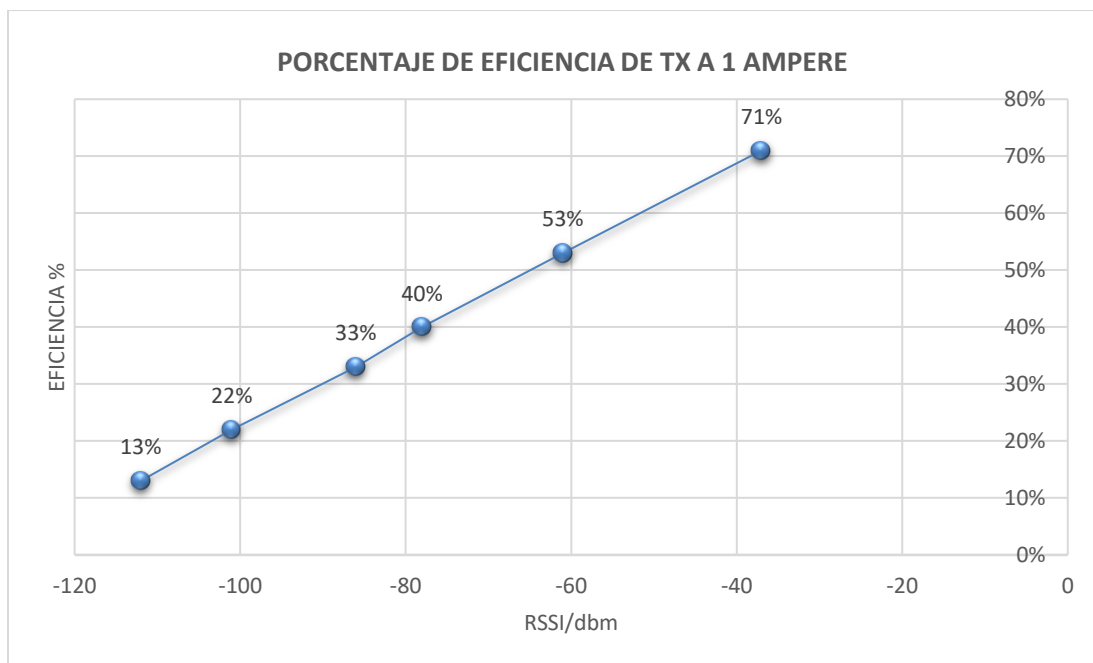


Figura 4. Gráfica de eficiencia de transmisión a 1 Ampere.

A continuación, se presenta la tabla 2, que contiene la información correspondiente a un nodo de transmisión ya inmerso en prueba de campo, con todos los valores de transferencia de datos que se han ido obteniendo, como puede observarse se tiene una eficiencia global promedio del 80%, los valores de 5 volts y 2 amperes corresponde a los parámetros de alimentación no al tipo de trama de información enviada.

Tabla 2. Obtención de parámetros de operación de un nodo primario en operación de campo.

Nodo	V <sub>Tx</sub>	I <sub>Tx</sub>	Potencia	B <sup>a</sup> antena	RSSI promedio	TX mts.	Tiempo retardo	Datos perdidos
NODO TX 1	5V	2A	10W	2.5 dB	-96dBm	50m	262us	0
NODO TX 1	5V	2A	10W	2.5 dB	-92dBm	100m	262us	0
NODO TX 1	5V	2A	10W	2.5 dB	-107dBm	150m	260us	0
NODO TX 1	5V	2A	10W	2.5 dB	-113dBm	200m	295us	0
NODO TX 1	5V	2A	10W	2.5 dB	-118dBm	250m	294us	1
NODO TX 1	5V	2A	10W	2.5 dB	-119dBm	300m	295us	2
NODO TX 1	5V	2A	10W	2.5 dB	-120dBm	350m	295us	5

### De la interfaz de software para el sistema

Como se expresó anteriormente el proyecto tuvo un nivel de integración 3, lo que corresponde a la realización de una interfaz con características IOT para el fácil y

adecuado manejo de la información. Esta interfaz web se realizó en un formato HTML usando estructuras CSS compatibles al formato JSON, un ejemplo de la interfaz se presenta a continuación. A grandes rasgos el funcionamiento de la interfaz se describen a continuación. El gateway/concentrador envía los datos al servidor (y este a la base de datos) cada vez que los recibe. Debido a las capacidades de PostgreSQL, el sistema gestor de base de datos es posible realizar más de una operación simultáneamente, lo que permite que la información sobre las mediciones se actualice en cuanto llegue al servidor.

Los dos tipos de variables que el concentrador envía (consumo de agua en litros por minuto, L/m, y consumo de energía en watts, W) son desplegadas en la interfaz gráfica de la aplicación web en dos columnas: en cada una se mostrará el consumo particular de los medidores asociados al concentrador, según el tipo de variable que le corresponde. La aplicación web actualiza su contenido cada 0.5 segundos, esto es para evitar la congestión del bucle de eventos de JavaScript (si varias consultas se realizan al mismo tiempo, la interfaz de usuario podría responder de manera más lenta).

Es importante mencionar que, aunque hubiera una gran cantidad de consultas ejecutándose en JavaScript, es muy improbable el agotamiento de memoria; el límite de este recurso disponible depende de varios factores, como la cantidad con la que cuenta el dispositivo en que se está ejecutando el navegador, o las restricciones del propio navegador. Este rango puede estar entre algunos cientos de megabytes y varios gigabytes. No obstante, la gran mayoría de los navegadores están diseñados para gestionar eficientemente los recursos, de modo que el agotamiento de memoria no suele ser un problema grave.

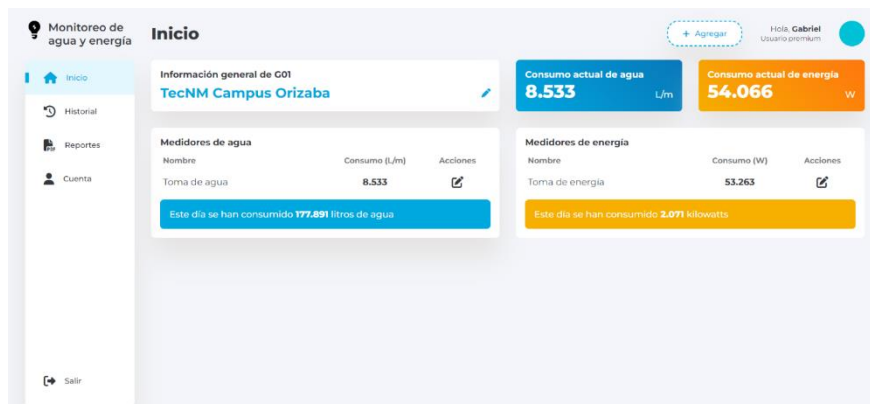


Figura 5. Interfaz IOT para la presentación de resultados obtenidos de la red LoRa.

En caso de que el concentrador deje de enviar información por algún fallo en el sistema, la aplicación web mostrará un mensaje de advertencia si no se ha recibido una actualización en 1 minuto.

Para realizar la concentración de esta información se diseñó un “servidor propietario”. “El servidor propietario tiene dos funciones que podemos distinguir fácilmente. La primera se encarga de la actualización de la base de datos y reenvío en caso de ser mensajes para el grupo de emergencias. La segunda función consiste en el despliegue de un servicio web para la visualización y gestión de la red por parte del administrador de esta.” (Delgado, 2021)

En nuestro caso diariamente a las 12:00 A.M., el “servidor propietario” está diseñado para hacer un promedio por hora de las mediciones registradas en el día de cada medidor, información que se almacena para que pueda consultarse en el apartado de "Historial", que presenta gráficamente el consumo de una fecha determinada. Una vez realizado el promedio, los datos del día anterior son eliminados, con el objeto de optimizar el almacenamiento en la base de datos.

## DISCUSIÓN

El sistema integral que se ha desarrollado ha permitido comprender mas afondo los comportamientos de las redes LoRa en cuanto a su potencia de transmisión, alcance efectivo, niveles de atenuación y perdida de datos, escalabilidad y modularidad, de igual forma el desarrollo de la interfaz IOT nos ha permitido lograr un medio eficaz, fácil de usar y económico, pues al ser un desarrollo propio, no se tuvo la necesidad de utilizar paquetes o aplicaciones registradas, por lo que no se requirió adquirir ningún software secundario o licencia. Lo anterior nos pone en una ventaja competitiva sobre otros trabajos realizados por otras universidades. Aunado a los anteriormente citado, existen tres aspectos notorios que es necesario recalcar en el desarrollo de este proyecto:

**Uso de tecnologías mixtas (LoRa. MicroElectroMechanical Systems, System on Chip)**, lo cual además de proporciona una solución de comunicación de larga distancia, también proporciona un bajo consumo de energía, lo que resulta crucial en aplicaciones de monitoreo de energía eléctrica a gran escala. Esto no solo facilita la instalación de sensores en ubicaciones remotas, sino que también reduce la necesidad de

mantenimiento constante, esto debido a que las tecnologías como LoRa y sistemas basados en microelectromecánica (MEMS) a menudo están diseñadas con un enfoque en la eficiencia energética, por otro lado, los SoC integran múltiples funciones en un solo chip, lo que permite construir dispositivos más pequeños y eficientes en términos de energía. Esto facilita la integración en entornos con restricciones de espacio y facilita su despliegue en ubicaciones remotas, ya que estos dispositivos pueden operar con baterías de larga duración o incluso utilizar fuentes de energía alternativas, como paneles solares, lo que reduce la necesidad de realizar mantenimiento frecuente para cambiar las baterías.

**Integración de diversas plataformas en la Nube.** La utilización de una plataforma de gestión de datos en la nube permite un acceso conveniente a los datos recopilados desde la red LoRaWAN-SOC por medio de los sensores de tipo MEMS. Esto es esencial para la gestión efectiva de múltiples casos de instalación modular o para permitir a los usuarios supervisar y controlar su consumo de energía en tiempo real de forma eficiente.

**Análisis de datos específicos,** El sistema no solo recopila datos, sino que también ofrece oportunidades para el análisis de datos específicos los cuales pueden incluir la detección de anomalías, la predicción de tendencias de consumo y la generación de recomendaciones para optimizar el uso de energía eléctrica. En resumen, el diseño de un sistema integral LoRa-IoT para el monitoreo de gasto de energía eléctrica en un inmueble representa un paso significativo hacia la gestión eficiente de la energía en el entorno construido

## CONCLUSIONES

El diseño de un sistema integral LoRa-IoT para el monitoreo de gasto de energía eléctrica en un inmueble ha demostrado ser una herramienta efectiva para mejorar la eficiencia energética, reducir costos y aumentar la conciencia ambiental. La combinación de tecnologías y la recopilación de datos en tiempo real ofrece una solución efectiva y versátil que beneficia tanto a los propietarios de edificios como al medio ambiente, allanando el camino para un futuro más sostenible y responsable en la gestión de la energía eléctrica.

## LITERATURA CITADA

Ordoñez, I. 2017. Estudio de la arquitectura y el nivel de desarrollo de la red LoRaWAN y de los dispositivos LoRa. Openaccess, UOC.

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

Moya, M. 2018. Evaluación de pasarela LoRa/LoRaWAN en entornos urbanos. Universidad Politécnica de Valencia. España.

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

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

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



## **Diseño de un protocolo para la transferencia de información en una red LoRaWAN-IOT**

*Fernando Ríos Cortés<sup>1</sup>, Fernando Bautista Hernández<sup>1</sup>, David Bertani Hernández<sup>1</sup>, Salomón Jorge Hernández Breton<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>TecNM Campus Orizaba

\*fernando.rc@orizaba.tecnm.mx

### **RESUMEN**

El presente documento se centra en el diseño de un protocolo que mejora la transferencia de información en una red LoRaWAN-IOT, optimizando aspectos clave como la eficiencia energética y la seguridad de los datos, lo que es esencial para el desarrollo exitoso de aplicaciones IoT en diversos campos de aplicación. El protocolo se desarrolló con el objetivo de mejorar la eficiencia y la confiabilidad de la comunicación en una red LoRaWAN-IOT, desde la transferencia de la información proveniente de los sensores por medio de los elementos primarios que son los radios digitales, hasta la llegar a la terminal del usuario que es la aplicación Web. Esto implica considerar factores como la gestión de la energía, la capacidad de la red y la seguridad de los datos transmitidos. El diseño de un protocolo busca minimizar el consumo de energía de los dispositivos IoT, maximizar la vida útil de las baterías y garantizar la integridad y la confidencialidad de los datos. Se abordan aspectos técnicos específicos del protocolo, como la estructura de los mensajes, la gestión de la red, la asignación de canales y la prevención de colisiones en la transmisión de datos. El objetivo es ofrecer una solución robusta y eficiente para la transferencia de información en redes LoRaWAN, que son fundamentales para la expansión de la IoT en diversas aplicaciones, como la monitorización remota de energía y agua potable, administración de ciudades inteligentes, sistemas para la automatización de la agricultura y la ganadería, entre otros.

**Palabras claves: monitoreo remoto, redes LoRaWAN, sistema IoT.**

### **ABSTRACT**

This paper focuses on the design of a protocol that improves information transfer in a LoRaWAN-IOT network, optimizing key aspects such as energy efficiency and data security, which is essential for the successful development of IoT applications in various applications. The protocol was developed with the objective of improving the efficiency

and reliability of communication in a LoRaWAN-IOT network, from the transfer of information by the sensors through the digital radios, to the Web application.

This involves considering factors such as power management, network capacity, and the security of transmitted data. The design of the protocol seeks to minimize the energy consumption of IoT devices, maximize battery usage and guarantee the integrity and confidentiality of the data. Specific technical aspects of the protocol are addressed, such as message structure, network management, channel assignment, and collision avoidance in data transmission. The objective is to offer a robust and efficient solution for the transfer of information in LoRaWAN networks, fundamental for the expansion of IoT in various applications, such as remote monitoring of energy and drinking water, management of smart cities, and systems for automation. agriculture and livestock, among others.

**Keywords: remote monitoring, LoRaWAN networks, IoT system.**

## **INTRODUCCIÓN**

La IoT ha revolucionado la forma en que interactuamos con el mundo que nos rodea, permitiendo la recopilación y transmisión de datos desde una variedad de sensores y dispositivos en tiempo real. Una de las tecnologías que ha emergido como una solución viable para la conectividad de dispositivos IoT en redes de largo alcance es LoRaWAN (Red de Área Amplia de Baja Potencia). LoRaWAN es un protocolo de comunicación inalámbrica diseñado específicamente para satisfacer las necesidades de la IoT, ofreciendo una combinación única de alcance extendido, bajo consumo de energía y capacidad de penetración en estructuras densas. Sin embargo, la eficacia de una red LoRaWAN-IOT depende en gran medida de la optimización de los protocolos de transferencia de información utilizados. Los retos de la administración de la energía, la capacidad de la red y la seguridad de los datos transmitidos requieren una atención especial en el diseño de estos protocolos. Es precisamente en este contexto que se enfoca el presente artículo.

El propósito de este trabajo es presentar el diseño de un protocolo que aborde de manera integral los desafíos asociados con la transferencia de información en una red LoRaWAN-IOT. Nuestro enfoque se centra en optimizar la eficiencia, la confiabilidad y la seguridad de la comunicación en este entorno, con el objetivo de maximizar la utilidad de la IoT en

diversas aplicaciones. A lo largo de este artículo, se detallarán los elementos clave de nuestro protocolo, desde la estructura de los mensajes hasta la gestión de la red y la seguridad de los datos.

## METODOLOGÍA

Para dar una idea básica que permita comprender el diseño e implantación del protocolo dentro de una red LoRaWAN con características IOT como parte de un sistema integral que permita el sensado, la transmisión de dos variables y la presentación de los resultados en una aplicación WEB se presenta el siguiente diagrama conceptual (figura 1) de este sistema.

Como puede observarse el diseño está basado en tres servicios o plataformas a nivel hardware-software, los cuales se describen a continuación:

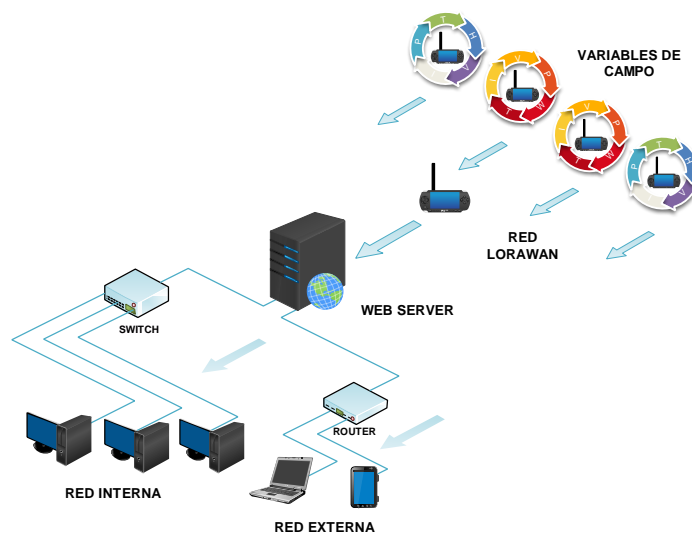


Figura 1. Diseño de la red LoRaWAN con aplicación IOT.

- **Plataforma primaria o de adquisición de datos:** la cual está conformada por los sensores. y la primera capa de la red LoRa la cual está conformada por los nodos de transmisión primarios y por los nodos concentradores, los cuales recaban, procesan y normalizan dicha información a cierto nivel. En este nivel se establece el primer protocolo de comunicación, al cual llamaremos **Protocolo Base o Protocolo de Red LoRa**
- **Plataforma secundaria o GATEWAY:** conformado por los dispositivos concentradores los cuales están 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. Estos realizan la normalización de las variables (corriente y voltaje) y los transmiten al servidor dedicado. En este nivel se establece el segundo protocolo de comunicación, al cual llamaremos **Protocolo de Interfaz o Protocolo de Red LoRaWAN**

- **Plataforma final o de aplicación IOT:** es el conformado por los elementos finales de tipo Smart, los cuales están conectados a una red remota asociados a una dirección IP. En este nivel se establece el ultimo protocolo de comunicación, al cual llamaremos **Protocolo de aplicación, el cual está inmerso dentro del protocolo general TCP/IP**

Como puede observarse la topología de la res LoRaWAN es básica, esto debido a la limitante de radios digitales que se cantaba en ese momento para realizar las pruebas de comunicación. Los radios lora que se seleccionaron para la realización de las pruebas fueron los de capacidad de enlace a corto y mediano alcance a continuación se muestran algunas de sus características funcionales:

#### **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.

#### **Diagramas de flujo correspondiente a la operatividad y flujo de información.**

En esta sección se expondrán los diagramas de flujo correspondientes a la evolución y transmisión de la información por medio de la implementación de los protocolos y de los algoritmos creados para el adecuado tratamiento digital de la señal dentro del red LoRaWAN y al momento de que esta información sea transmitida al servidor

correspondiente para su diversificación en la nube por medio de la aplicación WEB, para conformar el perfil de un sistema IOT. La interpretación de cada uno de los diagramas de flujo se expone a continuación:

- **Diagrama de flujo 1. Figura 2. Diagrama de flujo del sistema emisor. Red LoRa.**

El emisor, después de haber obtenido (y calculado) el valor de la medición de la variable en cuestión inicia el proceso de creación de una trama:

Para crear la trama, encapsula (que podríamos definirlo como "agrega una parte a la trama", llámese encabezado o contenido, por ejemplo) los datos necesarios antes de enviarla. Esta "encapsulación" ocurre (casi en su totalidad) en la capa 2 del modelo OSI (que significa Interconexión de Sistemas Abiertos, que es, a grandes rasgos, un marco conceptual para la comunicación de datos).

El proceso inicia con encapsular el direccionamiento de la trama, que incluye la dirección (en este caso, hexadecimal) del remitente y receptor. Posteriormente, se anexa (o encapsulan, pero para no repetir tanto "encapsular") la información relacionada con el mensaje que se va a mandar: esto es la longitud del mensaje, un identificador (que, en este caso, es decimal, y es el número del mensaje que el emisor ha transmitido desde la última vez que se conectó) y el mensaje. Antes de terminar la trama, se aplica una técnica para detectar y corregir errores que puedan ocurrir durante la transmisión, que en este caso es el Código de Corrección de Errores hacia Adelante (FEC), que, pese a su nombre, solo detecta errores, por lo que requiere un método auxiliar para corregir cualquier desviación por lo que se eligió el algoritmo de Hamming. Este algoritmo agrega a la trama x número de bits de paridad (o redundantes, que son los que permiten al receptor darse cuenta de que si hay errores) este número dependerá del tamaño del mensaje. Por último, antes de su transmisión la información es encriptada.

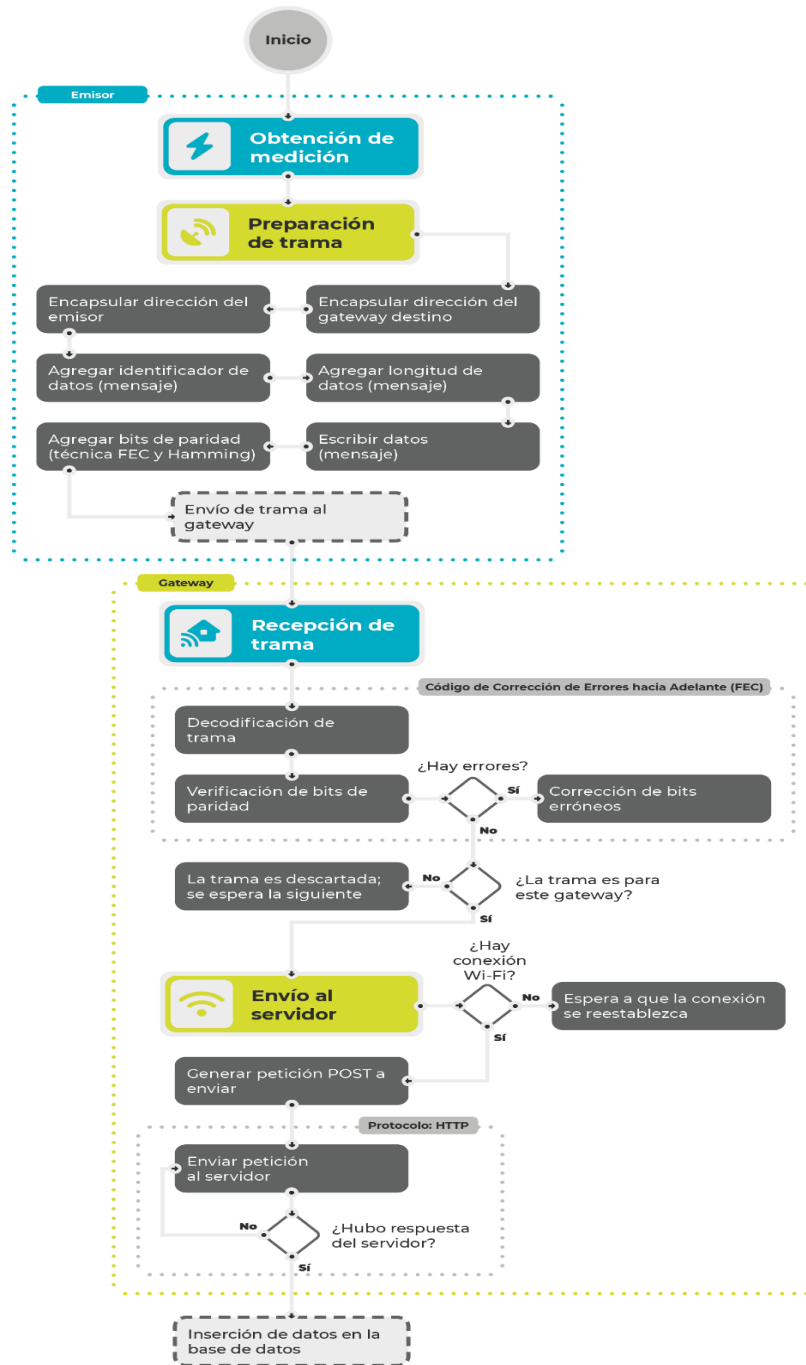


Figura 2. Diagrama de flujo del sistema emisor Red LoRa.

- Diagrama de flujo 2. Figura 3. Diagrama de flujo del sistema receptor. Red LoRa.

La trama es recibida por el receptor, ubicado en la misma red LoRa. Una vez que recibe la trama, el receptor la "descripta" y la desencapsula (concepto que

podríamos entender como "ir separando cada sección", es decir, separa el mensaje, la dirección de origen, de destino, etc.) se utiliza FEC y el código de Hamming para verificar la integridad de la trama. Suponiendo que la trama corresponde (se considera que existe conectividad a internet), entonces el sistema genera una petición POST, esta petición se enviará al servidor a través del protocolo HTTP (Protocolo de Transferencia de Hipertexto), quien se encargará de "darle forma" a la petición y la enviará al servidor. El servidor recibe la petición y la ejecuta. Si todo salió bien, enviará un código de respuesta 200; si algo sale mal, entonces mandará un código 40x (x es un número, puede ser 401, 402, etc). Este código de respuesta se regresará al gateway (igual por HTTP) para notificar el estado de la solicitud.

- **Diagrama de flujo 3. Figura 4. Diagrama de flujo de la base de datos.**

La página utiliza dos protocolos: HTTP y Postgres Wire Protocol (o Protocolo de PostgreSQL: "PostgreSQL", abreviado "Postgres", que es el gestor de la base de datos. A diferencia de la forma en que se envían los datos el emisor y el receptor (que es con tramas), HTTP usa peticiones (que ya lo había mencionado anteriormente). Las peticiones son más "abstractas", esto significa que lo que se envía es legible para los humanos, en contraposición con las tramas, que son enviadas en código binario. Profundizando en cómo funciona este protocolo, primero (desde el cliente) se debe establecer su tipo, que puede ser GET o). Independientemente de qué tipo sea, ambas peticiones llevan lo que quieren que el servidor haga. Una vez listo, se manda al servidor. El servidor recibe la petición y verifica si es GET o POST y se comunica con la base de datos para realizar lo que el cliente quiere que haga. Lo que obtiene será regresado al cliente, junto con un código de respuesta, que es un número que el servidor agrega a la petición para notificar "cómo salió todo", existen muchos códigos, pero como le decía, los más importantes son 200, 400 y -1 (que igual significa error). Después, la conexión con el servidor se termina.

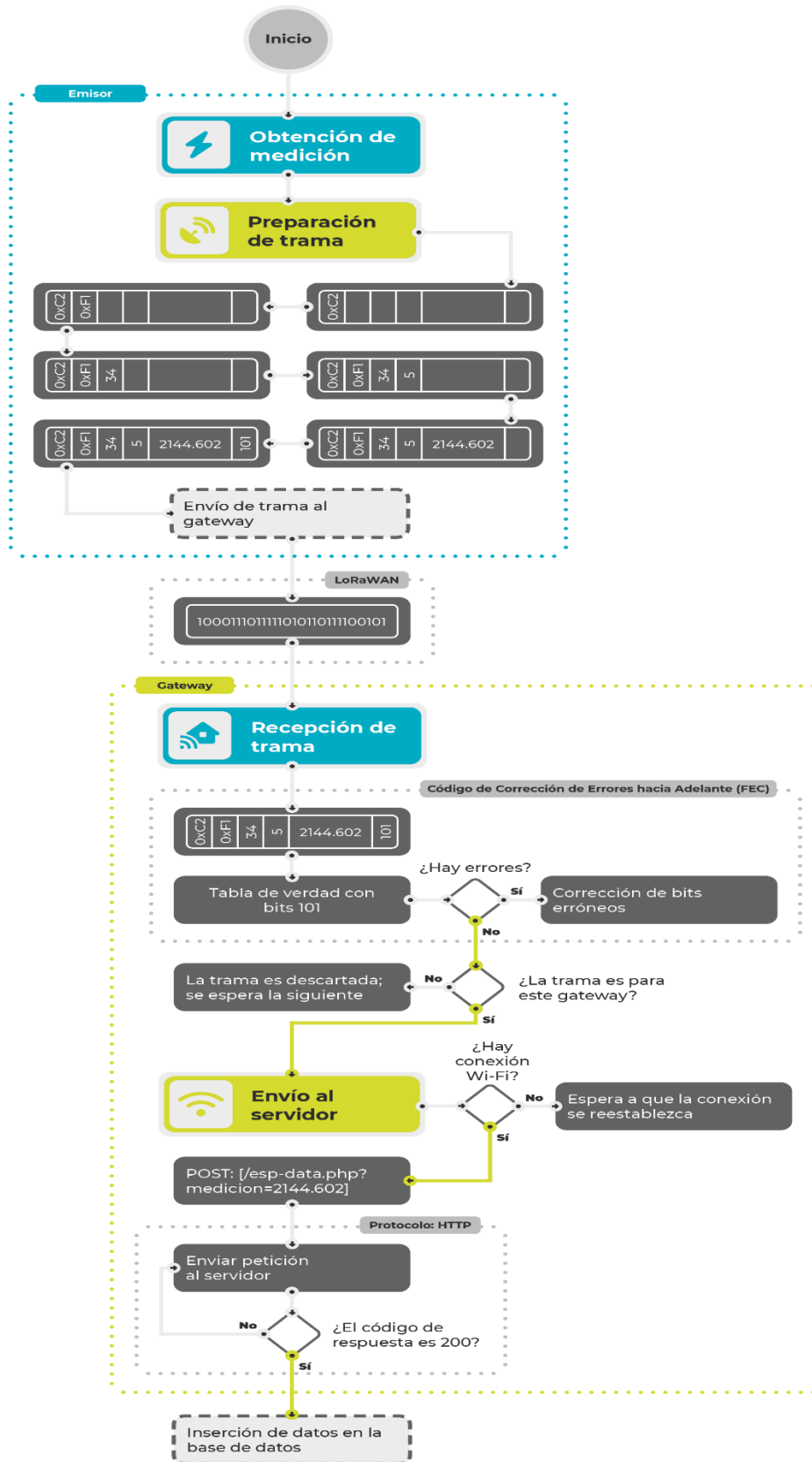


Figura 3. Diagrama de flujo del sistema receptor, con interpretación del protocolo.

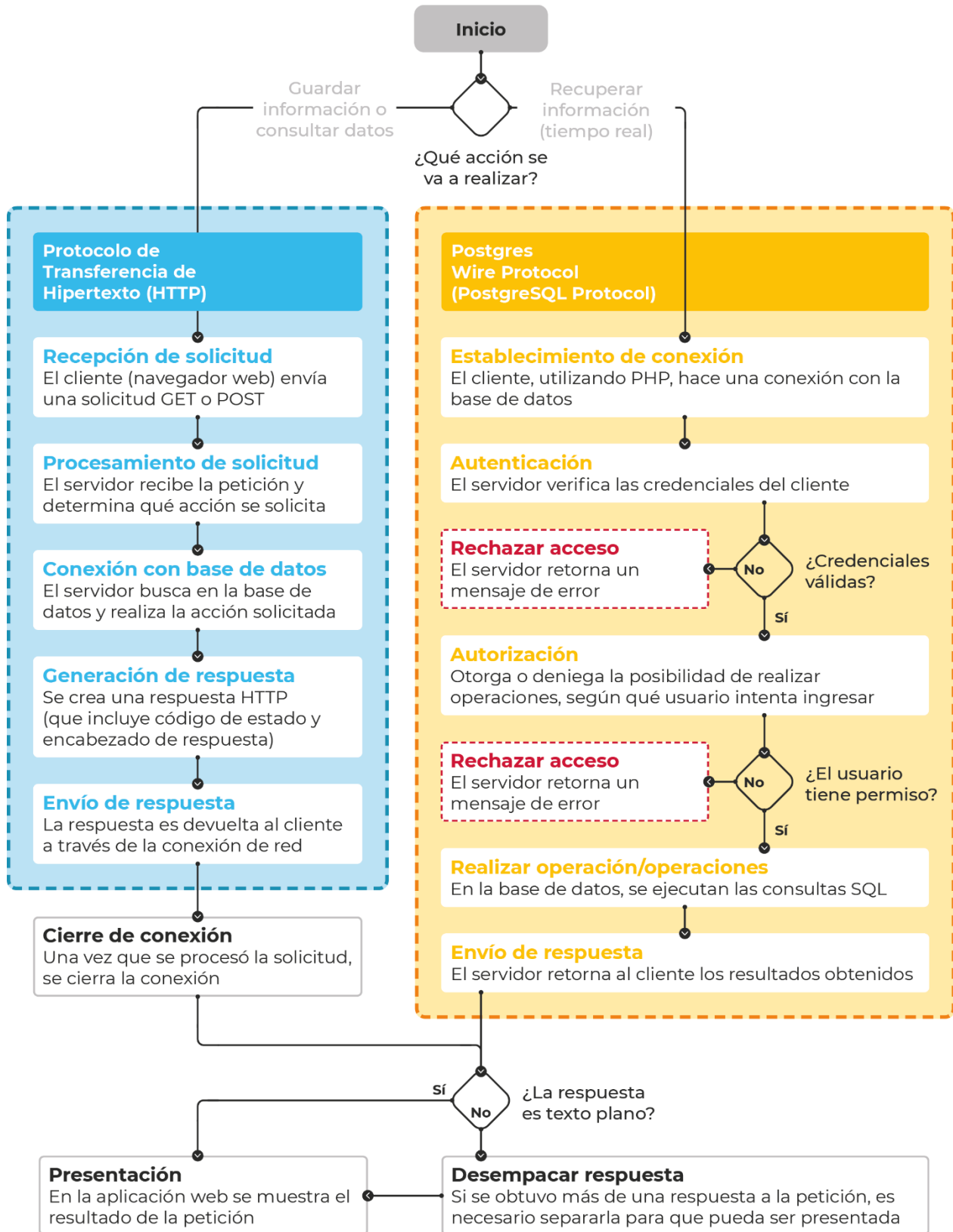


Figura 4. Diagrama de flujo de la base de datos.

## RESULTADOS

Para la presentación de los resultados de este trabajo se presentan la siguiente tabla donde puede observar el nivel de eficiencia de la red LoRa en el envío de tramas de protocolos. Los datos de esta tabla fueron obtenidos usando dos nodos primarios transmitiendo un valor constante hacia un receptor concentrador. Es importante notar que esta prueba se realizó a diferentes distancias pasando a través jardines, edificios administrativos bloques o secciones de edificios de aulas de dos plantas.

Tabla 1. Eficiencia de la transmisión de la tramas del protocolo.

Dispositivo	Distancia	$I_{Tx_{max}}$	RSSI (Promedio)	Eficiencia	Tramas perdidas
NODO TX 1	50m	500mA	-68dBm	47%	0%
NODO TX 1	100m	500mA	-86dBm	33%	0%
NODO TX 1	150m	500mA	-92dBm	29%	0%
NODO TX 1	200m	500mA	-108dBm	17%	20%
NODO TX 1	250m	500mA	-117dBm	10%	60%
Dispositivo	Distancia	$I_{Tx_{max}}$	RSSI (Promedio)	Eficiencia	Tramas perdidas
NODO TX 2	50m	1A	-37dBm	71%	0%
NODO TX 2	100m	1A	-61dBm	53%	0%
NODO TX 2	150m	1A	-78dBm	40%	0%
NODO TX 2	200m	1A	-86dBm	33%	0%
NODO TX 2	250m	1A	-101dBm	22%	10%
NODO TX 2	300m	1A	-112dBm	13%	40%

A continuación, se presenta la tabla 2, que contiene la información correspondiente a un nodo de transmisión ya inmerso en prueba de campo, es decir con todos los valores de transferencia de datos que se han ido obteniendo, como puede observarse se tiene una eficiencia global promedio del 80%, los valores de 5 volts y 2 amperes corresponde a los parámetros de alimentación no al tipo de trama de información enviada. Es importante hacer notar que esta prueba de campo fue llevada a cabo transmitiendo múltiples variables correspondientes a la corriente, voltaje y potencia generada por un panel fotovoltaico a diferentes distancias pasando a través jardines, edificios administrativos bloques o secciones de edificios de aulas de dos plantas.

Tabla 2. Obtención de parámetros de operación de un nodo primario en operación de campo.

Nodo	V <sub>Tx</sub>	I <sub>Tx</sub>	Potencia	B antena	RSSI promedio	TX mts.	Tiempo retardo	Datos perdidos
NODO TX 1	5V	2A	10W	2.5 dB	-96dBm	50m	262us	0
NODO TX 1	5V	2A	10W	2.5 dB	-92dBm	100m	262us	0
NODO TX 1	5V	2A	10W	2.5 dB	-107dBm	150m	260us	0
NODO TX 1	5V	2A	10W	2.5 dB	-113dBm	200m	295us	0
NODO TX 1	5V	2A	10W	2.5 dB	-118dBm	250m	294us	1
NODO TX 1	5V	2A	10W	2.5 dB	-119dBm	300m	295us	2
NODO TX 1	<b>5V</b>	<b>2A</b>	<b>10W</b>	<b>2.5 dB</b>	<b>-120dBm</b>	<b>350m</b>	<b>295us</b>	<b>5</b>

### De la interfaz de software para el sistema.

En esta sección como parte de los resultados obtenidos se presentan las capturas correspondientes al sistema de interfaz de software (figuras 5 y 6), en las cuales se muestra el resultado obtenido en el tratamiento de la información recabada por las tramas de protocolo

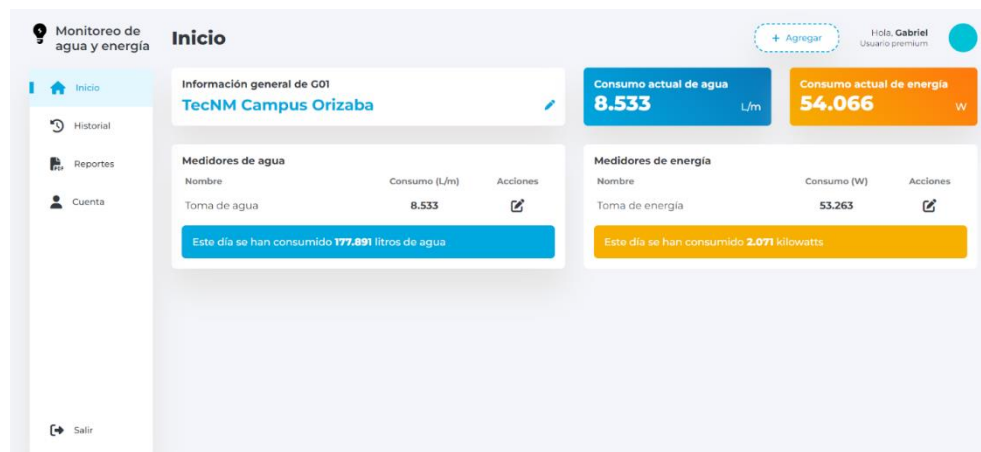


Figura 5. Interfaz IOT para la presentación de resultados obtenidos de la red LoRa.

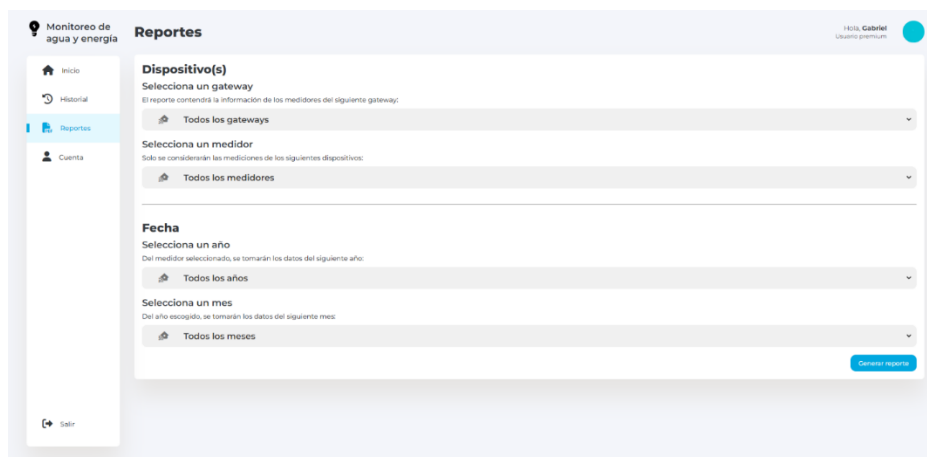


Figura 6. Interfaz IOT. Sección para la elaboración de los reportes del sistema

## DISCUSIÓN

Nuestro protocolo diseñado demostró ser efectivo en la transferencia de información en una red LoRaWAN-IoT. Logramos una mejora significativa en la eficiencia de la comunicación, hasta 250 mts con obstáculos, lo que se traduce en un menor consumo de energía y una mayor vida útil de la batería de los dispositivos IoT. Además, se observó una reducción notable en la latencia de la transmisión de datos, lo que es crítico en aplicaciones en tiempo real. Estos hallazgos respaldan la viabilidad y utilidad de nuestro protocolo en entornos LoRaWAN-IoT. Comparando nuestro protocolo con investigaciones previas, encontramos que supera las limitaciones identificadas en los protocolos existentes. A diferencia de algunos enfoques anteriores que sacrificaban la confiabilidad en aras de la eficiencia energética, nuestro protocolo logra un equilibrio óptimo entre eficiencia y confiabilidad siempre y cuando no se superen los 300 mts a línea de vista. Por otro lado, es importante reconocer que este estudio presenta algunas limitaciones. Por ejemplo, la investigación se centró en entornos con interferencias mínimas en lo que se refiere a la existencia de campos electromagnéticos parásitos, por lo que es necesario investigar más a fondo cómo se comporta el protocolo en entornos más hostiles. Además, la escalabilidad del protocolo a redes LoRaWAN de gran escala deberá evaluarse más a fondo. Se requerirá una investigación adicional para abordar estos desafíos.

## CONCLUSIONES

En este artículo, se presentó un protocolo diseñado para mejorar la transferencia de información en una red LoRaWAN-IoT. Nuestro enfoque se centró en optimizar la eficiencia de comunicación y la confiabilidad de los dispositivos IoT en este entorno, abordando una serie de desafíos significativos que enfrentan las redes de sensores de bajo consumo de energía. Los hallazgos de este estudio respaldan la efectividad y la relevancia de nuestro protocolo. Hemos demostrado que es posible lograr un equilibrio óptimo entre la eficiencia energética y la confiabilidad de la comunicación en dispositivos IoT, lo que se traduce en una mayor vida útil de la batería y una reducción de la latencia en la transmisión de datos. Estos resultados tienen implicaciones importantes para una amplia variedad de aplicaciones de IoT en las que la eficiencia y la confiabilidad son cruciales. Sin embargo, es importante reconocer que este estudio no está exento de limitaciones. Se requiere investigación adicional para evaluar el comportamiento del protocolo en entornos con interferencias electromagnéticas significativas, así como su escalabilidad en redes LoRaWAN de gran escala. Estas áreas representan desafíos importantes para futuras investigaciones.

En conclusión, este estudio representa una pequeña contribución hacia la mejora de las comunicaciones en redes LoRaWAN-IoT y muestra el potencial de nuestro protocolo en la industria y en la investigación académica. Nuestros resultados subrayan la importancia de diseñar protocolos eficientes y confiables para abordar los desafíos del IoT en entornos de baja potencia.

## **LITERATURA CITADA**

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

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



## **Red de estaciones de monitoreo de salinidad del Río Pánuco**

*Manuel Antonio Arenas Méndez<sup>1\*</sup>, Carlos Alberto Contreras Verteramo<sup>1</sup>, Reina Verónica Román Salinas<sup>1</sup>, Erik David Aduato Marciano<sup>1</sup>, Luis Edmundo Gomez Perez<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>TecNM-Instituto Tecnológico Superior de Pánuco

\*manuel.arenas@itspanuco.edu.mx

### **RESUMEN**

La acumulación de sales en suelo y agua dulce, conocida como salinización, es un problema global que afecta ríos, acuíferos y suelos productivos, se debe tanto a causas naturales como a actividades humanas. Esta problemática tiene graves implicaciones para la seguridad alimentaria e hídrica de millones de personas, especialmente donde la densidad poblacional es alta. La salinización provoca disminución de rendimientos agrícolas, originando transición de actividades primarias, pérdida de tierras cultivables y elevación de las tasas migratorias. El problema radica en que muchas desembocaduras de ríos se ven amenazadas por el aumento del nivel del mar y la extracción excesiva de agua, esto resulta en el incremento de la salinidad río arriba. La salinidad también tiene efectos negativos en la biodiversidad y la salud de los ecosistemas, además de impactar la seguridad alimentaria y los medios de vida de las comunidades locales.

El objetivo de este proyecto es implementar una red de estaciones de medición de salinidad en el Río Pánuco mediante un sistema embebido IoT que mide conductividad eléctrica (salinidad), turbidez y temperatura del agua. La red consta de dos estaciones, una maestra y una esclava, que se comunican a través de tecnología LoRa. Ambas estaciones funcionan continuamente las 24 horas mediante energía solar y baterías.

Palabras clave: estaciones de monitoreo, IoT, sistema embebido, salinidad, LoraWan

### **ABSTRACT**

Accumulation of salts in soil and fresh water known as salinization, is a global problem that affects rivers, aquifers and productive soils due to natural causes and human activities. This problem has serious implications on food and water security of millions of

people, especially where population density is high. Salinization causes decrease in agricultural yields, leading to the transition of primary activities, loss of agricultural land and increase of migration rates. Many river mouths are threatened by rising sea levels and excessive water extraction, resulting in higher salinization upstream. Salinity also has negative effects on biodiversity and ecosystem health, as well as impacts on food security and livelihoods of local communities. To address this issue, a real-time salinity monitoring system was developed for Pánuco River.

The main objective of this project is to implement a network of salinity measurement stations in Pánuco River, this was achieved through an embedded IoT system that measures electric conductivity (salinity), turbidity and water temperature. This network consists of two stations, master and slave, which communicate through LoRa technology. Both stations allow continuous monitoring 24 hours a day by means of solar power and batteries.

Keywords: monitoring stations, IoT, embedded system, salinity, LoraWan.

## **INTRODUCCIÓN**

La acumulación de sales solubles en suelos y agua dulce o salinización es un fenómeno global que se desarrolla a una escala sin precedentes. El proceso de salinización se origina por causas naturales, como inundación por marea y también por antropogénicas como la extracción excesiva de agua de ríos y subterránea; el exceso de sales puede contaminar irreversiblemente ríos, acuíferos y suelos, con implicaciones directas para la seguridad alimentaria e hídrica de millones de personas. La naturaleza ubicua de la salinización es cada vez más evidente, con un volumen sustancial de literatura que discute el fenómeno en cuerpos de agua costeros y continentales, en regiones tropicales áridas y semiáridas (Essink, 2001; Williams, 2001; Clarke et al. 2015; Ketabchi et al., 2016).

La amenaza emergente y las consecuencias negativas de la salinización se observan cada vez más frecuentemente en ecosistemas acuáticos como estuarios, lagos y lagunas costeras, humedales, islas pequeñas, deltas y otras variantes de desembocaduras, así como regiones costeras bajas. En particular, el tema surge como una importante

preocupación socioecológica para los deltas de los ríos globales, que albergan más de 500 millones de personas con más de siete veces la densidad de población media mundial. Como sistemas ecológicos costeros únicos y naturalmente dinámicos, los deltas y estuarios proporcionan importantes servicios ambientales que se traducen en billones de dólares, incluyen amplia diversidad biológica, suelos aluviales fértiles y hábitat acuático para la pesca (Giosan, et al. 2014; Ketabchi et al., 2014; Lauria et al. 2014).

La disminución de los rendimientos de los cultivos asociada con la salinización es una problemática común en desembocaduras de ríos a nivel mundial; la situación es particularmente urgente en países de ingresos medios con altas densidades poblacionales y ecológicamente vulnerables a los efectos del cambio climático. El Banco Mundial sugiere que el aumento de la salinidad posterior a un aumento del nivel del mar de 0,3 m causará una reducción neta de 0,5 millones de toneladas métricas de producción de arroz. La salinización de ríos obliga a la transición de actividades primarias, los agricultores deben cesar cultivos y en muchos casos vender sus tierras, en algunos casos esto resulta en conflictos locales y violencia. Además de la reducción en rendimientos de cultivos, la salinización ha provocado pérdida considerable de tierras cultivables, ganado y peces de agua dulce, componentes importantes de dietas locales; además de altas tasas de migración (Le et al., 2007; Belton, 2016; Dasgupta et al., 2018).

La finalidad de este desarrollo tecnológico es implementar un sistema de información que proporcione datos de salinidad en tiempo real del agua del Río Pánuco, para que los productores agrícolas mantengan control de la calidad de agua empleada para riego a través de información actualizada.

## **METODOLOGÍA**

Se implementó un prototipo de red de monitoreo conformado por dos estaciones que se denominarán a partir de este momento como MAESTRA y ESCLAVA. La estación MAESTRA (Figura 1) está compuesta por un gabinete Nema Ip65 (Grados de protección, s/f), con dimensiones 17x25 cm, contiene un sistema embebido (Figura 2) basado en un tarjeta de desarrollo TTGO T-Call ESP32 SIM800L (Georgiev, s/f) con conectividad vía internet por medio de una tarjeta SIM con plan de datos para envío de la información de

monitoreo de la red a la plataforma de análisis de datos para Internet de las Cosas ThingSpeak.



Figura 1.- Gabinete Nema Ip65.



Figura 2.- Sistema embebido estación MAESTRA.

El sistema embebido se compone un sensor TDS para la medición de salinidad (Gravity: Analog TDS sensor/ meter for Arduino, s/f), un sensor de turbidez (Gravity: Analog turbidity sensor for Arduino, s/f), una sonda para la medición de temperatura DS18B20 (Gravity: Waterproof DS18B20 temperature sensor kit, s/f), una tarjeta de desarrollo LoRa32 V2.0 (Tingo, s/f), una memoria SD CARD para el respaldo local de datos, un módulo de reloj de tiempo real para sincronización de fecha y hora de las mediciones, una pantalla oled de 128x64 pixeles para la visualización de información del sistema y un

circuito de gestión de energía para celda solar con una batería LIPO 1S. En la figura 3 se describe el algoritmo implementando en la tarjeta de desarrollo TTGO T-Call ESP32 SIM800L.

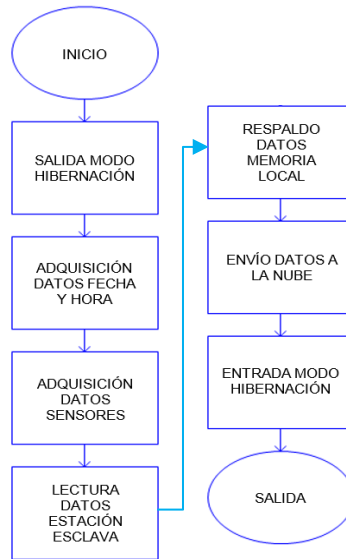


Figura 3.- Diagrama de flujo de algoritmo tarjeta de desarrollo TTGO T-Call ESP32 SIM800L.

En la figura 4 se describe el algoritmo implementando en la tarjeta de desarrollo LoRa32 V2.0.

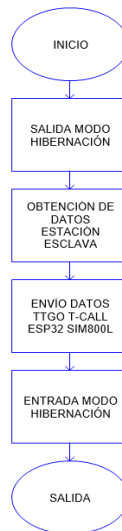


Figura 4.- Diagrama de flujo de algoritmo tarjeta de desarrollo tarjeta de desarrollo LoRa32 V2.0.

Para la obtención de las muestras de agua se diseñó un contenedor exterior, con soporte para los sensores, ahí se almacena la muestra de agua obtenida mediante bombeo desde

el río, (Figura 5), una vez concluida la medición el agua es purgada mediante una válvula eléctrica de desagüe.

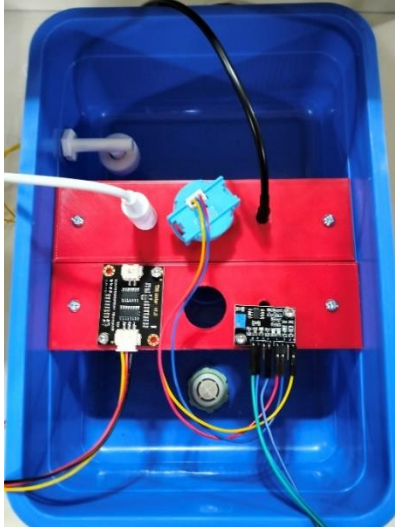


Figura 5.- Dispositivo contenedor de muestras de agua para análisis.

La estación ESCLAVA se compone de un gabinete Nema Ip65, con dimensiones 17x25 cm, que contiene un sistema embebido (Figura 6) basado en un tarjeta de desarrollo LoRa32 V2.0 y una sonda para la medición de temperatura DS18B20, así como un circuito de gestión de energía para celda solar con una batería LIPO 1S.



Figura 6.- Sistema embebido estación ESCLAVA.

En la figura 7 se describe el algoritmo implementando en la tarjeta de desarrollo LoRa32 V2.0 de la estación ESCLAVA.



Figura 7.- Diagrama de flujo de algoritmo sistema embebido estación ESCLAVA.

Para la alimentación eléctrica y recarga de las baterías de las estaciones se emplearon dos celdas solares de 6V@8W y 6V@15W.

## RESULTADOS

Un prototipo de red de estaciones de monitoreo de salinidad del Río Pánuco conformado por dos estaciones con capacidad de comunicación de hasta 10 kilómetros de separación mediante tecnología LORA (LoRa alliance®, 2019). La estación MAESTRA mide y respalda de forma local y en la nube valores de salinidad, turbidez y temperatura de una muestra de agua que se obtiene del caudal del río mediante una bomba. Los datos se complementan con información de temperatura del agua medida en otro punto del río por una estación ESCLAVA. El tiempo de muestreo de los datos es configurable por el usuario. Ambas estaciones cuentan con celda solar y batería que les permiten operar de forma continua las 24 horas.

## **DISCUSIÓN**

Debido a que se trata de un prototipo inicial, es posible señalar que el impacto tecnológico se enfoca en el desarrollo de competencias de los estudiantes que participaron en el proyecto, como programación en la nube, desarrollo de sistemas IoT, implementación de prototipos, diseño CAD y otras, que complementan las adquiridas durante sus estudios profesionales.

## **CONCLUSIONES**

Como conclusiones podemos mencionar:

El prototipo de red de estaciones de monitoreo de salinidad tiene capacidad para realizar las mediciones de salinidad, temperatura y turbidez del agua, registrando los datos de forma local y en la nube adecuadamente. En el sitio <https://thingspeak.com/channels/2272292> es posible consultar y descargar los datos obtenidos durante las mediciones de prueba.

Los sensores empleados son de grado educativo, por lo tanto de bajo costo, y no se caracterizan por presentar una alta precisión en sus mediciones. El sistema de energía funciona satisfactoriamente realizando la carga de la batería en menos de cuatro horas, de acuerdo con el requerimiento de carga diurna de ésta. El programa de hibernación del circuito electrónico permite el ahorro de carga de la batería, haciendo posible una respuesta eficaz al consumo de energía generado durante el período de oscuridad.

## **LITERATURA CITADA**

Abedin, M. A., U. Habiba y R. Shaw. 2014. Salinity scenario in mekong, ganges, and indus river deltas, in *Water Insecurity: A Social Dilemma*. Emerald Group Publishing Limited. p. 115-138.

Ayers, R.S. y D.W. Westcot. 1985. *Water quality for agriculture*. Vol. 29: Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy.

Belton, B. 2016. Shrimp, prawn and the political economy of social wellbeing in rural Bangladesh. *Journal of Rural Studies*. 45: 230-242.

Clarke, D., S. Williams, M. Jahiruddin, K. Parks y M. Salehin. 2015. Projections of on-farm salinity in coastal Bangladesh. *Environmental Science: Processes & Impacts*. 17(6): 1127-1136.

Chen, J. y V. Mueller. 2018. Coastal climate change, soil salinity and human migration in Bangladesh. *Nature Climate Change*.

Dasgupta, S., M. M. Hossain, M. Huq y D. Wheeler. 2018. Climate Change, Salinization and High-Yield Rice Production in Coastal Bangladesh. *Agricultural and Resource Economics Review*. 47(1): 66-89.

Day, J. W., D. Pont, P. F. Hensel y C. Ibañez. 1995. Impacts of sea-level rise on deltas in the Gulf of Mexico and the Mediterranean: the importance of pulsing events to sustainability. *Estuaries*. 18(4): 636-647.

Echezuría, H., J. Córdova, M. González, V. González, J. Méndez y C. Yanes. 2002. Assessment of environmental changes in the Orinoco River delta. *Regional Environmental Change*. 3(1-3): 20-35.

Essink, G.H.O. 2001. Improving fresh groundwater supply—problems and solutions. *Ocean & Coastal Management*. 44(5-6): 429-449.

Frihy, O.E. 2003. The Nile delta-Alexandria coast: vulnerability to sea-level rise, consequences and adaptation. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*. 8(2): 115-138.

Georgiev, V. (s/f). T-Call V1.4. LILYGO®. Recuperado el 15 de septiembre de 2023, de [https://www.lilygo.cc/products/t-call-v1-4?\\_pos=1&\\_sid=0fe68a32f&\\_ss=r](https://www.lilygo.cc/products/t-call-v1-4?_pos=1&_sid=0fe68a32f&_ss=r)

Giosan, L., J. Syvitski, S. Constantinescu y J. Day. 2014. Climate change: protect the world's deltas. *Nature News*, 2014. 516(7529): p. 31.

Grados de protección. (s/f). Auersignal.com. Recuperado el 15 de septiembre de 2023, de <https://www.auersignal.com/es/datos-tecnicos/normas/grados-de-proteccion-ip/>

Gravity: Analog TDS sensor/ meter for Arduino. (s/f). Dfrobot.com. Recuperado el 15 de septiembre de 2023, de <https://www.dfrobot.com/product-1662.html>

Gravity: Analog turbidity sensor for Arduino. (s/f). Dfrobot.com. Recuperado el 15 de septiembre de 2023, de <https://www.dfrobot.com/product-1394.html>

Gravity: Waterproof DS18B20 temperature sensor kit. (s/f). Dfrobot.com. Recuperado el 15 de septiembre de 2023, de <https://www.dfrobot.com/product-1354.html>

Harrison, T. D. y Whitfield, A. K. 2006. Temperature and salinity as primary determinants influencing the biogeography of fishes in South African estuaries. *Estuarine Coastal and Shelf Science*. 66: 335-345.

Hoeppner, S.S., G.P. Shaffer y T.E. Perkins. 2008. Through droughts and hurricanes: Tree mortality, forest structure, and biomass production in a coastal swamp targeted for restoration in the Mississippi River Deltaic Plain. *Forest Ecology and Management*. 256(5): 937-948.

Homepage - LoRa alliance®. (2019, julio 9). LoRa Alliance®. <https://lora-alliance.org/>

Ibáñez, C., N. Prat y A. Canicio. 1996. Changes in the hydrology and sediment transport produced by large dams on the lower Ebro River and its estuary. *Regulated Rivers: Research & Management*. 12: 51-62.

Ketabchi, H., D. Mahmoodzadeh, B. Ataie-Ashtiani y C. T. Simmons. 2016. Sea-level rise impacts on seawater intrusion in coastal aquifers: Review and integration. *Journal of Hydrology*. 535: 235-255.

Lauria, V., I. Das, S. Hazra, I. Cazcarro, I. Arto, S. Kay, P. Ofori-Danson, M. Ahmed, M. A.R. Hossain, M. Barange y J. A. Fernandes. 2018. Importance of fisheries for food security across three climate change vulnerable deltas. *Science of The Total Environment*. 640: 1566-1577.

Le A. T., C.T.H., F. Miller y B.T. Sinh. 2007. Flood and salinity management in the Mekong Delta, Vietnam. Bangkok/Sustainable Mekong Research Network (Sumernet).

Lira, J., A. Morales y F. Zamora. 1997. Study of sediment distribution in the area of the Pánuco river plume by means of remote sensing. *Int. J. Remote Sensing*. 18(1): 171-182.

Parry, M.L., O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden y C.E. Hanson (Eds.). 2007. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, UK, 982pp.

Pritchard, D.W. 1967. What is an estuary: a physical viewpoint. *American Association for the Advancement of Science*. 83: 3-5.

Rengasamy, P. 2006. World salinization with emphasis on Australia. *Journal of experimental botany*. 57(5): 1017-1023.

Rattray, M. y E. Mitsuda. 1974. Theoretical analysis of conditions in a salt wedge. *Estuarine Coastal Marine Science*. 2: 375-394.

Sierra, J.P., A. Sanchez-Arcilla, P. A. Figeras, J. González Del Río, E. K. Rasmussen y C. Mösso. 2004. Effects of discharge reductions on salt wedge dynamics of the Ebro River. *River research and applications*. 20: 61-77.

Stommel, H. y H. G. Farmer. 1952. On the nature of estuarine circulation WHOI. Tech. Rep. 131: 52-88.

Tingo, T. (s/f). LoRa32 V1.0. LILYGO®. Recuperado el 15 de septiembre de 2023, de [https://www.lilygo.cc/products/lora32-v1-0?\\_pos=4&\\_sid=c07ba9261&\\_ss=r](https://www.lilygo.cc/products/lora32-v1-0?_pos=4&_sid=c07ba9261&_ss=r)

Williams, W. 2001. Anthropogenic salinisation of inland waters, in *Saline Lakes*. Springer. p. 329-337.